

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

# УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

# 12-2018

**FLSmidth поздравляет всех коллег и партнеров  
угольной отрасли с наступающим Новым годом!  
Желаем успеха, широких перспектив и возможностей!  
Удачи, процветания, новых достижений!**

**FLSmidth**

РЕКЛАМА

#### Высокоэффективные и надежные грохоты FLSmidth Ludowici

- Широкий модельный ряд (мульти наклонные (типа «банан»), горизонтальные, высокочастотные, грохоты типа «Grizzly», питатели вибрационные).
- Различные типоразмеры: от 0,6 до 4,8 м по ширине и от 1,2 до 11,0 м по длине.
- Различные крепления просеивающих поверхностей.
- Низкие операционные затраты (ОРЕХ).

**KOMATSU**



*Уважаемые партнеры, коллеги!*

**Примите наши самые искренние поздравления  
с Новым годом и Рождеством!**

Пусть 2019 год станет годом достижения поставленных целей,  
успешной реализации проектов, открытия новых возможностей!  
Желаем вам неисчерпаемой энергии, стабильного развития и процветания!  
Крепкого здоровья, счастья и благополучия вам и вашим близким!

С наилучшими пожеланиями,  
Komatsu Mining Corp. Group  
ООО «Джой Глобал»

**Komatsu Mining Corp. Group**

ООО «Джой Глобал»

Тел.: +7 (3846) 64 22 00, +7 (3842) 51 68 10, +7 (495) 969 22 78

E-mail: [joykuzbass@mining.komatsu](mailto:joykuzbass@mining.komatsu)

[www.mining.komatsu](http://www.mining.komatsu)



**РАБОТАЯ ВМЕСТЕ, МЫ ДВИЖЕМСЯ ВПЕРЕД** ➤

**ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!**

**ЖЕЛАЕМ УДАЧИ  
И ЗДОРОВЬЯ  
В НОВОМ ГОДУ!**



[WWW.1-PTK.COM](http://WWW.1-PTK.COM)



**ПЕРВАЯ  
ТЯЖЕЛОВЕСНАЯ  
КОМПАНИЯ**

**25 тс  
77 т**

**27 тс  
83 т**





# SANDVIK ПОЗДРАВЛЯЕТ С НАСТУПАЮЩИМИ ПРАЗДНИКАМИ!

Уважаемые коллеги и партнеры!

Sandvik Mining and Rock Technology сердечно поздравляет вас с наступающими новогодними праздниками.

Желаем вам покорять новые горизонты, укреплять свои позиции на рынке и успешно продолжать свой путь. Стабильности, надежности, уверенности в завтрашнем дне и великолепных перспектив. Пусть в ваших семьях будет больше поводов для радости и гордости, улыбок и счастья! Здоровья вам и благополучия.

С наилучшими пожеланиями,  
коллектив Sandvik Mining and Rock Technology

[ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK/RU](http://ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK/RU)



**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

**ЩУКИН В.К.**, доктор экон. наук

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

#### Иностранные члены редколлегии

Проф. **Гюнтер АПЕЛЬ**,

доктор техн. наук, Германия

Проф. **Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ**,

доктор техн. наук, Германия

Проф. **Юзеф ДУБИНЬСКИ**,

доктор техн. наук, чл.-корр. Польской  
академии наук, Польша

**Сергей НИКИШИЧЕВ**, комп. лицо FIMMM,

канд. экон. наук, Великобритания, Россия,  
страны СНГ

Проф. **Любен ТОТЕВ**,

доктор наук, Болгария

## ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в октябре 1925 года

#### УЧРЕДИТЕЛИ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

#### ДЕКАБРЬ

12-2018 /1113/

# УГОЛЬ

## СОДЕРЖАНИЕ

#### РЕГИОНЫ

Черепанова А.

**Шахте «Распадская» - 45 лет** \_\_\_\_\_ 6

АО ХК «СДС-Уголь»

**Предприятия АО ХК «СДС-Уголь» установили очередные мировые рекорды по отгрузке горной массы** \_\_\_\_\_ 12

АО ХК «СДС-Уголь»

**Шахтеры «Листвяжной» выполнили годовой план по проходке** \_\_\_\_\_ 13

**Шахта «Юбилейная»: новый пласт – новые возможности** \_\_\_\_\_ 14

#### ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Филатов Ю.М., Семенцов В.В., Прокопенко С.А., Ермолаев А.М., Соболев В.В.

**Повышение эффективности и безопасности отработки целиков при камерно-столбовой системе разработки угольных пластов** \_\_\_\_\_ 16

Дудин А.А., Вахрушев Е.В., Злобин С.Е., Прокофьев А.С., Пайкин Д.И., Лысенко М.В.

**Обоснование возможности применения анкерной крепи горных выработок в условиях обводненных и ослабленных пород** \_\_\_\_\_ 21

#### ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Комиссаров А.П., Лагунова Ю.А., Лукашук О.А., Плотников Н.С.

**Новый тип рабочего оборудования карьерного экскаватора** \_\_\_\_\_ 27

АО «СУЭК»

**На Бородинском разрезе установлен суточный рекорд отгрузки вскрышных пород** \_\_\_\_\_ 30

АО «СУЭК»

**Забайкальские горняки установили мировой рекорд по отгрузке вскрышной породы** \_\_\_\_\_ 32

Побегайло П.А., Ильина А.Н.

**Физическая модель оценки динамики гидравлических экскаваторов на ранних стадиях проектной деятельности** \_\_\_\_\_ 33

#### БЕЗОПАСНОСТЬ

**Управлению дегазации и утилизации метана АО «СУЭК-Кузбасс» – 10 лет** \_\_\_\_\_ 38

Лисовский В.В., Иванов Ю.М., Ворошилов А.С., Седельников Г.Е., Ли Хи Ун

**Практическое использование методики количественной оценки рисков травматизма «Вероятность-Вред-Риск» (ВВР) на примере АО «СУЭК-Кузбасс»** \_\_\_\_\_ 41

#### ЭКОНОМИКА

Новоселов С.В., Панихидников С.А.

**Системная оценка экономической безопасности региона** \_\_\_\_\_ 48

Сидоренко Э.Л., Шайдуллина В.К., Киракосян С.А.

**Токенизация угольной промышленности: экономические и криминологические риски** \_\_\_\_\_ 54

#### АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Таразанов И.Г.

**Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2018 года** \_\_\_\_\_ 60

#### ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Циношкин Г.М., Самойленко А.Г., Дементьева С.А., Коркина Т.А., Яблонских Н.В.

**Методика анализа организации производственного процесса автовскрыши** \_\_\_\_\_ 71

#### РЕСУРСЫ

Васючков Ю.Ф.

**Добыча угольного метана для получения газового топлива** \_\_\_\_\_ 77

**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@land.ru

**Генеральный директор**

**Игорь ТАРАЗАНОВ**  
**Ведущий редактор**  
**Ольга ГЛИНИНА**  
**Научный редактор**  
**Ирина КОЛОБОВА**  
**Менеджер**  
**Ирина ТАРАЗАНОВА**  
**Ведущий специалист**  
**Валентина ВОЛКОВА**

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

**ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН**

в Перечень ВАК Минобрнауки и науки РФ  
(в международные реферативные базы  
данных и системы цитирования) –  
по техническим и экономическим наукам  
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,647  
(без самоцитирования – 0,528)  
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,385  
(без самоцитирования – 0,313)

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН  
в Интернете на веб-сайте

**www.ugolinfo.ru**  
**www.ugol.info**

и на отраслевом портале  
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»

**www.rosugol.ru**

**НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:**

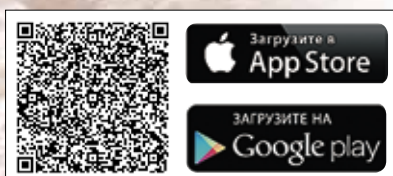
Ведущий редактор **О.И. ГЛИНИНА**  
Научный редактор **И.М. КОЛОБОВА**  
Корректор **В.В. ЛАСТОВ**  
Компьютерная верстка **Н.И. БРАНДЕЛИС**

Подписано в печать 03.12.2018.  
Формат 60x90 1/8.  
Бумага мелованная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 14,0 + обложка.  
Тираж 4700 экз.  
Тираж эл. версии 1600 экз.  
Общий тираж 6500 экз.

**Отпечатано:**

ООО «РОЛИКС»  
117218, г. Москва, ул. Кржижановского, 31  
Тел.: (495) 661-46-22;  
www.roliksprint.ru  
Заказ № 59082

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

**ХРОНИКА**

**Хроника. События. Факты. Новости** \_\_\_\_\_ **80**

**НЕДРА**

Алиев С.Б., Захаров В.Н., Кенжин Б.М., Смирнов Ю.М.  
**Энергетическая модель самовозгорания углепородных отвалов** \_\_\_\_\_ **86**

**ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ**

Козлов В.А., Гарбер В.  
**Полукоксование низкозольного коксующегося угля и специальные минеральные добавки, применяемые непосредственно на углеобогадательной фабрике для повышения качества кокса** \_\_\_\_\_ **92**

**ЭКОЛОГИЯ**

Лавриненко А.Т., Остапова Н.А.  
**Изучение лимитирующих факторов биологической рекультивации на отвалах гребневой формы отсыпки угледобывающих предприятий Хакасии** \_\_\_\_\_ **98**

**ЗА РУБЕЖОМ**

Зеньков И.В.  
**Территориальные и технологические особенности добычи угля открытым способом в Республике Вьетнам** \_\_\_\_\_ **102**

**ЮБИЛЕИ**

**Фрянов Виктор Николаевич (к 80-летию со дня рождения)** \_\_\_\_\_ **105**  
**Штейнцвайг Роман Михайлович (к 65-летию со дня рождения)** \_\_\_\_\_ **106**  
**Юсупов Халидилла Абеневич (к 60-летию со дня рождения)** \_\_\_\_\_ **106**

**ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ**

**Перечень статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2018 году** \_\_\_\_\_ **107**

**Список реклам и поздравлений с праздниками:**

FLSmidth Rus	1-я обл.	АО ХК СДС-Уголь	10
KOMATSU	2-я обл.	СПК-Стык	26
СУЭК	3-я обл.	НМЗ Искра	47
НПФ Гранч	4-я обл.	МУФТА ПРО	59
Восток1520	1	ВИВИТЕС	79
SANDVIK	2	НПП Завод МДУ	82

\* \* \*

**Журнал «Уголь» входит**

в международные реферативные базы данных и систем цитирования

**SCOPUS, GeoRef, Chemical Abstracts****Журнал «Уголь» является партнером CROSSREF**

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

**Журнал «Уголь» является партнером EBSCO**

Редакция журнала «Уголь» имеет соглашение с компанией EBSCO Publishing, Inc. (США). Все публикации журнала «Уголь» с 2016 г. входят в базу данных компании EBSCO Publishing (www.ebsco.com), предоставляющей свою базу данных для академических библиотек по всему миру. 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), основными задачами которой являются популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований и повышение цитируемости российской науки. Это третья в мире электронная библиотека по степени видимости материалов в Google Scholar.

**Подписные индексы:**

– Каталог Роспечати «Газеты. Журналы» – **71000, 71736, 73422**  
– Объединенный каталог «Пресса России» – **87717, 87776, 887717**  
– Каталог «Российской прессы» – **11538**  
– 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

**VERZHANSKY 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

**SHCHUKIN V.K.**, Dr. (Economic), Ekibastuz, 141209, Republic of Kazakhstan

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

**Foreign members of the editorial council:**

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

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

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

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

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

**Ugol' Journal Edition LLC**

Leninsky Prospekt, 2A, office 819  
Moscow, 119049, Russian Federation  
Tel.: +7 (499) 237-2223  
E-mail: ugol1925@mail.ru  
www.ugolinfo.ru

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

Established in October 1925

**FOUNDERS**

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

**DECEMBER  
12' 2018**

**UGOL' / RUSSIAN  
COAL  
JOURNAL****CONTENT****REGIONS**

Cherepanova A.

"Raspadskaya" mine is 45 \_\_\_\_\_ 6

"SBU-Coal" Holding Company JSC

Information messages \_\_\_\_\_ 10

"Yubileynaya" Mine: new layer – new opportunities \_\_\_\_\_ 14

**UNDERGROUND MINING**

Filatov Yu.M., Sementsov V.V., Prokopenko S.A., Ermolaev A.M., Sobolev V.V.

Efficiency and safety improvement of pillar recovery during room and pillar coal mining \_\_\_\_\_ 16

Dudin A.A., Vakhrushev E.V., Zlobin S.E., Prokofiev A.S., Paikin D.I., Lysenko M.V.

Substantiation of the possibility of using mine working roof bolting in conditions of watered and weakened rocks \_\_\_\_\_ 21

**SURFACE MINING**

Komissarov A.P., Lagunova Yu.A., Lukashuk O.A., Plotnikov N.S.

New type of mining excavator lever working equipment \_\_\_\_\_ 27

"SUEK" JSC

Information messages \_\_\_\_\_ 30

Pobegailo P.A., Ilyina A.N.

Physical model of evaluation of the hydraulic excavators dynamics at early stages of project activities \_\_\_\_\_ 33

**SAFETY**

Management of Degassing and Utilization of Methane of "SUEK-Kuzbass" JSC - 10 years \_\_\_\_\_ 38

Lisovskiy V.V., Ivanov Yu.M., Voroshilov A.S., Sedelnikov G.E., Li Khi Un

Practical use of methodology of quantitative risk assessment "Probability Harm Risk (PHR)" as exemplified by "SUEK-Kuzbass" JSC \_\_\_\_\_ 41

**ECONOMIC OF MINING**

Novoselov S.V., Panihidnikov S.A.

Systematic assessment of economic security of the region \_\_\_\_\_ 48

Sidorenko E.L., Shaydullina V.K., Kirakosyan S.A.

Tokenization of coal industry: economic and criminological risks \_\_\_\_\_ 54

**ANALYTICAL REVIEW**

Tarazanov I.G.

Russia's coal industry performance for January – September 2018 \_\_\_\_\_ 60

**PRODUCTION SETUP**

Tsinoshkin G.M., Samoylenko A.G., Dementieva S.A., Korkina T.A., Yablonskikh N.V.

A methodology of analyzing the automated overburden removal production setup \_\_\_\_\_ 71

**RESOURCES**

Vasyuchikov Yu.F.

Extraction coal methane mining for receiving gas fuel \_\_\_\_\_ 77

**CHRONICLE**

The chronicle. Events. Facts. News \_\_\_\_\_ 80

**MINERALS RESOURCES**

Aliev S.B., Zakharov V.N., Kenzhin B.M., Smirnov Yu.M.

Energy model of coal waste heap spontaneous combustion \_\_\_\_\_ 86

**COAL PREPARATION**

Kozlov V.A., Garber W.

Semi-coking of low-ash coking coal and the special ash additives used directly at the coal preparation plant to improve the quality of coke \_\_\_\_\_ 92

**ECOLOGY**

Lavrinenko A.T., Ostapova N.A.

The study of limiting factors of biological reclamation on dumps ridge form filling coal mines Khakassia \_\_\_\_\_ 98

**ABROAD**

Zenkov I.V.

Territorial and technological features of open mining of coal in the Republic of Vietnam \_\_\_\_\_ 102

**ANNIVERSARIES**

Fryanov Victor Nikolaevich (to a 80-anniversary from birthday) \_\_\_\_\_ 105

Shteyntsayg Roman Mikhaylovich (to a 65-anniversary from birthday) \_\_\_\_\_ 106

Yusupov Halidilla Abenovich (to a 60-anniversary from birthday) \_\_\_\_\_ 106

**LIST OF MATERIALS**

Index of articles published in Ugol' – Russian Coal Journal in 2018 \_\_\_\_\_ 107



## Уважаемые работники шахты «Распадская», коллеги! От всей души поздравляю вас с 45-летием предприятия!

Еще в период своего строительства шахта «Распадская» поражала масштабностью замысла, объемом запаса, профессиональностью коллектива.

В 1969 г. молодые амбициозные специалисты со всей страны приехали в Междуреченск, чтобы стать частью большого, настоящего дела и великой истории.

В конце 1973 года шахта дала первый уголь.

Сегодня, 45 лет спустя, шахта «Распадская» объединяет десятки тысяч людей разных поколений.

Огромный вклад в развитие предприятия внес Геннадий Иванович Козовой, превративший «Распадскую» в современное и высокопроизводительное предприятие мирового уровня.

Хочу пожелать всем работникам Распадской, всем, кто связан с шахтой, безопасной работы, здоровья и десятилетий успеха!

**Сергей Степанов,**  
вице-президент ЕВРАЗ,  
руководитель дивизиона «Уголь»,  
генеральный директор Распадской угольной компании



УДК 622.33.012.2«Распадская»«1973/2018» © А. Черепанова, 2018

# Шахте «Распадская» – 45 лет

### **ШАХТА «РАСПАДСКАЯ»: МЕСТОРОЖДЕНИЕ РЕКОРДОВ**

За три дня до Нового года крупнейшая шахта России – шахта «Распадская» – отпразднует свое 45-летие. Сегодня это предприятие – флагман Распадской угольной компании ЕВРАЗа в добыче высококачественного угля коксующейся марки ГЖ, востребованного на отечественном и зарубежном рынках, лидер в освоении современных мировых технологий в области очистных, проходческих, монтажных работ, охраны труда и промышленной безопасности.

### **ВПЕРВЫЕ В СТРАНЕ, СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ РАСПАДСКОЙ**

Шахта «Распадская», расположенная в 11 км от Междуреченска, ведет свою историю с начала 70-х гг. прошлого века. На ударную комсомольскую стройку страны приехала молодежь со всего СССР. Ежедневно на возведении шахтных объектов работали более 3 тыс. человек. Участвовали 10 проектных и 4 научно-исследовательских института, 100 заводов-поставщиков оборудования и материалов. Согласно проекту Распадская должна была стать самой крупной и передовой шахтой страны. При строитель-

Распадская

28 декабря 2018 г. шахта «Распадская» отметит 45-летний юбилей





**Горнорабочий  
подготовительного  
участка № 7  
Сергей Хомов**

**Подготовительные участки на шахте называют первопроходцами. Насколько быстро они подготовят лаву, так уголь и пойдет на-гора**

стве предприятия многие технологии применялись впервые и разрабатывались специально для Распадской. Например, уникальным объектом на поверхности стал закрытый склад угля высотой около 60 м. Впервые в отечественной практике здесь применили специальную скользящую опалубку.

28 декабря 1973 г. сдали первую из трех очередей шахты, этот день и стал официальной датой рождения предприятия. Завершилось строительство Распадской через пять лет, 27 декабря 1977 г., с введением в эксплуатацию третьей очереди.

В течение следующих десяти лет горнякам удалось вывести работу шахты на полную проектную мощность – 7,5 млн т угля. Вся страна узнала имена прославленных бригадиров-рекордсменов Распадской – Героев Социалистического Труда Владимира Гвоздева, Владимира Девятко, Петра Фролова и других.

Сегодня шахта «Распадская» продолжает лучшие традиции, заложенные ветеранами, шагая в ногу со временем и оставаясь предприятием мирового уровня.

### **СОВРЕМЕННАЯ И ПЕРЕДОВАЯ**

За 45 лет шахта «Распадская» выдала на-гора свыше 260 млн т угля, ее глубина составляет около 500 м, протяженность выработок – более 230 км. Распадская – настоящий подземный город со своей уникальной инфраструктурой.

«Шахта – это живой организм, она меняется, развивается, движется вперед», – отмечает главный инженер шахты «Распадская» **Александр Козлов**. – Оборудование нового поколения, используемое на очистных, подготовительных и доставочных работах, позволяет сделать добычу угля более производительной и безопасной».

Сегодня на шахте «Распадская» обрабатываются три лавы, извлечение угля ведется методом механизированной комбайновой добычи. Объемы производства ежегодно увеличиваются за счет ввода в эксплуатацию новых выемочных участков. В 2016 г. добыча угля составила 5,7 млн т, в 2017 г. – 6,7 млн т, в плане 2018 г. – 7 млн т.

Горняки «Распадской» работают на высокопроизводительном проходческом оборудовании, которое постоянно обновляется. Например, в 2017 г. на предприятие поступили два современных проходческих комбайна 12-СМ30 фирмы JOY. Таких моделей на шахте еще не было, за год новички доказали свою эффективность. Мощные комбайны позволяют наращивать темпы проходки до 300-400 м/мес.

В очистных забоях используются механизированные высокопроизводительные комплексы JOY, Glinik и Bucyrus.

### **СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ В ДЕЙСТВИИ**

«Руководством компании утверждена долгосрочная стратегия развития шахты «Распадская», – рассказывает директор шахты **Александр Елохин**. – Реализуются инвестиционные проекты, направленные на развитие производства и обеспечение безопасных условий труда. У предприятия есть все для того, чтобы выполнить задуманное и идти вперед».



**Александр Елохин,**  
директор шахты  
«Распадская»

Один из масштабных проектов – освоение пласта б-ба с запасами более 127 млн т угля. Добычные работы здесь начались в 2017 г. До этого в течение трех лет велось строительство промплощадки, была возведена вся необходимая конвейерная цепочка, организована доставка материалов в забой, налажена схема проветривания. Сейчас модернизация продолжается. В рамках инвестиционного проекта планируется приобрести современное очистное оборудование.

Совершенствуется процесс перемонтажей очистного оборудования. Его транспортировка из отработанной лавы – ответственный и напряженный период. Чтобы увеличить темпы и безопасность работ, в компании приобретен современный комплект монтажно-транспортного оборудования от американского производителя Petitto Mule, ведется строительство подземной бетонной дороги.



*Игорь Матяж, руководитель службы автоматических систем управления технологическими процессами шахты «Распадская»*

Особое внимание уделяется системе проветривания и перераспределения воздуха в горных выработках, дегазации. Работают шесть установок – от украинских ВОД-40М до германских TAF38/21. Для эффективного проветривания забоев установлены высокопроизводительные вентиляторы местного проветривания ZITRON.

Еще одно новшество, позволяющее улучшить процесс дегазации, – направленное бурение с помощью австралийского станка VLD-1000. Умная техника позволяет бурить скважины диаметром 96 мм и длиной до 1 км при разных углах залегания пласта, добываясь высоких объемов извлечения метана.

### ЦИФРОВОЙ ВЗГЛЯД НА ШАХТУ

*Распадская – одно из самых продвинутых предприятий в применении IT-технологий, – уверен Игорь Матяж, руководитель службы автоматических систем управления технологическими процессами шахты «Распадская». – У нас применяются IP-телефония и многофункциональная система безопасности, сочетающая аэрологическую, противопожарную безопасность, систему определения местоположения персонала в горных выработках шахты и многое другое».*

Вся шахта «Распадская» окутана сетью современных оптико-волоконных линий связи, это более 150 км. В забоях есть точки доступа wi-fi, благодаря которым круглосуточно, в режиме on-line, контролируется ведение горных работ. Отслеживать технологические процессы в шахте позволяют инфракрасные камеры. Для контроля за работой ленточного конвейера применяются тепловизионные видеокамеры. Действующие лавы шахты оснащены цифровыми датчиками аэрогазового контроля, 18 современных станций контролируют атмосферу выработанного горного пространства.

Работа предприятия круглосуточно контролируется из диспетчерского пункта. Специалисты тщательно следят за всем, что происходит под землей: за состоянием рудничной атмосферы, конвейерным транспортом, вентиляторами главного проветривания, электроснабжением, местоположением сотрудников и т.д. Все показатели работы шахты доступны еще и через мобильные устройства, это позволяет руководителям предприятия в любой момент контролировать производственный процесс.



*На участке по обслуживанию вентиляторов главного проветривания*



*Диспетчерская шахты – технологическое сердце предприятия*

В 2017 г. горняки Распадской начали использовать под землей промышленные планшетные компьютеры. Они ударопрочные и искробезопасные, отслеживают состояние шахтного оборудования, показания датчиков аэрогазового контроля. Специальное программное обеспечение позволяет специалистам фотографировать все нарушения, обнаруженные в работе, вести под землей видеосъемку. Авторы этой новейшей разработки – сотрудники службы автоматических систем управления технологическими процессами шахты «Распадская».

### БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕВЫШЕ ВСЕГО!

Еще одна цель – снизить травматизм, а в идеале – вообще не допускать даже легких производственных травм. В этом помогают новации в области охраны труда. Горняки уже испытали новые средства индивидуальной защиты – очки с металлической сеткой, различные модели перчаток и т.д. Приобретена более удобная и практичная спецодежда нового образца. В этом году на шахте «Распадская» установили более 30 безопасных шлюзовых дверей для прохода людей и более 10 с автоматическим приводом – для проезда дизелевозной техники.

«Безопасность превыше всего!» – не просто слоган для предприятий Распадской угольной компании, это призыв к действию для каждого работника. Ежедневно ведется работа по повышению уровня знаний и ответственности самих рабочих: это тренинги, курсы повышения квалифика-

### ЦИФРЫ

Сегодня на шахте «Распадская»:

- ✓ трудятся более 2000 человек;
- ✓ работают 3 добычных и 6 подготовительных участков;
- ✓ используется 7 видов проходческих комбайнов, 3 вида добычных комплексов, 7 видов вентиляторов местного проветривания;
- ✓ материалы доставляются в подготовительные забои дизельным транспортом с помощью подвесных монорельсовых и напочвенных речечных дорог, самоходными пневмоколесными дизельными машинами.

ции. Раз в год шахтеры сдают экзамен, перед началом смены или в конце могут самостоятельно проверить свои знания. Для этого в кабинетах и ламповой есть стенд с предсменным экзаменатором.

### ДОБЫЧИ НА 100 ЛЕТ И БОЛЬШЕ

Распадская – легендарное предприятие, со своей удивительной историей и богатыми традициями. У крупнейшей шахты России большое будущее. Балансовые запасы Распадской составляют 1 млрд 114 млн т угля. Эксперты подсчитали: это позволит предприятию успешно работать, сохраняя лидерство в отрасли, в течение 100 лет. А значит, впереди новые интересные проекты, производственные рекорды.

Для стабильной работы у шахты есть все необходимое, а главное – первоклассные специалисты. Успех предприятия – в силе сплоченного коллектива.

**Анна Черепанова**  
Фото Василия Прудникова

### Наша справка.

Распадская угольная компания, входящая в Дивизион «Уголь» ЕВРАЗ, – крупный экспортер всех основных марок коксующихся углей: Ж, ГЖ, КС, К, ОС. Уголь поставляется большинству ведущих металлургических и коксохимических предприятий России, Украины и Юго-Восточной Азии.

В составе компании – 7 шахт, 1 разрез, 3 обогатительные фабрики и 10 специализированных вспомогательных предприятий, расположенных по всей Кемеровской области. Ежегодная добыча компании – более 22 млн т угля.



Шахта «Распадская» добывает высококачественный уголь коксующейся марки ГЖ, востребованный на отечественных и зарубежных рынках

# С НАСТУПАЮЩИМ НОВЫМ ГОДОМ!



**Уважаемые коллеги, дорогие друзья!  
Примите самые теплые поздравления  
с Новым годом и Рождеством Христовым!**

Угольная отрасль была и остается драйвером развития производственной мощи России. Предприятия ТЭК обеспечивают стабильную работу металлургии, химической промышленности, сельского хозяйства, снабжают население необходимым топливом. Шахтерские регионы всегда находились в авангарде экономического развития страны, а труд горняков пользовался огромным уважением. Угольная отрасль является одним из ведущих направлений российской экономики, внедряя наилучшие доступные технологии, научные знания, эффективные методы хозяйствования и, главное, развивая технологии «чистого угля», экологические подходы к добыче, обогащению, переработке и транспортировке угольной продукции.

Для предприятий АО ХК «СДС-Уголь» уходящий 2018 год стал знаменателен разнообразными событиями и достижениями. Интегрированная система менеджмента качества Холдинга прошла успешную сертификацию на соответствие требованиям трех международных стандартов ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 и OHSAS 18001:2007.

Специалисты Холдинга в течение года активно участвовали в форумах, съездах, конференциях, выстраивая эффективные партнерские отношения с компаниями и организациями самого разного уровня. Так, на Восточном экономическом форуме между АО ХК «СДС-Уголь» и Фондом «Сколково» было подписано соглашение о сотрудничестве, плодами которого станет партнерский центр для ведения совместной исследовательской деятельности. Угольщики и ученые будут работать над проектами в области стратегического развития предприятий Холдинга, технологиями управления качеством отгружаемой продукции и приобретаемого оборудования, над созданием инновационных продуктов.

В уходящем году при поддержке Министерства энергетики Российской Федерации, Администрации Кемеровской области и Фонда «Сколково» Холдинг «СДС-Уголь» организовал Первый всероссийский инженерный кейс-чемпионат «Энергия угля». Молодые специалисты представили инновационные и рационализаторские предложения по решению реальных инженерных и производственных задач.

АО ХК «СДС-Уголь» продолжает следовать принципам устойчивого развития, уделяя особое внимание вопросам промышленной безопасности, охраны труда и экологической ответственности. В 2018 г. каждый работник Холдинга внес вклад в экологическое равновесие Кузбасса. В ходе масштабной акции «Один сотрудник – одно дерево» было высажено 9137 деревьев.

Продолжается реализация уникальных экологических проектов по сохранению биоразнообразия региона. Так, в октябре на территории лицензионного участка «Перспективный», расположенного в Прокопьевском районе, совместно с представителями Кузбасского ботанического сада специалисты Холдинга приступили к созданию экспериментального полигона по переносу верхнего плодородного слоя почвы. Данный метод демонстрирует новый подход к решению проблемы рекультивации земель в районах добычи угля и имеет важное экологическое значение для всего региона.

АО ХК «СДС-Уголь» планомерно осуществляет техническую модернизацию шахт и разрезов. Только в 2018 г. на предприятия компании поступило несколько десятков единиц техники производства Liebherr, TIANDI, Уралмашзавода и других производителей.

Но какую бы важную роль ни играла в производственной деятельности предприятия его техническая оснащенность, успех дела, в первую очередь, зависит от людей. Уверены, что благодаря вашему профессионализму, мастерству и преданности избранной профессии вам покорятся самые сложные задачи.

Шахтер, горняк, обогатитель – это не просто слова. За ними – сильные и мужественные характеры людей, каждодневное испытание воли, трудолюбие, выдержка и самоотдача. Суровые условия работы наложили свой отпечаток на ваше отношение к работе, к коллегам, превратив в нерушимый закон взаимовыручку и высочайшее чувство ответственности, веру в товарищей и оптимизм. Вашим энтузиазмом, самоотверженностью, напряженным и безопасным трудом создается благополучие ваших семей, нашей компании и региона!

Новый год обычно связывают с надеждами на лучшее, поэтому пускай все хорошее, что радовало вас в уходящем году, непременно найдет свое продолжение в году наступающем. По старой горняцкой традиции новогоднюю елку можно зажигать тогда, когда выполнен годового план. Желаем, чтобы во всех трудовых коллективах Новый год прошел под яркий свет символа праздника!

**М.Ю. Федяев**

*Президент АО ХК «СДС»*

**В.Г. Гридин**

*Председатель Совета директоров АО ХК «СДС»*

**Л.В. Рыбак**

*Председатель Совета директоров АО ХК «СДС-Уголь»*

**Г.Ф. Алексеев**

*Генеральный директор АО ХК «СДС-Уголь»*

Пресс-служба АО ХК «СДС-Уголь» информирует

## На шахте «Южная» запустили новую лаву с очистным механизированным комплексом производства TIANDI

**СДС**  
**УГОЛЬ**

На шахте «Южная» (филиал АО «Черниговец», АО ХК «СДС-Уголь») введена в эксплуатацию новая лава с промышленными запасами 1 млн 180 тыс. т угля. Для ее запуска приобретен механизированный очистной комплекс TIANDI (производства КНР). С введением в эксплуатацию нового оборудования на предприятии завершился основной этап модернизации, предусмотренный стратегией развития Холдинга «СДС-Уголь».

Для запуска новой лавы 10Л в рекордный срок – за 40 дней – произведены монтажные и пусконаладочные работы: смонтированы 119 секций крепи, лавный конвейер, штрековый перегружатель, очистной комбайн и другое вспомогательное оборудование.

*«Механизированный комплекс TIANDI поступил на предприятие в начале октября, – поясняет директор шахты «Южная» Альберт Салихов. – Благодаря слаженной и профессиональной работе сотрудников шахты и при поддержке технических специалистов АО ХК «СДС-Уголь» запуск комплекса был произведен с опережением графика.»*

Оборудование было изготовлено на машиностроительном заводе НТК «TIANDI» по специальному заказу АО ХК «СДС-Уголь». Новый очистной механизированный комплекс позволит обрабатывать пласты мощностью от 1,7 до 3,6 м и эффективно работать в сложных

горно-геологических условиях пласта «Лутугинский», обеспечивая высокую производительность труда и безопасность шахтеров. Работать на новом оборудовании доверено очистной бригаде под руководством бригадира Алексея Титаева.



## Комбайн для первопроходцев

Кроме того, на шахте «Южная» проходческие участки пополнились двумя мощными проходческими комбайнами TIANDI EBZ200C. Современные проходческие комбайны TIANDI EBZ200C предназначены для проведения горных выработок при подготовке очистного фронта. Эксплуатацию нового оборудования доверили проходческим бригадам под руководством Андрея Блинова и Андрея Комарчева.

Благодаря слаженным действиям команды механиков шахты и представителей компании-производителя новое оборудование было успешно запущено в работу и на сегодняшний день функционирует в штатном режиме. *«Новые комбайны планируется использовать при работе по постоянной схеме, которая, кроме того, предполагает оснащение забоев ленточными перегружателями, ленточными конвейерами и самопередвигающимися концевыми станциями. Использование данной техники позволит повысить темпы проведения горных выработок при подготовке очистного фронта и, как следствие, увеличить объемы добычи угля», –* пояснил главный инженер шахты «Южная» **Сергей Мефодьев**.





## Предприятия АО ХК «СДС-Уголь» установили очередные мировые рекорды по отгрузке горной массы

**По итогам октября 2018 г. бригада экскаватора P&H XPC 2800 № 52 разреза «Черниговец» (АО ХК «СДС-Уголь») под руководством Руслана Федякина отгрузила рекордный объем горной массы – 1 626 тыс. куб. м. Тем самым экипаж на 211 тыс. куб. м превысил свой собственный рекордный показатель, достигнутый в канун Дня шахтера, в июле этого года.**

Поставщик техники P&H подтвердил, что показатель 1 626 тыс. куб. м является рекордным показателем для экскаваторов данного типа в мире. «Рекордный объем горной массы – новое производственное достижение нашего предприятия, – комментирует генеральный директор АО «Черниговец» **Юрий Дерябин.** – Мы максимально эффективно используем мощную технику разреза, всегда уделяем пристальное внимание вопросам промышленной безопасности, повышению квалификации наших специалистов. Словом, создаем благоприятные условия для производственных побед силами всех структурных подразделений разреза».

«На самом деле наш план на октябрь был 1 500 тыс. куб. м, – рассказывает бригадир экипажа экскаватора P&H 2800 № 52 **Руслан Федякин.** – Этого уже хватило бы на

преодоление отметки в 1 415 тыс. куб. м, достигнутой нами в июле по итогам месячника безопасного высокопроизводительного труда. Но настолько качественно включились в работу все звенья производственной цепи – от бульдозериста до заместителя генерального директора по производству, что нам удалось перевыполнить даже такой амбициозный план. Спасибо за это моим надежным товарищам и коллегам».

Следует отметить, что в середине октября 2018 г. Горный участок № 1, где работает экскаватор P&H 2800 № 52, первым (из четырех горных добычных участков разреза «Черниговец») выполнил досрочно годовой план по добыче угля, показав результат 1,702 млн т. До конца 2018 года горняки АО «Черниговец» добудут 6,2 млн т угля.

С рекордными объемами по отгрузке горной массы отработал и экипаж экскаватора P&H 2800 № 201 разреза «Первомайский» (АО ХК «СДС-Уголь»). В октябре бригада экскаватора под руководством **Андрея Лаптева** отгрузила 1 605 тыс. куб. м горной массы. Кроме того, 30 октября машинисты экскаватора показали максимальный суточный результат по отгрузке горной массы – 66 783 куб. м, что является одним из лучших в мире, по оценке производителя P&H.



Бригада Руслана Федякина с разреза «Черниговец»

Пресс-служба АО ХК «СДС-Уголь» информирует

## Шахтеры «Листвяжной» выполнили годовой план по проходке

**СДС**  
**УГОЛЬ**

*В октябре 2018 г. проходчики шахты «Листвяжная» (АО ХК «СДС-Уголь») досрочно выполнили годовой план, пройдя 14 350 м горных выработок. До конца года проходческие бригады предприятия для подготовки очистного фронта планируют провести дополнительно 2 177 м., перевыполнив плановое задание 2018 года на 15,2%.*

Всего в ООО «Шахта Листвяжная» трудятся пять проходческих коллективов. Лучшие производственные показатели по выполнению годового плана продемонстрировали две проходческие бригады. Бригада под руководством **Сергея Филимонова** (участок №2, начальник участка **Илья Клемашев**) перевыполнила плановое годовое задание на 30%, пройдя с начала года 3 235 м горных выработок. Свое производственное достижение бригада установила на проходческом комбайне ГПКС (Россия).

С перевыполнением плана отработала и бригада **Павла Михеева** (участок №5, начальник участка **Рустам Магалимов**) на проходческом комплексе Sandvik Bolter MB670. Проходчики перевыполнили годовое плановое задание на 50,5%, пройдя 4 261 м.



Бригада Сергея Филимонова



Бригада Павла Михеева



Отметим, что досрочное выполнение годового плана – не единственная победа бригады Павла Михеева в 2018 г. Так, в канун профессионального праздника Дня шахтера, бригада проходчиков участка №5 установила мировой рекорд, пройдя за 31 день июля 1650 м горных выработок.

*«Наши проходчики продемонстрировали свой профессионализм, грамотную организацию труда и эффективное использование высокопроизводительного оборудования, что позволило им преодолеть сложные горно-геологические условия и добиться намеченных результатов раньше запланированных сроков», – прокомментировал генеральный директор ООО «Шахта Листвяжная» **Сергей Махраков**.*

# Шахта «Юбилейная»: НОВЫЙ ПЛАСТ – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

*«Запуск второй очереди шахты «Юбилейная» – первая медаль в копилку подготовки к празднованию 300-летия Кузбасса!»*

**Андрей Анатольевич Панов,**  
заместитель губернатора Кемеровской области  
по промышленности, транспорту и экологии

**В г. Новокузнецке в конце ноября 2018 г. шахта «Юбилейная» приступила к разработке нового – восьмого по счету угольного пласта. Событие значимое не только для Холдинга «ТопПром», в который входит шахта, но и для всего Кузбасса.**



*Председатель Совета Директоров Холдинга «ТопПром» Н.В. Королев и заместитель губернатора Кемеровской области по промышленности, транспорту и экологии А.А. Панов*



*Рабочая бригада шахты «Юбилейная»*

Идейными вдохновителями проекта запуска второй очереди шахты «Юбилейная» выступили **Николай Владимирович Королев**, Председатель Совета Директоров Холдинга «ТопПром», и **Василий Иванович Горностаев**, директор по перспективному развитию – начальник управления по угольным активам АО «ТопПром». Руководством была поставлена четкая задача – выйти на стабильную работу и увеличить производственную мощность шахты. Таким образом, проект был успешно реализован за 1,5 года. По словам **Владимира Анатольевича Честнейшина**, генерального директора АО «ТопПром», инвестиции были использованы на приобретение новейшего оборудования, которое полностью соответствует всем горно-геологическим особенностям нового пласта шахты «Юбилейная», а также на проведение строительно-монтажных работ.

За 1,8 года подготовки к реализации проекта была проведена полномасштабная работа. К разработке проектной документации были привлечены специалисты профильных институтов, в том числе сотрудники ОАО «Кузбассгипрошахт» и АО «ВНИМИ». В результате проект был выполнен с учетом требований промышленной безопасности, экологических нормативов, успешно прошел все государственные экспертизы. Главная ставка в проекте была сделана на внедрение передовых технологий и наиболее безопасных методов угледобычи. Для повышения безопасности угледобычи по контуру пласта 15-01 были размещены датчики системы Микон Гео (производство – Россия), обеспечивающие региональный и текущий прогнозы динамических явлений.

Для реализации проекта было создано более 300 новых рабочих мест. Таким образом, с момента подготовки и запуска шахты «Юбилейная» в феврале 2016 г., а также с учетом ввода в эксплуатацию второй очереди шахты Холдингом «ТопПром» создано свыше 1 500 рабочих мест, более 600 сотрудников на предприятии – молодые специалисты. На шахте «Юбилейная» работают в основном жители Новокузнецка и Новокузнецкого района. Планируемая сумма налоговых платежей и отчислений Холдинга «ТопПром» в бюджеты всех уровней в 2018 г. составит 2,1 млрд руб.



В 2019 г. горняки намерены выдать «на-гора» 2,5 млн т угля. Такие планы стали возможными благодаря инвестициям Холдинга «ТопПром». Ведь группа компаний всего за 3,5 года вложила в первую и вторую очереди шахты «Юбилейная» более 10 млрд руб.

Шахта «Юбилейная» – предприятие региона с полувековой историей. Освоение месторождения началось в 1966 г. С 2010 по 2013 гг. шахта пережила консервацию. Именно в 2013 г. шахта «Юбилейная» входит в состав Холдинга «ТопПром», и на предприятии стартуют масштабное техническое перевооружение и реконструкция. А в 2016 г. начинается стабильная добыча угля. Шахта становится частью мощного горно-обогатительного комплекса, в который также входят автотранспортное предприятие «ТрансАвто» и ЦОФ «Щедрухинская».

В рамках подготовки к запуску второй очереди шахты «Юбилейная» было проведено техническое перевооружение и на других предприятиях ГОКа. Для обеспечения бесперебойных поставок угля потребителям на автотранспортном предприятии «ТрансАвто» были приобретены самосвалы Scania, а также обновлен парк погрузочной техники.

Кроме того, на Центральной обогатительной фабрике «Щедрухинская» были увеличены площади угольных складов и приобретено новое оборудование, которое позволит увеличить выход готового концентрата, соответствующего всем заявленным показателям качества.

**Угольный концентрат марки Ж является ценным сырьем для металлургической отрасли промышленности, так как позволяет выпускать высокопрочный структурный кокс, необходимый для производства чугуна.**

По словам **Владимира Анатольевича Честнейшина**, генерального директора АО «ТопПром», главные потребители угольной продукции Холдинга – предприятия металлургического комплекса, для которых особенно важна надежность поставок угольной продукции высокого качества. Именно запуск второй очереди шахты «Юбилейная» позволит добиться стабильной добычи угля, как результат – гарантия реализации угольной продукции и успешное сотрудничество с коксохимическими и металлургическими предприятиями как в России, так и за рубежом.

На торжественном запуске второй очереди шахты «Юбилейная» присутствовали Председатель Совета Директоров Холдинга «ТопПром» **Николай Владимирович Королев** и генеральный директор АО «ТопПром» **Владимир Анатольевич Честнейшин**. Почетными гостями мероприятия



Монтаж оборудования на шахте «Юбилейная»



Генеральный директор АО «ТопПром» В.А. Честнейшин

стали заместитель губернатора Кемеровской области по промышленности, транспорту и экологии **Андрей Анатольевич Панов**, а также первый заместитель главы Новокузнецка по промышленности и городскому хозяйству **Евгений Александрович Бедарев**. Среди гостей также были представители Администраций города и области, поставщики нового оборудования и горняки.

Сегодня руководство Кузбасса ставит перед угольщиками серьезные задачи по добыче черного золота именно подземным способом.

По словам губернатора Кемеровской области **Сергея Евгеньевича Цивилева**, которые прозвучали на международной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» в 2018 г., на сегодняшний день в угледобывающей отрасли региона преобладают работы, которые ведутся открытым способом и приводят к лунному пейзажу, серьезным экологическим проблемам. Сейчас перед угольщиками в регионе стоит новая задача – развитие угольной отрасли с помощью подземного способа угледобычи благодаря высокопроизводительным технологиям и новым стандартам промышленной безопасности.

На церемонии были вручены заслуженные областные, городские и корпоративные награды всем, кто принимал участие в подготовке нового участка угледобычи.

Специально для гостей праздника была организована прямая видеотрансляция запуска второй очереди шахты «Юбилейная».

#### **Наша справка.**

Холдинг «ТопПром» существует на угольном рынке с 2000 года. Основная деятельность предприятия – добыча, переработка и продажа угольной продукции. На сегодняшний день в состав Холдинга «ТопПром» входят управляющая компания «ТопПром», ЦОФ «Щедрухинская», обогатительные фабрики «Коксовая» и «Тайбинская», автотранспортное предприятие «ТрансАвто» и компания «Дикси», основной целью деятельности которой является реализация угольной продукции на экспорт. Угольная продукция предприятий Холдинга «ТопПром» поставляется как на внутренний рынок, так и за рубеж.

Холдинг «ТопПром» намерен и впредь оставаться надежным стратегическим партнером для своих контрагентов и содействовать развитию экономики Кузбасса и России, в том числе в рамках стратегии социально-экономического развития Кемеровской области на период до 2035 г.

# Повышение эффективности и безопасности отработки целиков при камерно-столбовой системе разработки угольных пластов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-16-20>

**ФИЛАТОВ**  
**Юрий Михайлович**  
Канд. техн. наук,  
генеральный директор  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: y.filatov@nc-vostnii.ru



**СЕМЕНЦОВ**  
**Вячеслав Владимирович**  
Канд. техн. наук,  
заведующий лабораторией  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru



**ПРОКОПЕНКО**  
**Сергей Артурович**  
Доктор техн. наук,  
профессор НИ ТПУ,  
ведущий научный сотрудник  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: sibgp@mail.ru



**ЕРМОЛАЕВ**  
**Алексей Михайлович**  
Доктор техн. наук,  
ведущий научный сотрудник  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: e.volodina@nc-vostnii.ru



**СОБОЛЕВ**  
**Виктор Васильевич**  
Доктор техн. наук,  
заместитель  
генерального директора  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: Sobolev567@gmail.com

Применение камерно-столбовой системы разработки угольных пластов в российских шахтах, несмотря на ряд ее преимуществ, до настоящего времени не находит распространения. Сдерживающим фактором выступает существующая технология отработки угольных целиков-столбов, сопровождающаяся высокими уровнями производственной опасности и потерь георесурсов. Применяемые технологические схемы не обеспечивают возможности извлечения более 50-60% запасов столба. В зарубежных шахтах применяется технология с временным удержанием кровли рабочей зоны самоходными крепями, что позволяет повысить уровень извлечения до 90% и более с соблюдением требований безопасности. Освоение отечественными машиностроительными заводами выпуска аналогичных машин с лучшими параметрами позволит развить прогрессивную технологию недропользования.

**Ключевые слова:** шахта, камерно-столбовая отработка, столб, технология, полнота извлечения, самоходная крепь, конструкция.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время камерно-столбовая система разработки угольных пластов используется в следующих российских шахтах: имени В.И. Ленина и «Распадская-Коксовая» в Кузбассе, шахта компании АО «Межегейуголь» в г. Тыве, «Денисовская» в Нерюнгри. Отработка пластов осуществляется в два этапа: добыча угля из выемочных камер с оставлением между ними столбов угля и последующая их отработка обратным ходом [1]. Технология обладает рядом преимуществ перед широко применяемой комплексно-механизированной отработкой длинными столбами: возможность применения в малоприспособных горно-геологических условиях, использование для добычных работ проходческого оборудования, низкие капитальные затраты, гибкость и мобильность технологического комплекса [2].

Угледобычу из камер шириной 6-7 м и длиной 80-150 м осуществляют проходческим комбайном с погрузкой угля на конвейер или в самоходные вагоны. Кровлю и бока выработок крепят анкерами. После проходки 3-5 камер приступают к отработке оставленных между ними столбов угля [3].

Основным сдерживающим фактором применения камерно-столбовой отработки (КСО) в российских шахтах

выступают высокие потери угля на втором этапе [4, 5]. Они обусловлены необходимостью оставления целиков угля в обрабатываемых столбах для временного поддержания кровли и обеспечения безопасности добычных работ.

Учеными и инженерами ведутся научные исследования и разработки по совершенствованию различных аспектов камерно-столбовой отработки угольных пластов [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Однако эффективные технологии и оборудование для бесцеликовой и безопасной отработки угольных столбов при КСО в российских шахтах до сих пор не применяются. Целью статьи является поиск технических возможностей повышения степени отработки угольных столбов с обеспечением условий безопасного ведения горных работ.

### РОССИЙСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ СТОЛБОВ

Отработка угольных столбов (целиков) при КСО в российских шахтах велась и осуществляется в настоящее время по различным технологическим схемам [2, 3, 4, 5]. Основная схема последнего времени предусматривает извлечение угля из столбов проведением в них заходок шириной 6 м и длиной до 12 м проходческим комбайном с погрузкой угля на скребковый конвейер или в самоходный вагон (рис. 1) [13].

Заходки, как правило, располагают под углом 40-50° к оси выемочной камеры для облегчения маневрирования оборудования. Каждую последующую заходку проводят с отступлением от предыдущей на 3-4 м в зависимости от прочности угля и устойчивости кровли. Оставляемые в столбе целики позволяют поддерживать кровлю в зоне обрабатываемой заходки. Для уменьшения размеров целиков и увеличения объема добычи угля иногда в заходках ставят деревянные стойки или рамную крепь [14], что связано с опасностью попадания рабочих под завал.

Оставленные подзавальные целики некоторое время сохраняют свою устойчивость, а затем разрушаются под возрастающей нагрузкой подрабатываемой кровли. Обрушенное пространство перемещается вслед за фронтом добычных работ с некоторым отставанием, определяемым горно-геологическими условиями обрабатываемого массива недр. Потери угля в подзавальных целиках достигают 40-50%, что является вынужденной платой за предотвращение обрушения породы в рабочей зоне.

### ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ СТОЛБОВ

Изучение зарубежных литературных и электронных ресурсов по исследуемой проблеме показало, что для поддержания кровли камер в рабочей зоне КСО при отработке угольных столбов применяются самоходные крепи [15, 16, 17, 18, 19, 20]. Они устанавливаются в выемочной камере в непосредственной близости от проходческого

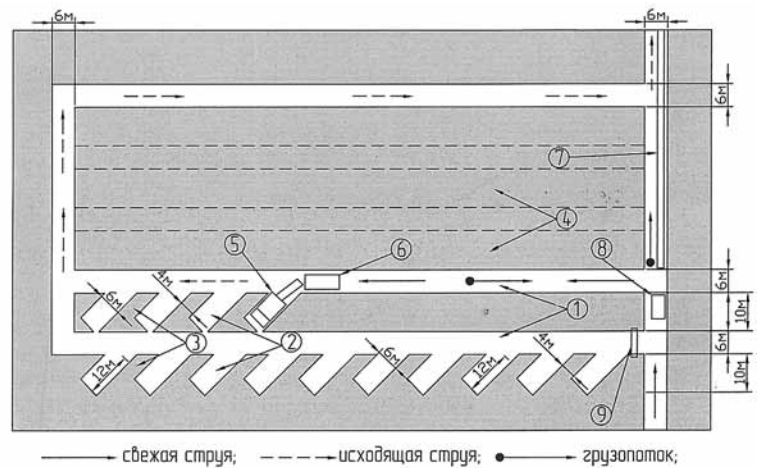


Рис. 1. Технологическая схема отработки угольного столба заходками с оставлением подзавальных целиков: 1 – выемочная камера; 2 – заходки; 3 – подзавальный целик; 4 – междукамерный целик; 5 – проходческий комбайн; 6 – самоходный вагон; 7 – скребковый конвейер; 8 – самоходный анкероустановщик; 9 – изоляционная перегородка

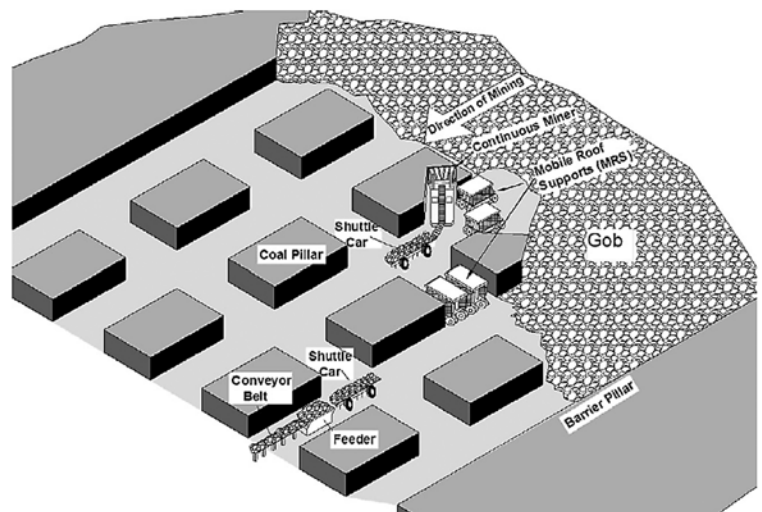


Рис. 2. Отработка угольного столба заходками без оставления подзавальных целиков

комбайна и обеспечивают временное поддержание пород кровли в зоне его работы. Это позволяет обрабатывать столбы практически без целиков и достигать высокой полноты выемки угля [17].

В шахтах США, Австралии, ЮАР и других стран поддержание кровли в зоне отработки угольного столба передвижными крепями MRS предусматривает их установку в количестве 2-3 штук в линию, согласованную с осью добычной заходки (рис. 2) [18].

Под прикрытием крепей комбайн ведет добычу угля из первой заходки. Затем он переходит к устью второй заходки. На ближней от него крепи опускают поддерживающий козырек и перемещают ее в новое положение, где козырек распирают в кровлю. Также поступают с дальней к комбайну крепью. Передвижка крепей по выработке позволяет переместить линию поддержания кровли к комбайну, затем он приступает к отработке следующей заходки. Столб угля по такой схеме может быть отработан до состояния, показанного на рис. 3 [19].

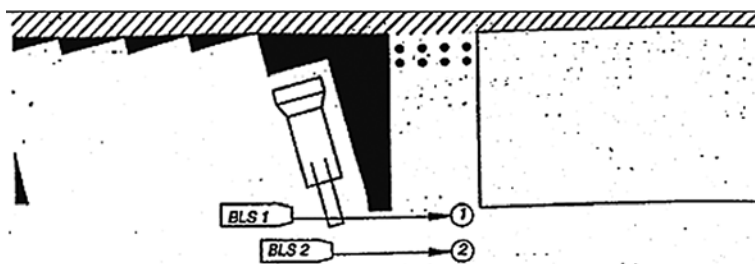


Рис. 3. Остатки угольного столба после его отработки

При таком проведении заходок обеспечивается практически полная выемка угля без оставления целиков между ними. Потери угля в выемочной панели удастся минимизировать до уровня 8-10% [20].

### КОНСТРУКЦИЯ САМОХОДНОЙ КРЕПИ

Самоходная крепь представляет собой электрогидравлический гусеничный агрегат. Четыре гидроцилиндра установлены на гусеничную тележку и поддерживают распорный козырек (рис. 4) [21].

Гидроцилиндры рассчитаны на нагрузку 181 т, обеспечивая в сумме несущую способность 727 т. Для подъема гидроцилиндров используют электрический масляный насос, приводимый в действие двигателем мощностью 55 кВт. Козырек выполнен из высокопрочной стали толщиной 35 мм, что предохраняет его от деформации. Высота подъема козырька составляет 1,6-5 м. Гусеницы приводятся во вращение ходовым гидравлическим двигателем. Управление крепью осуществляют дистанционно с расстояния до 100 м.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИЙСКИХ ШАХТ

Появление в российских шахтах зарубежного прогрессивного оборудования позволит расширить применение КСО на низкотехнологичных участках с высокой нарушенностью пластов, невыдержанной гипсометрией, малыми размерами и другим, которые в настоящее время исключаются из сферы освоения [22]. Однако экономическая оценка показывает, что приобретение импортных самоходных крепей российскими шахтами влечет для них значительные денежные затраты вследствие высокой отпускной цены оборудования, затрат на доставку из-за границы, таможенных пошлин, сервисных издержек. Комплект из четырех крепей марки MRS компании «J.H.Fletcher & Co. Huntington, WV» (USA) обойдется кузбасской шахте в сумму порядка 200 млн руб. При этом самоходные крепи представляют собой опасные технические объекты вследствие наличия в них электродвигателей, насоса высокого давления, электрических подводящих кабелей. В случае аварии они выступают источниками повышенной опасности для персонала.

В то же время исследование условий применения рассмотренных крепей в шахте показало, что они перемещаются вдоль выработок по прямым траекториям [15, 23]. Их функция заключается в поочередном и совместном поддержании линии обрушения кровли в рабочей зоне. Это означает, что возможно применение крепей без оснащения их ходовым двигателем с периодическим перемещением по выработке тяговыми устройствами (лебедка, комбайн).

В ряде статей авторы отмечают, что самоходные крепи используют на треть заявленной несущей способности [18, 20]. Они применяются для кратковременного удержания пород непосредственной кровли. Это обстоятельство позволяет рассмотреть возможность замены гидравлической распорной системы на пневматическую, менее опасную и более дешевую.

Выявленные технологические возможности мобильных крепей и пути их конструктивного совершенствования выступают технологическим вызовом отечественным машиностроительным заводам. Введение ограничений на экспорт-импорт продукции машиностроения в Россию открывает рыночную нишу российским производителям горного оборудования по разработке и изготовлению прогрессивных конструкций временных крепей для КСО.

### ВЫВОДЫ

1. Существующие в российских угольных шахтах технологические схемы камерно-столбовой отработки угольных пластов позволяют извлекать не более 50-60% ответвленных запасов георесурсов. Основные потери угля приходятся на подзавальные целики, необходимость оставления которых обусловлена условиями безопасного ведения горных работ.

2. Повысить уровень извлечения угля до 90% и более позволяет технология с применением самоходных крепей,



Рис. 4. Общий вид самоходной американской крепи MRS (а) и размещение крепей в выработке (б)

выпускаемых зарубежными компаниями. Конструктивно крепь представляет собой электро-гидравлический гусеничный агрегат с распорным козырьком для поддержания кровли выработки в зоне отработки угольного столба.

3. Анализ условий применения самоходных крепей показал возможность их конструктивного упрощения и удешевления. Реализация политики импортозамещения открывает отечественным ученым и конструкторам рыночную нишу по разработке более прогрессивных вариантов мобильных поддерживающих крепей для предложения к освоению российскими машиностроительными заводами.

4. Появление в российских шахтах прогрессивного оборудования позволит повысить полноту и безопасность отработки георесурсов угольных месторождений камерно-столбовой системой и расширить область ее применения.

### Список литературы

1. К вопросу отработки удароопасных угольных пластов короткими забоями / Д.В. Яковлев, В.П. Баскаков, М.А. Розенбаум, С.И. Калинин // Уголь. 2015. № 7. С. 13-16. URL: <http://www.ugoinfo.ru/Free/072015.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).
2. Оработка мощных угольных пластов, опасных по газодинамическим явлениям, системой коротких забоев / В.П. Баскаков, М.А. Розенбаум, С.И. Калинин и др. // Уголь. 2015. № 11. С. 17-20. URL: <http://www.ugoinfo.ru/Free/112015.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).
3. Изоляция отработанных камер при выемке угля системой коротких забоев / В.П. Баскаков, В.Г. Игишев, В.В. Семенов, М.С. Добровольский // Уголь. 2016. № 4. С. 44-47. URL: <http://www.ugoinfo.ru/Free/042016.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).
4. Применение системы коротких забоев при отработке угольных пластов, склонных к динамическим явлениям / В.В. Семенов, М.С. Добровольский, Е.В. Нифанов, М.П. Шабалин // Вестник НЦ ВостНИИ. 2017. № 2. С. 27-31.
5. Вартапов А.З., Петров И.В., Федаш А.В. Научно-методические основы принятия проектных решений по комбинированной отработке пластов длинными и короткими забоями на угледобывающих предприятиях // Уголь. 2015. № 10. С. 30-34. URL: <http://www.ugoinfo.ru/Free/102015.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).
6. Черепов А.А., Ширяев С.Н., Кулак В.Ю. Исследование распределения напряжений и деформаций геомассива при камерно-столбовой системе разработки мощного пологого угольного пласта // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 9. С.170-178.
7. Prokopenko S.A., Kurzina I.A., Lesin Yu.V. Prospects for improvement of mining machines' cutting picks // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 124. N 1. Article number 012134. Pp. 1-5. doi: 10.1088/1757-899X/124/1/012134.
8. Выбор анкерной крепи для выработок, склонных к горным ударам / В.Н. Лушников, В.А. Еременко, М.П. Сэнди, М.А. Косырева // ФТПРПИ. 2017. № 3. С. 86-96.
9. Prokopenko S.A., Ludzish V.S., Li A.A. Recycling possibilities for reducing waste from cutters on combined cutter-loaders and road builders // Waste Management & Research. 2017. Vol. 35(12), Pp. 1278–1284. doi: 10.1177/0734242X17731154.
10. Роботизированные геотехнологии как путь повышения эффективности и экологизации освоения недр / М.В. Рыльникова, Д.Я. Владимиров, И.А. Пыталев, Т.М. Попова // ФТПРПИ, 2017. № 1. С. 92-101.
11. Прокопенко С.А. Угольная энергетика – передовые технологии // Уголь. 2005. № 7. С. 55-57.
12. Корнилов С.В., Яковлев В.Л. О методологическом подходе к исследованиям в области освоения недр на основе системности, комплексности, междисциплинарности и инновационной направленности // Горный журнал. 2015. № 1. С.4-9.
13. Анализ удароопасности и рекомендации по ее снижению. Определение оптимальных размеров междукамерных целиков / Отчет о НИР. Руководитель НИ-ПКП «Угольные технологии Кузбасса», филиал КузГТУ в г. Прокопьевске С.И. Калинин. Прокопьевск, 2015. 214 с.
14. Тащиенко В.П. Научное обоснование и разработка технологических схем отработки пологих и наклонных угольных пластов короткими очистными забоями на шахтах Кузбасса: автореф. ... дисс. докт. техн. наук. М., 2003. 42 с.
15. Lind G.H. Key success elements of coal pillar extraction in New South Wales // The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy. 2002. Pp. 199-205.
16. Mark C., Chase F.E. Analysis of retreat mining pillar stability (ARMPS) / Paper presented at the seminar on new technology for ground control in retreat mining, Pittsburgh. U.S. Bureau of Mines, 1997. Pp. 17-34.
17. McTyer K., Sutherland T. The Duncan Method of Partial Pillar Extraction at Tasman Mine / 11th Underground Coal Operators' Conference, University of Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2011. Pp. 8-15.
18. Galvin J.M. Pillar Extraction. In: Ground Engineering – Principles and Practices for Underground Coal Mining. Springer, Cham. 2016. Pp. 309-358.
19. Mark C., Zelanko, J. Sizing of final stumps for safer pillar extraction / 20th International Conference on Ground Control in Mining Morgantown. Virginia, USA, August 2001. Pp. 59-66.
20. Maleki H., Owens J., Endicott M. Field evaluation of mobile roof support technologies / Paper presented at the 20th international conference on ground control in mining, Morgantown, WV. West Virginia University, 2001. Pp. 67–77. URL: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/feomr.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).
21. Wilson H.G. Mobile Roof Support for Retreat Mining / Paper in 10th International Conference on Ground Control in Mining, Proceedings, ed. by S. Peng (Morgantown, WV, June 10-12, 1991). Dept. of Min. Eng., WV Univ., 1991. Pp. 103-114.
22. Шаклеин С.В., Писарева М.В. Подходы к обоснованию концепции развития минерально-сырьевой базы Кузнецкого угольного бассейна // Рациональное освоение недр. 2013. № 2. С. 38-40.
23. Howe L. A Decade of Mobile Roof Support Application in the United States / Paper in Proceedings, 17th International Conference on Ground Control in Mining, ed. by S.S. Peng (Morgantown, WV, Aug. 4-6, 1998). Dept. of Mining Engineering, WV Univ., 1998. Pp. 187-201.

UDC 622.273.3:622.285 © Yu.M. Filatov, V.V. Sementsov, S.A. Prokopenko, A.M. Ermolaev, V.V. Sobolev, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 16-20

## Title

## EFFICIENCY AND SAFETY IMPROVEMENT OF PILLAR RECOVERY DURING ROOM AND PILLAR COAL MINING

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-16-20>

## Authors

Filatov Yu.M.<sup>1</sup>, Sementsov V.V.<sup>1</sup>, Prokopenko S.A.<sup>1,2</sup>, Ermolaev A.M.<sup>1</sup>, Sobolev V.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> "Scientific Centre "VostNII" for Industrial and Environmental Safety in Mining Industry" JSC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

<sup>2</sup> National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 634050, Russian Federation

## Authors' Information

**Filatov Yu.M.**, PhD (Engineering), General Director,  
e-mail: [y.filatov@nc-vostnii.ru](mailto:y.filatov@nc-vostnii.ru)

**Sementsov V.V.**, PhD (Engineering), Mining Geomechanical laboratory Head,  
e-mail: [v.sementsov@nc-vostnii.ru](mailto:v.sementsov@nc-vostnii.ru)

**Prokopenko S.A.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Leading Researcher, e-mail: [sibgp@mail.ru](mailto:sibgp@mail.ru)

**Ermolaev A.M.**, Doctor of Engineering Sciences, Leading Researcher,  
e-mail: [e.volodina@nc-vostnii.ru](mailto:e.volodina@nc-vostnii.ru)

**Sobolev V.V.**, Doctor of Engineering Science, Deputy General Director,  
e-mail: [Sobolev567@gmail.com](mailto:Sobolev567@gmail.com)

## Abstract

Room-and-pillar mining for the coal seams development in Russian mines still isn't popular despite a variety of its advantages. The existing technology of coal pillar extraction is the limiting factor, followed by high levels of both industrial hazards and losses of geo-resources. Applying technological schemes do not provide extraction of the longwall block for more than 50-60%. Other countries use the technology with temporary holding the roof of the working area with self-propelled supports, which makes it possible to increase the recovery rate to 90% or more in compliance with safety requirements. Assimilation the production of similar machines with the best parameters by domestic machine-building plants allows developing advanced technology of subsoil use.

## Keywords

Mine, Room and pillar mining, Development, Construction, Self-propelled support, Coal seam, Roof, Technology.

## References

1. Yakovlev D.V., Baskakov V.P., Rozenbaum M.A. & Kalinin S.I. K voprosu otrabotki udaroopasnykh ugol'nykh plastov korotkimi zaboyami [On short-wall mining of bump hazardous coal beds]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 7, Pp. 13-16. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072015.pdf> (accessed 15.11.2018).
2. Baskakov V.P., Rozenbaum M.A., Kalinin S.I., Sementsov V.V. & Dobrovolskiy M.S. Otrabotka moshhnykh ugol'nykh plastov, opasnykh po gazodinamicheskim yavleniyam, sistemoy korotkikh zaboev [Thick seam mining unsafe gas-dynamic, system short working faces]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 11, Pp. 17-20. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112015.pdf> (accessed 15.11.2018).
3. Baskakov V.P., Igishev V.G., Sementsov V.V. & Dobrovolskiy M.S. Izolyatsiya otrabotannykh kamer pri vyemke uglia sistemoy korotkikh zaboev [Insulation used chamber at coal mining system of short working faces]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 4, Pp. 44-47. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/042016.pdf> (accessed 15.11.2018).
4. Sementsov V.V., Dobrovolskiy M.S., Nifanov E.V. & Shabalin M.P. Primenenie sistemy korotkikh zaboev pri otrabotke ugol'nykh plastov, sklonnykh k dinamicheskim yavleniyam [Application of the shortwall face system when developing coal seams prone to dynamic phenomena]. *Vestnik NTS VostNII – Bulletin of Scientific Centre VostNII*, 2017, No. 2, Pp. 27-31.
5. Vartanov A.Z., Petrov I.V. & Fedash A.V. Nauchno-metodicheskie osnovy prinyatiya proektnykh reshenij po kombinirovannoy otrabotke plastov dlinnymi i korotkimi zaboyami na ugledobyvayushhikh predpriyatiyakh [Scientific and methodical foundations for making design solutions on the integrated reservoir work-out by long and short faces at coal mines]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 10, Pp. 30-34. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102015.pdf> (accessed 15.11.2018).
6. Cherepov A.A., Shiryayev S.N. & Kulak V.Yu. Issledovanie raspredeleniya napryazhenij i deformatsij geomassiva pri kamerno-stolbovoy sisteme razrabotki moshhnogo pologogo ugol'nogo plasta [Stress and strain distribution in geomass under room-and-pillar mining of a thick gently dipping coal bed]. *Gornyye Informatsionno-Analiticheskiy Bulletin' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2017, No. 9, Pp. 170-178.
7. Prokopenko S.A., Kurzina I.A. & Lesin Yu.V. Prospects for improvement of mining machines' cutting picks. *IOP Conference Series: Materials Science and Engi-*

*neering*, 2016, Vol. 124, No. 1. Article number 012134, Pp. 1-5. doi: 10.1088/1757-899X/124/1/012134.

8. Louchnikov V.N., Eremenko V.A., Sandy M.P. & Kosyrev M.A. Vybora ankeroy krepki dlya vyrabotok, sklonnykh k gornym udaram [Rock Bolting Design for Mines Exposed to Rockburst Hazard]. *Journal of Mining Science*, 2017, No. 3, Pp. 86-96.

9. Prokopenko S.A., Ludzish V.S. & Li A.A. Recycling possibilities for reducing waste from cutters on combined cutter-loaders and road builders. *Waste Management & Research*, 2017, Vol. 35(12), Pp. 1278-1284. doi: 10.1177/0734242X17731154.

10. Роботизированные геотехнологии как путь повышения эффективности и экологизации освоения недр / М.В. Рыльникова, Д.Я. Владимиров, И.А. Пыталев, Т.М. Попова // ФТПРПИ, 2017. № 1. С. 92-101.

10. Rylnikova M.V., Vladimirov D.Ya., Pytalev I.A. & Popova T.M. Robotizirovannyye geotekhnologii kak put' povysheniya ehffektivnosti i ehkologizatsii osvoeniya nedr [Robotic Geotechnologies as Way of Improving Efficiency and Ecologization of Mineral Resource Management]. *Journal of Mining Science*, 2017, No. 1, Pp. 92-101.

11. Prokopenko S.A. To coal power – high technologies. *Ugol'*, 2005, No. 7, pp. 55-57.

12. Kornilov S.V. & Yakovlev V.L. O metodologicheskoy podkhode k issledovaniyam v oblasti osvoeniya nedr na osnove sistemnosti, kompleksnosti, mezhdistsiplinarnosti i innovatsionnoy napravlenosti [Methodology-based approach to the research in the area of mineral exploration and mining based on systematic, integrated, inter-disciplinary and innovation strategy]. *Gornyy Zhurnal – Mining Journal*, 2015, No. 1, Pp. 4-9.

13. Analiz udaroopasnosti i rekomendatsii po ee snizheniyu. Opredelenie optimal'nykh razmerov mezhdudukamernykh tselikov [Analysis of impact and recommendations for reducing it. Determination of the optimal dimensions of inter-chamber ends]. Report on research work. Kalinin S.I., Head of NI-PPK "Coal Technologies of Kuzbass", branch of KuzGTU in Prokopyevsk, Prokopyevsk, 2015, 214 p.

14. Tatsienko V.P. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka tekhnologicheskikh skhem otrabotki pologikh i naklonnykh ugol'nykh plastov korotkimi ochistnyimizaboyami na shakhtakh Kuzbassa. Diss. dokt. techn. Nauk [Scientific substantiation and development of technological schemes for mining shallow and inclined coal seams with short cleaning faces in the mines of Kuzbass. Dr. eng. sci. diss.]. Moscow, 2003, 42 p.

15. Lind G.H. Key success elements of coal pillar extraction in New South Wales. *The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*, 2002, Pp. 199-205.

16. Mark C. & Chase F.E. Analysis of retreat mining pillar stability (ARMPS). Paper presented at the seminar on new technology for ground control in retreat mining, Pittsburgh, U.S. Bureau of Mines, 1997, Pp. 17-34.

17. McTyer K. & Sutherland T. The Duncan Method of Partial Pillar Extraction at Tasman Mine. 11th Underground Coal Operators' Conference, University of Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2011, Pp. 8-15.

18. Galvin J.M. Pillar Extraction. In: *Ground Engineering – Principles and Practices for Underground Coal Mining*. Springer, Cham., 2016, Pp. 309-358.

19. Mark C. & Zelanko J. Sizing of final stumps for safer pillar extraction. 20th International Conference on Ground Control in Mining Morgantown, Virginia, USA, August 2001, Pp. 59-66.

20. Maleki H., Owens J. & Endicott M. Field evaluation of mobile roof support technologies. Paper presented at the 20th international conference on ground control in mining, Morgantown, WV, West Virginia University, 2001, Pp. 67-77. Available at: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/feomr.pdf> (accessed 15.11.2018).

21. Wilson H.G. Mobile Roof Support for Retreat Mining. Paper in 10th International Conference on Ground Control in Mining, Proceedings, ed. by S. Peng (Morgantown, WV, June 10-12, 1991). Dept. of Min. Eng., WV Univ., 1991, Pp. 103-114.

22. Shaklein S.V. & Pisareva M.V. Podkhody k obosnovaniyu kontseptsii razvitiya mineral'no-syr'evoy bazy Kuznetskogo ugol'nogo bassejna [Approaches to the rationale of the concept of development of the mineral-raw material basis of the Kuznetsk coal-basin]. *Ratsional'noe osvoenie nedr – Rational development of mineral resources*, 2013, No. 2, Pp. 38-40.

23. Howe L. A Decade of Mobile Roof Support Application in the United States. Paper in Proceedings, 17th International Conference on Ground Control in Mining, ed. by S.S. Peng (Morgantown, WV, Aug. 4-6, 1998). Dept. of Mining Engineering, WV Univ., 1998, Pp. 187-201.

# Обоснование возможности применения анкерной крепи горных выработок в условиях обводненных и ослабленных пород

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-21-25>

*В статье освещены результаты оценки возможности применения анкерной крепи в качестве основного вида крепления при поддержании горных выработок в особо сложных горно-геологических условиях, с прочностью пород, не позволяющей применять анкерную крепь.*

**Ключевые слова:** горные выработки, анкерная крепь, горно-геологические условия, прочность пород, крепление выработок, упрочнение массива.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, в соответствии с п. 1 приложения № 10 к Инструкции [1], в слабых, трещиноватых и тонкослоистых породах (с расчетной прочностью пород кровли менее 25 МПа и угля – менее 10 МПа, пород в боках – менее 20 МПа и угля – менее 6 МПа) анкерная крепь, в сочетании с металлическими подхватами и решетчатыми затяжками, применяется только при условии упрочнения нагнетанием вяжущих растворов с доведением расчетного сопротивления  $R_c$  до вышеназванных величин. В связи с этим анкерная крепь в сложных горно-геологических условиях АО «Воркутауголь» СП «Шахта «Воргашорская» не применяется, и основным видом крепи на настоящий момент является рамная крепь, что влечет за собой низкие показатели темпов проведения горных выработок, значительный объем потребления материальных и физических ресурсов и, как следствие, высокие финансовые затраты.

На основании этого специалистами ООО «РАНК 2» в сотрудничестве с техническими службами шахты, было принято решение провести комплексные научно-прикладные исследования с детальным изучением фактических горно-геологических условий и определением возможности применения анкерного крепления [2].

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АНКЕРОВ

Проведенная оценка горно-геологических условий конвейерного штрека № 141-ю показывает, что:

- ложная кровля выработки представляет собой легкообрушаемый слой аргиллита мощностью до 0,7 м;
- выявлено наличие сильнотрещиноватой слабоустойчивой кровли, примыкающей к зоне тектонических нарушений;
- непосредственная кровля представлена алевролитом и способна расслаиваться по напластованию до тонкоплитчатого состояния;

## ДУДИН Артем Александрович

Заместитель директора по инженерно-исследовательской работе  
ООО НИЦ-ИПГП «РАНК»,  
650992, г. Кемерово, Россия,  
тел.: +7 (905) 968-82-97,  
e-mail: pf.nits-ipgp@yandex.ru

## ВАХРУШЕВ Евгений Владимирович

Начальник проектного отдела  
ООО НИЦ-ИПГП «РАНК»,  
650992, г. Кемерово, Россия

## ЗЛОБИН Семен Евгеньевич

Инженер-проектировщик  
ООО НИЦ-ИПГП «РАНК»,  
650992, г. Кемерово, Россия

## ПРОКОФЬЕВ Андрей Станиславович

Главный инженер  
СП «Шахта «Воргашорская»,  
169933, г. Воркута, Россия

## ПАЙКИН Денис Игоревич

Заместитель технического директора АО «Воркутауголь»,  
169908, г. Воркута, Россия

## ЛЫСЕНКО Максим Владимирович

Заместитель директора по научной работе и инновациям ООО НИЦ-ИПГП «РАНК»,  
650992, г. Кемерово, Россия,  
тел.: +7 (913) 323-33-73,  
e-mail: limak2@yandex.ru

– водоприток подготовительных выработок составляет 5-10 м<sup>3</sup>/час, а также присутствует струйчатый капеж в забое горной выработки.

На основании исследований, проведенных на конвейерном штреке № 141-ю, установлено:

- фактическая крепость пород по результатам отбора керн на участке конвейерного штрека № 141-ю (ПК15+2м) с учетом влияния обводненности равна 2,2 по М.М. Прото-

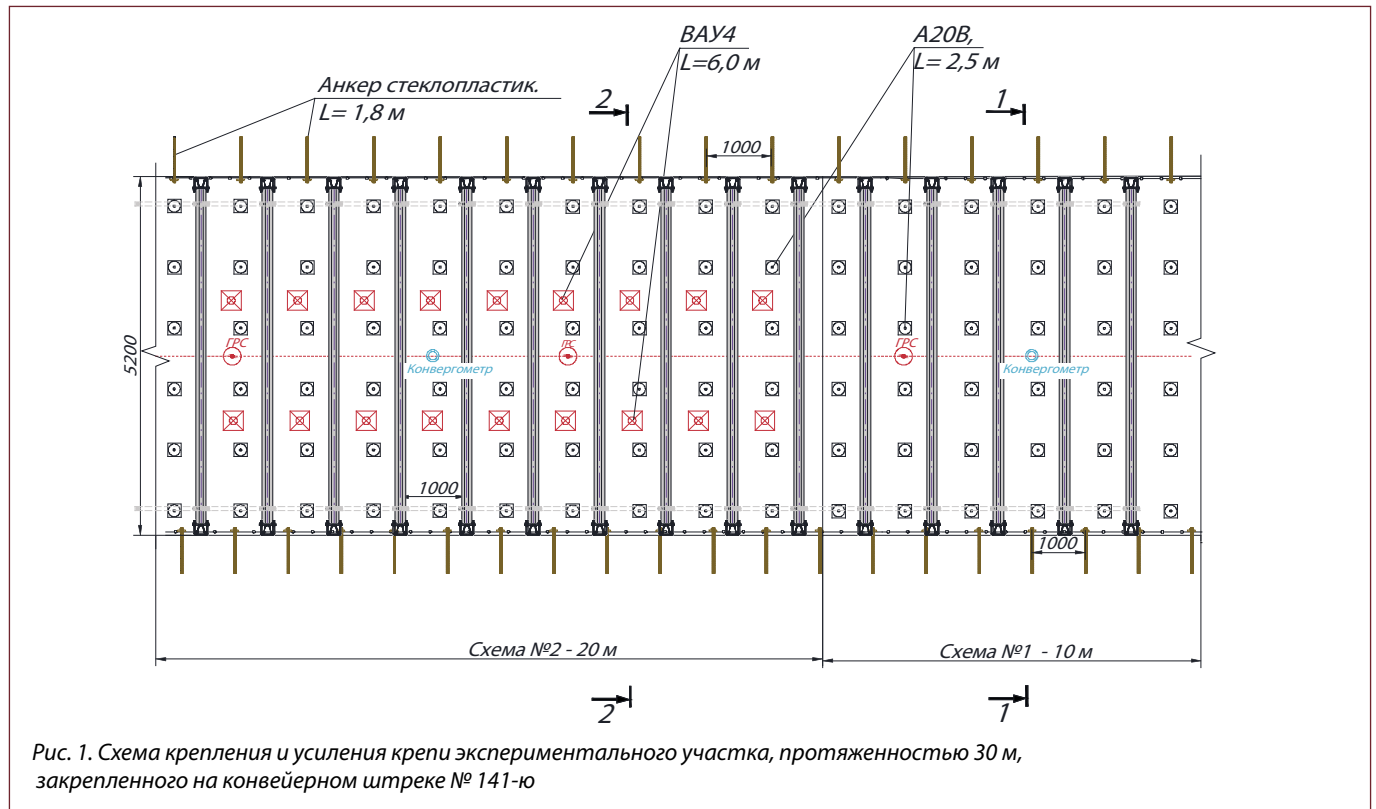


Рис. 1. Схема крепления и усиления крепи экспериментального участка, протяженностью 30 м, закрепленного на конвейерном штреке № 141-ю

для которого, что является недопустимым для применения только анкерной крепи, в связи с чем был выполнен расчет параметров комбинированной крепи;

– максимальная глубина распространения трещиноватости массива вмещающих пород горной выработки составляет 2,07 м.

Для оценки возможности применения анкеров в качестве основного вида крепи конвейерного штрека № 141-ю был закреплен экспериментальный участок по специальной технологии – работы по креплению экспериментального участка анкерами выполнялись под защитой рамной крепи МТПШ [3]. С целью обеспечения «чистоты» эксперимента верхняя и стойки рамной крепи устанавливались таким образом, чтобы отсутствовал их непосредственный контакт с кровлей и боками выработки [4].

Мониторинг смещений пород кровли осуществлялся вне зоны влияния очистного забоя посредством установки глубинных реперов РГЗ с шагом 5 м. Для измерения смещений кровли и почвы, а также контроля состояния закрепленного приконтурного массива горных пород были установлены конвергометры КШ1.

Схема крепления экспериментального участка представлена на рис. 1. На протяжении периода обследования показания смещений конвергометров не превысили 3 мм (рис. 2, 3). Смещения почвы выявлены не были. Смещения датчиков РГЗ также не превышали 3 мм.

При детальном анализе ствола скважины, отбуренной в кровле конвейерного штрека № 141-ю (ПК20+3 м) установлено, что раскрытие трещины отрыва не превышает 5 мм (рис. 4).

Так как анкерная крепь в сочетании с металлическими подхватками и решетчатыми затяжками применяется при условии упрочнения пород и угля путем нагнетания в них вяжущих растворов с доведением расчет-



Рис. 2. Показания смещений конвергометра №1 за период обследования



Рис. 3. Показания смещений конвергометра №2 за период обследования



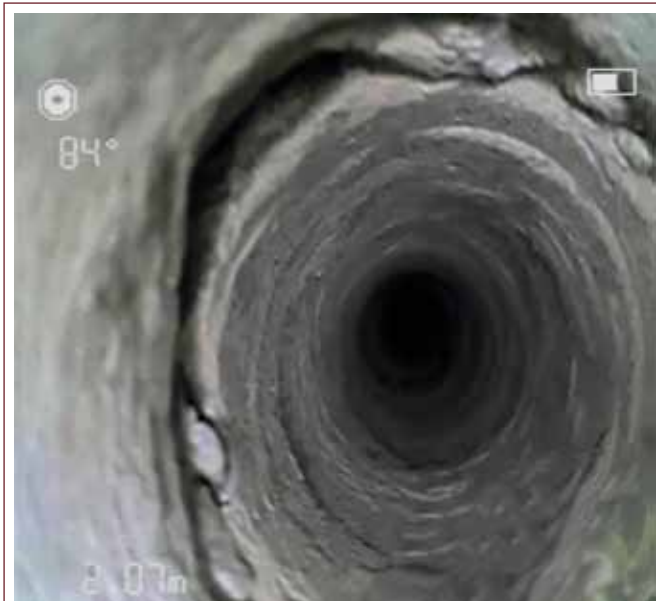


Рис. 4. Субгоризонтальная трещина отрыва полуоткрытого типа в скважине №2 (ПК20+3) на глубине 2,07 м

ного сопротивления  $R_c$  до 25 МПа, в соответствии с п. 1 приложения № 10 [1], а также с учетом данных видеоскопических исследований был выполнен расчет необходимого количества скрепляющего состава для упрочнения приконтурного массива [5, 6]:

$$\frac{d_c}{d_{ск} - d_a} = \frac{15,2}{28 - 22} = 2,5,$$

где  $d_c$  – диаметр стержня анкера, мм;  $d_{ск}$  – диаметр скважины (шпура), мм;  $d_a$  – диаметр ампулы, мм.

На основании проведенных исследований и натуральных испытаний [7] известно, что распределение скрепляющего состава по трещине осуществляется не менее чем на ширину выработки ( $B_{тр}$ ) – 5,2 м. По результатам видеоскопических исследований скважин установлено, что раскрытие трещины отрыва ( $h_{тр}$ ) составляет не более 5 мм. Таким образом, необходимый объем заполнения трещины составит:

$$V_{тр} = B \cdot h_{тр} \cdot n = 5,2 \cdot 0,005 \cdot 1 = 0,026 \text{ м}^3 = 26 \text{ л},$$

где  $B$  – ширина выработки, м;  $h_{тр}$  – величина раскрытия трещины, м;  $n$  – шаг установки крепи, м.

Согласно номограмме, приведенной на рис. 5, длина закрепления стержня в шпуре ( $l_{зак}$ ) составляет 1,4 м. Для определения величины заполнения массива скрепляющим составом, необходимо вычислить расстояние от устья шпура до закрепляющей втулки анкера ( $l_{ан}$ ):

$$l_{ан} = L - l_{зак} - l_b = 6 - 1,4 - 0,2 = 4,4 \text{ м},$$

где  $l_{ан}$  – расстояние от устья шпура до закрепляющей втулки анкера, м;  $L$  – длина скважины (шпура),  $L = 6$  м;  $l_{зак}$  – длина закрепления стержня в шпуре, м;  $l_b$  – длина выступающей части анкера (0,2 м).

Исходя из полученных данных, можно высчитать объем необходимого количества скрепляющего состава на одну скважину ( $V_{см}$ ):

$$V_{см} = (\Phi_{скв} - \Phi_{анк}) \cdot l_{ан} \cdot n = (28 - 15,2) \cdot 4400 \cdot 1 = 56320 \text{ мм}^3 = 0,056 \text{ м}^3 = 56 \text{ л}$$

Необходимый объем скрепляющего состава на 1 п.м с учетом заполнения трещиноватости пород составит:

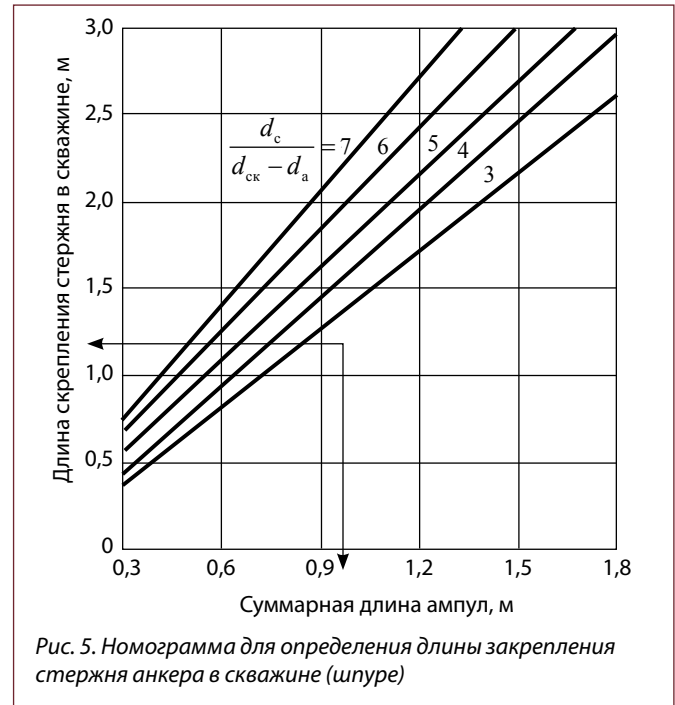


Рис. 5. Номограмма для определения длины закрепления стержня анкера в скважине (шпуре)

$$V_{сумм} = V_{см} + V_{тр} = 26 + 56 = 82 \text{ л}$$

Необходимый объем скрепляющего состава на 1 м<sup>2</sup> с учетом заполнения трещиноватости пород составит:

$$V_{сумм.уд} = \frac{V_{сумм}}{B} = \frac{82}{5,2} = 15,8$$

Комплект двухкомпонентной инъекционной смолы типа Беведол WX – Беведан [8] составляет ~ 65 л. С учетом опыта упрочнения скрепляющими составами приконтурного массива в подобных условиях [9], принимаем два комплекта двухкомпонентной инъекционной смолы на 1 скважину, суммарным объемом 130 л. Принятый документацией объем смолы больше, чем расчетное значение количества смолы (130 л > 82 л). Это свидетельствует о том, что данное количество полностью обеспечивает упрочнение 1 п.м. выработки [10]. Схема упрочнения массива представлена на рис. 6.

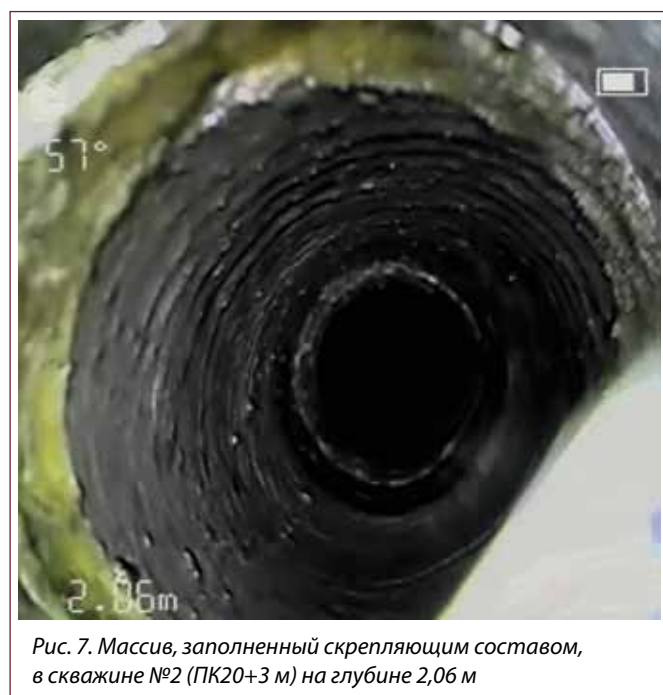
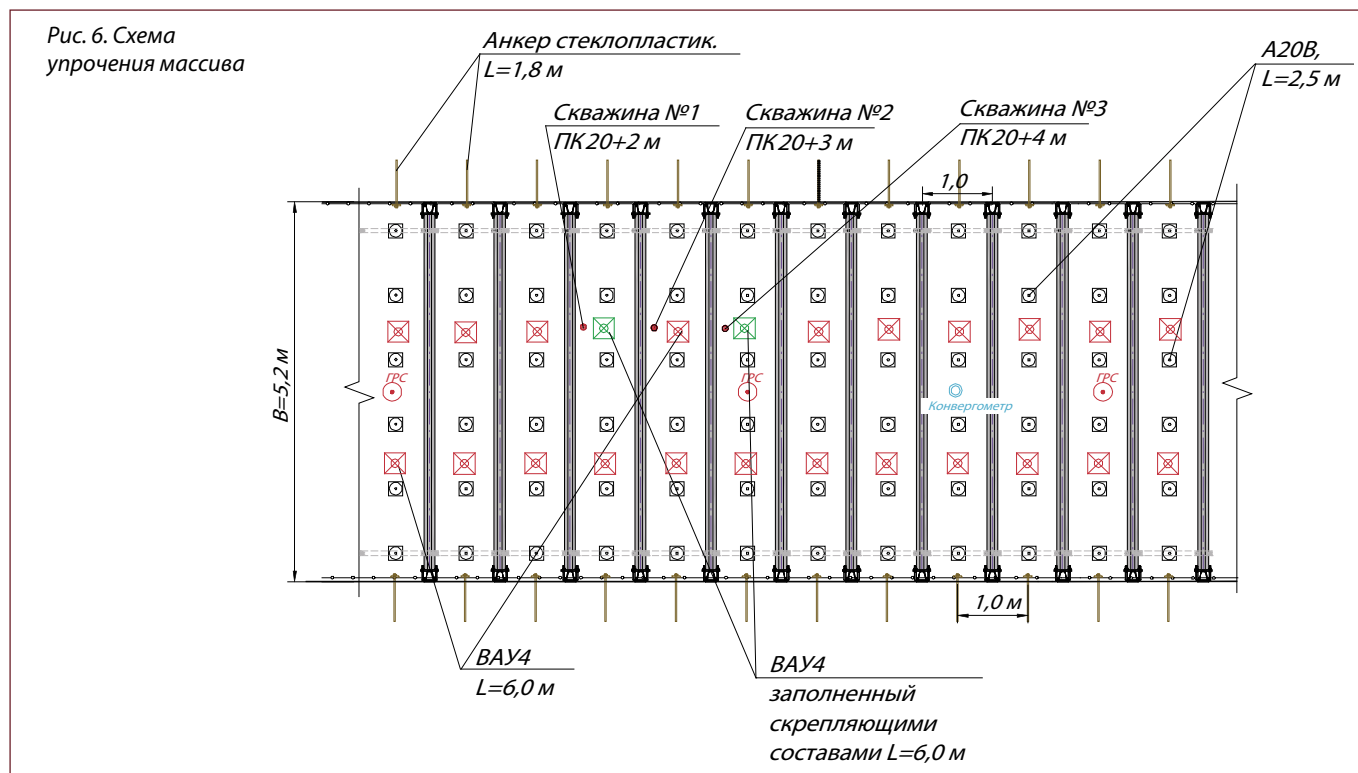
Для подтверждения полученных данных, было выполнено повторное видеоскопическое обследование скважины № 2 (рис. 7) после упрочнения массива.

По данным ИЦ АО «Воркутауголь», в результате определения физико-механических свойств горных пород на экспериментальном участке после упрочнения массива было установлено, что нагнетание вяжущих составов в кровлю выработки способствовало повышению крепости вмещающих пород до  $f = 4,2$  по М.М. Протодьяконову на глубине 2,5-2,9 м, что создало благоприятные условия для применения анкерной крепи.

## ВЫВОДЫ

Применение двухуровневой схемы анкерной крепи в горно-геологических условиях АО «Воркутауголь» СП «Шахта «Воргашорская» показало свою работоспособность и эффективность при оптимально подобранных параметрах крепления выработок и упрочнения массива на основании фактических данных, полученных при проведении исследований.

Технология нагнетания вяжущих растворов в массив, при параметрах упрочнения, рассчитанных по фактическим горно-геологическим данным, создает благоприят-



ные условия для применения анкерной крепи в сложных горно-геологических условиях.

Применение технологии двухуровневой схемы крепления горных выработок с нагнетанием вяжущих растворов, разработанной на основании результатов проведенных исследований, позволило:

- более чем на 30% повысить темпы проведения горных выработок в сложных горно-геологических условиях АО «Воркутауголь» СП «Шахта «Воргашорская»;
- повысить уровень механизации работ по креплению;
- снизить трудоемкость выполнения работ при креплении выработок;
- увеличить уровень безопасности ведения горных работ.

### Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 42. М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. 186 с.
2. Иванов И.Е. Совершенствование метода прогнозирования зон обрушений пород непосредственной кровли в очистных забоях тонких пологих пластов: дисс.... канд. техн. наук: 05.15.11 / И.Е. Иванов. Донецк, 2000. 337 с.
3. Инструкция по выбору рамных податливых крепей горных выработок. СПб: ВНИМИ, 1991. 125 с.
4. Физико-технические свойства горных пород и углей / Г.Г. Штумпф, Ю.А. Рыжков, В.А. Шаламанов, А.И. Петров. М.: Недра, 1994. 447 с.
5. Управление состоянием массива пород при подземной геотехнологии. Учебное пособие / Ю.А. Боровков, Т.С. Спиритина. М.: Лань, 2018. 337 с.
6. Семенов С.Н. Новые методы заполнения закрепного пространства горизонтальных горных выработок в условиях проходки и увеличения безопасности труда при ликвидации вывалообразования на шахтах Донского ГОКа // Проблемы недропользования: материалы V Всерос. молодежной науч.-практ. конф. Екатеринбург: ИГД СО РАН, 2011. С. 478–484.
7. Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining. / V. Bondarenko, I. Kovalevs'ka, K. Ganushevych. London: Taylor & Francis Group, 2014. 534 p.
8. Опыт применения полимерных технологий на горнодобывающих предприятиях России. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.miningexpo.ru/articles/333> (дата обращения 15.11.2018).
9. Technical and Geoinformational Systems in Mining: School of Underground Mining 2011 / G. Pivnyak, V. Bondarenko, I. Kovalevs'ka. London: Taylor & Francis Group, 2013. 360 p.
10. Progress in Mine Safety Science and Engineering II. / X. He, H. Mitri, B. Nie, Y. Wang, T. X. Ren, W. Chen, X. Li. London: Taylor & Francis Group, 2014. 320 p.

UDC 622.272:622.281.74 © A.A. Dudin, E.V. Vakhrushev, S.E. Zlobin, A.S. Prokofiev, D.I. Paikin, M.V. Lysenko, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 21-25

**Title**  
**SUBSTANTIATION OF THE POSSIBILITY OF USING MINE WORKING ROOF BOLTING  
IN CONDITIONS OF WATERED AND WEAKENED ROCKS**

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-21-25>

**Authors**

Dudin A.A.<sup>1</sup>, Vakhrushev E.V.<sup>1</sup>, Zlobin S.E.<sup>1</sup>, Prokofiev A.S.<sup>2</sup>, Paikin D.I.<sup>3</sup>, Lysenko M.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> NITs-IPGP "RANK" LLC, Kemerovo, 650992, Russian Federation

<sup>2</sup> "Vorgashorskaya" mine Joint Venture, Vorkuta, 169933, Russian Federation

<sup>3</sup> "Vorkutaugol" JSC, Vorkuta, 169908, Russian Federation

**Authors' Information**

**Dudin A.A.**, Deputy Director for Engineering and Survey Work,  
tel.: +7 (905) 968-82-97, e-mail: pf.nits-ipgp@yandex.ru

**Vakhrushev E.V.**, Chief of Design Department

**Zlobin S.E.**, Design Engineer

**Prokofiev A.S.**, Chief Engineer

**Paikin D.I.**, Deputy Technical Director

**Lysenko M.V.**, Deputy Director for Research Work and Innovation,  
tel.: +7 (913) 323-33-73, e-mail: limak2@yandex.ru

**Abstract**

The paper describes the results of assessing possibility of using roof bolting as the main type of support while maintaining mine workings in particularly difficult geological conditions, with rock strength that does not allow the use of roof bolting.

**Keywords**

Mine workings, Roof bolting, Mining and geological conditions, Rock strength, Workings support, Massive strengthening.

**References**

1. *Federal'nyye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti "Instruktsiya po raschetu i primeneniyu ankernoy krepki na ugol'nykh shakhtakh"* [Federal rules and regulations in the sphere of industrial safety "Instructions for mine roof bolting design and use"]. Series 05. Issue 42. Moscow, NTTs PB JSC, 2015, 186 p.
2. Ivanov I.E. *Sovershenstvovaniye metoda prognozirovaniya zon obrusheniya porod neposredstvennoy krovli v ochistnykh zaboyakh tonkikh pologikh plastov*. Diss. kand. techn. nauk [Improvement of the method for predicting direct roof rock-breakage zones in high wall minings of thin flat seams. PhD (Engineering) diss.]. Specialty 05.15.11. Donetsk, 2000, 337 p.

3. *Instruktsiya po vyboru ramnykh podatlivnykh krepky gornykh vyrabotok* [Instructions for selection of frame cushion supports of mine workings]. Saint Petersburg, VNIMI Publ., 1991, 125 p.

4. Stumpf G.G., Ryzhkov Yu.A., Shalamanov V.A. & Petrov A.I. *Fiziko-tekhnicheskiye svoystva gornykh porod i ugley* [Physical and mechanical properties of rocks and coals]. Moscow, Nedra Publ., 1994, 447 p.

5. Borovkov Yu.A. & Spiritina T.S. *Upravleniye sostoyaniyem massiva porod pri podzemnoy geotekhnologii*. Uchebnoye posobiye [Rock massif state management in underground geotechnology. Guidance manual]. Moscow, Lan Publ., 2018, 337 p.

6. Semenov S.N. *Novyye metody zapolneniya zakrepnogo prostranstva gorizont'nykh gornykh vyrabotok v usloviyakh prokhodki i uvelicheniya bezopasnosti truda pri likvidatsii vyvaloobrazovaniya na shakhtakh Donskogo GOKa* [New methods of filling the behind roof space of horizontal mine workings in conditions of tunnelling and improvement of labour safety during liquidation of rockfall formation in the mines of Donskoy mining-and-processing integrated works]. Subsoil use problems. Materials of the 5th All-Russian youth scientific and practical conference. Yekaterinburg, Mining Institute SB RAS, 2011, pp. 478-484.

7. Bondarenko V., Kovalevs'ka I. & Ganushevych K. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining*. London, Taylor & Francis Group, 2014, 534 p.

8. *Opyt primeneniya polimernykh tekhnologiy na gornodobyvayushchikh predpriyatiyakh Rossii* [Experience of polymer technologies use in mining enterprises of Russia]. [Electronic resource]. Available at: <http://www.miningexpo.ru/articles/333> (accessed 15.11.2018).

9. Pivnyak G., Bondarenko V., Kovalevs'ka I. *Technical and Geoinformational Systems in Mining: School of Underground Mining 2011*. London, Taylor & Francis Group, 2013, 360 p.

10. He X., Mitri H., Nie B., Wang Y., Ren T.X., Chen W. & Li X. *Progress in Mine Safety Science and Engineering*. London, Taylor & Francis Group, 2014, 320 p.

## Шахта имени В.Д. Ялевского АО «СУЭК-Кузбасс» добыла восемь миллионов тонн угля

**Коллектив шахты имени В.Д. Ялевского АО «СУЭК-Кузбасс» в конце ноября 2018 г. выдал на-гора 8 млн т угля с начала года, перевыполнив годовой план.**

Уголь добыт двумя бригадами: Евгения Косьмина - более 5 млн т и Анатолия Кайгородова, которая подошла к отметке добычи в 2 млн т с начала года. Бригада под руководством Героя Кузбасса Евгения Косьмина работает фактически в ежемесячном режиме миллионной добычи, показывая лучшую производительность в угольной отрасли страны. В 2017 г. бригада установила несколько рекордов добычи российского и мирового уровня. В мае и июле коллектив выдавал на-гора соответственно 1 млн 407 тыс. т



и 1 млн 567 тыс. т, а по итогам августа текущего года этот коллектив установил мировой рекорд добычи угля за месяц, выдав на-гора 1 млн 627 тыс. т угля.

Шахта им. В.Д. Ялевского является одной из передовых в угольной отрасли России по уровню производительности, технической оснащенности и безопасности шахтерского труда. Суммарный объем инвестиций Сибирской угольной энергетической компании в развитие шахты им. В.Д. Ялевского за последние пять лет составил 10 млрд руб.

# В Кузбассе состоялся торжественный запуск строительства шахты «7 Ноября – новая»

**В Беловском районе Кемеровской области состоялся торжественный запуск строительства угледобывающей шахты «7 Ноября – новая» АО «СУЭК-Кузбасс». Шахта будет отрабатывать запасы участка «Сычевский-Перспективный» по пластам «Сычевский-1» и «Колмогоровский».**

Лицензия на отработку участка приобретена в 2015 г. взамен выходящей шахты им. 7 Ноября, прекратившей добычу в связи с выработкой запасов. Коллектив предприятия тогда был переведен на участок «Магистральный» шахты им. А.Д. Рубана.

С момента приобретения лицензии АО «СУЭК-Кузбасс» разработало проект вскрытия и отработки пласта «Сычевский-1», подготовило рабочую документацию на проведение путевого и конвейерного стволов, а также выполнило работы по строительству временной вентиляционной установки, устьевых частей наклонного конвейерного и путевого стволов, завершается строительство подземной части наклонного конвейерного и путевого стволов. Плановый срок запуска первой лавы – 2020 г., мощность пласта «Сычевский-1» – 4,5 м, длина очистного забоя – 360 м, проектная мощность – 3,5 млн т в год. Для запуска первой лавы необходимо провести 13,7 км выработок, в том числе 4,7 км горно-капитальных и 9,0 км горно-подготовительных. Шахта будет оснащена модульными очистными сооружениями центрального водоотлива. Аналогичные сооружения уже успешно очищают



воду шахт имени А.Д. Рубана в Ленинске-Кузнецком и в шахтах имени В.Д. Ялевского, «Талдинская-Западная – 1» в Прокопьевском районе.

Как отметил на торжественной церемонии начала строительства шахты заместитель губернатора **Андрей Панов**, основной акцент в программе развития угольной отрасли в рамках Кузбасса – на развитие подземной добычи угля, так как уже имеются новые, современные технологии и оборудование для подземной угледобычи, которые способны безопасно и эффективно работать.

«Название «7 Ноября – новая» появилось не случайно. СУЭК удалось сохранить слаженный коллектив шахты им. 7 Ноября, основанной еще в 1930 г., который мы и планировали перевести на новое предприятие, – говорит генеральный директор АО «СУЭК-Кузбасс» **Евгений Ютяев**, – за два года в освоение участка направлен 1 млрд руб. Инвестпроект запуска первой лавы оценивается в 10 млрд руб. Контур текущего инвестиционного проекта ограничен отработкой пласта «Сычевский-1» до 2026 г. Извлекаемый объем запасов – 23,9 млн т, угли – марки Д с качеством 6000 ккал/кг».

Уважаемые коллеги,  
партнеры и друзья!



От всей души поздравляем вас  
с Новым 2019 годом и Рождеством!

Желаем, чтобы эти праздничные дни озарили  
ваши дома светом радости и доброты, добавили вам  
сил и вдохновения для добрых дел в новом году!

Пусть наступающий Новый год будет для вас удачным,  
исполнятся ваши самые заветные желания  
и воплотятся в жизнь самые смелые идеи!

Счастья вам, крепкого сибирского здоровья,  
семейного благополучия, неиссякаемой энергии  
и оптимизма в достижении намеченных целей!

Коллектив ООО «СПК-Стык»

МЕХАНИЧЕСКИЕ СТЫКОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ  
ОТ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ



Признанное качество

тел. (3843) 99-14-26

www.spk-styk.ru

info@spk-styk.ru

## Шахтеры ЕВРАЗа установили всероссийский рекорд по проходке

**В октябре 2018 г. горняки участка № 1 УК «Межегейуголь» (Тыва) под руководством начальника Андрея Балака и бригадира Алексея Перчука подготовили 1731 м горных выработок, установив новый всероссийский рекорд.**

После смены рекордсменам в торжественной обстановке вручили переходящий кубок и благодарственные письма. Символический камень угля горняки передали директору УК «Межегейуголь» Александру Лукиных.

«Рекорд Межегейугля – результат системной работы слаженного коллектива под руководством сильного директора, – отметил вице-президент ЕВРАЗа, руководитель дивизиона «Уголь» **Сергей Степанов**. – Горняки показали высокую организацию труда. Их результат – отличный ориентир для всех проходческих коллективов ЕВРАЗа».

Высокого результата горняки смогли добиться при помощи надежной техники, грамотной организации труда и удачному эксперименту. В забое изменили технологическую схему – один проходческий комбайн работал в комплексе с двумя самоходными вагонами и двумя анкероустановщиками. Вспомогательные участки обеспечили бесперебойную доставку материалов в забой – все шахтовые бригады сработали как одна команда. Каждые сутки горняки проходили от 60 до 70 м выработки.

# Новый тип рабочего оборудования карьерного экскаватора

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-27-29>

## КОМИССАРОВ Анатолий Павлович

Доктор техн. наук, профессор  
Уральского государственного горного университета,  
620144, г. Екатеринбург, Россия,  
e-mail: Komissarov\_a\_p@mail.ru

## ЛАГУНОВА Юлия Андреевна

Доктор техн. наук, профессор  
Уральского государственного горного университета,  
620144, г. Екатеринбург, Россия,  
e-mail: Yu.Lagunova@mail.ru

## ЛУКАШУК Ольга Анатольевна

Канд. техн. наук, заведующий кафедрой  
Уральского федерального университета  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
620002, г. Екатеринбург, Россия,  
e-mail: oldim96@mail.ru

## ПЛОТНИКОВ Никита Сергеевич

Начальник бизнес-инкубатора  
Уральского государственного горного университета,  
620144, г. Екатеринбург, Россия,  
e-mail: sofcrus@gmail.com

Показано, что с ростом единичной мощности карьерных экскаваторов изменяется соотношение между выемочной и погрузочной функциями экскаватора, что обуславливается ограниченными размерами (длиной) стрелы. Разработано рычажное рабочее оборудование карьерного экскаватора, обеспечивающее как повышение выемочной функции за счет увеличения размеров рабочей зоны при постоянстве массы экскаватора, так и необходимое соотношение между выемочной и погрузочной функциями экскаватора.

**Ключевые слова:** карьерный экскаватор, выемочная и погрузочная функции экскаватора, рычажное рабочее оборудование.

## ВВЕДЕНИЕ

Карьерные экскаваторы с рабочим оборудованием «прямая лопата» типа ЭКГ (мехлопаты) являются основным видом выемочно-погрузочного оборудования при добыче полезных ископаемых открытым способом благодаря своим преимуществам – большим усилиям на режущей кромке ковша, что позволяет производить разборку забоя с включением негабаритов, и значительным размерам рабочей зоны экскаватора.

## РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА

В настоящее время наблюдается тенденция существенного роста единичной мощности карьерных экскаваторов. Так, отечественными заводами освоен выпуск экскаваторов с вместимостью ковша 32 м<sup>3</sup> (ООО «ИЗ-КАРТЭКС») и 35 м<sup>3</sup> (ПАО «УРАЛМАШЗАВОД»). Американские экскаваторостроительные фирмы выпускают карьерные экскаваторы с вместимостью ковша до 61 м<sup>3</sup> (Caterpillar-Bucyrus) и 76,5 м<sup>3</sup> (P&H). Китайская фирма «ТУН» производит экскаваторы с вместимостью ковша до 76 м<sup>3</sup> [1].

Как показал сравнительный анализ [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16] основных параметров карьерных экскаваторов отечественного и зарубежного производства (см. таблицу), с ростом единичной мощности машин соотношение между выемочной и погрузочной функциями экскаватора изменяется.

Так, выемочная функция, определяемая размерами рабочей зоны экскаватора и вместимостью ковша, с увеличением массы экскаватора существенно возрастает, а погрузочная функция, определяемая в основном высотой разгрузки и зависящая от размеров (длины) стрелы, изменяется незначительно или даже не меняется с ростом вместимости ковша (экскаваторы ЭКГ-20А и ЭКГ-25; РН2800 и РН4100).

Такое несоответствие выемочной и погрузочной функций может затруднить выполнение погрузочной операции при использовании транспортных средств (автосамосвалов) повышенной грузоподъемности (поскольку при увеличении вместимости ковша возрастают пропорционально грузоподъемность и размеры транспортных средств), а также при использовании сменных ковшей с увеличенными размерами и вместимостью.

На выбор определенного соотношения между выемоч-

## Техническая характеристика карьерных экскаваторов

Параметры	УРАЛМАШЗАВОД			Р&Н (США)		
	ЭКГ-20А	ЭКГ-25	ЭКГ-35	РН2300	РН2800	РН4100
Масса, т	1075	950	1200	920	1314	1440
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	16–25	25–23	26–40	26–28	36–39	46–51
Радиус копания максимальный, м	23,4	23,5	24,5	21,3	24,2	24,7
Радиус разгрузки максимальный, м	20,9	20,2	21	–	–	–
Высота копания максимальная, м	17	18	18,5	13,5	16,6	15,8
Высота разгрузки максимальная, м	11,5	11,5	12,3	8,5	9,1	9,1
Мощность сетевого двигателя (трансформатора), кВт	2250	–	2500	2000	2500	3000

ной и погрузочной функциями влияют, на наш взгляд, два фактора. Во-первых, увеличение выемочной функции (за счет снижения погрузочной функции, а именно, ограничения длины стрелы) производит значительный рекламный эффект. Во-вторых, повышение погрузочной функции сопряжено со значительными изменениями технико-экономических показателей экскаватора.

Так, увеличение длины стрелы как основного несущего элемента, воспринимающего действующие нагрузки на рабочее оборудование экскаватора, приводит к опережающему росту массы стрелы и, соответственно, к увеличению момента опрокидывающих экскаватор сил, массы противовеса, а также момента инерции поворотной части экскаватора. В результате возрастают масса экскаватора и продолжительность рабочего цикла ввиду роста длительности поворота платформы.

Кроме того, как показывает опыт эксплуатации карьерных экскаваторов, использование стрелы в качестве основного несущего элемента приводит к росту динамической нагруженности рабочего оборудования ввиду эффекта «поддомкрачивания» стрелы при ее гибкой подвеске к двуногой стойке. Так, при определенной комбинации рабочих нагрузок, действующих на стрелу, происходит ее поворот в сторону двуногой стойки и затем при возвращении стрелы в первоначальное положение (свободном падении) в результате кратковременного наложения связи (столкновении с вантовой подвеской) возникают ударные силы. Для снижения динамических нагрузок фирма P&H разработала систему «Centurion», которая автоматически возвращает стрелу в рабочее положение при ее «поддомкрачивании» [1].

В Уральском государственном горном университете разработан новый тип рабочего оборудования карьерного экскаватора. Рабочее оборудование (см. рисунок) включает рукоять с ковшом, установленную в седловом подшипнике, и напорную балку, установленную в седловом подшипнике и соединенную с ковшом посредством рамы и тяги. Седловые подшипники и главные механизмы (напорный механизм и механизм перемещения напорной балки) размещены на поворотной платформе.

Особенностью данного рычажного рабочего оборудования является использование в качестве подъемного механизма рычажной системы в виде напорной балки, рамы и тяги. Применение рычажной системы позволит увеличить размеры рабочей зоны экскаватора за счет изменения размеров рычагов, а также обеспечить устойчивость рабочего уступа.

Кроме того, ввиду установки главных механизмов на поворотной платформе уравновешенность платформы обеспечивается без использования противовеса.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом, применение рычажного рабочего оборудования позволит повысить как выемочную функцию экскаватора за счет увеличения размеров рабочей зоны при по-

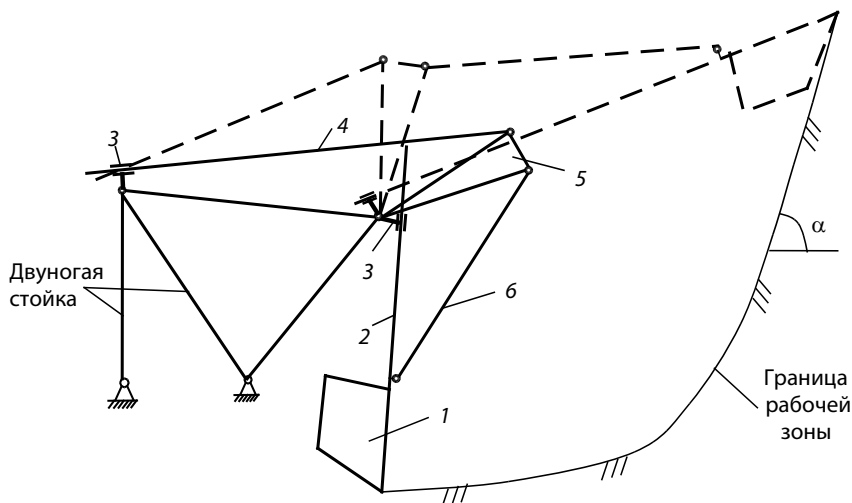


Схема рабочего оборудования: 1 – ковш; 2 – рукоять; 3 – седловой подшипник; 4 – напорная балка; 5 – рама; 6 – тяга,  $\alpha$  – угол устойчивого откоса рабочего уступа

стоянстве массы экскаватора и, соответственно, выработке с одного места стояния экскаватора, так и погрузочную функцию за счет увеличения высоты разгрузки.

В конечном счете, применение такого типа рабочего оборудования позволит повысить эффективность функционирования карьерного экскаватора.

### Список литературы

1. Механическое оборудование карьеров. М.: Издательство «Майнинг Медиа Групп», 2013. 594 с.
2. Воронов Ю.Е., Зыков П.А. Решение задачи оптимизации параметров карьерных одноковшовых экскаваторов // Известия вузов. Горный журнал. 2012. № 8. С. 12-15.
3. Ганин А.Р., Самолазов А.В., Донченко Т.В. Внедрение экскаваторов нового модельного ряда производства ООО «ИЗ-КАРТЭКС им. П.Г. Коробкова» на горных предприятиях России // Уголь. 2012. № 8. С. 60-62. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082012.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).
4. Гафурьянов Р.Г., Комиссаров А.П., Шестаков В.С. Моделирование рабочего процесса карьерных экскаваторов // Горное оборудование и электромеханика. 2009. № 6. С. 40-45.
5. Интенсификация процессов экскавации горных пород / И.Ю. Иванов, А.П. Комиссаров, Ю.А. Лагунова, В.С. Шестаков // Известия вузов. Горный журнал. 2015. № 3. С. 94-99.
6. Комиссаров А.П., Летнев К.Ю., Лукашук О.А. Анализ двухкривошипно-рычажных механизмов рабочего оборудования карьерных экскаваторов / Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: сб. трудов XV Междунар. науч.-техн. конф. «Чтения памяти В.Р. Кубачека», 20-21 апреля, 2017 г., г. Екатеринбург. Екатеринбург: УГГУ, 2017. С. 41-46.
7. Кузнецов А.Л., Анистратов К.Ю. Карьерные экскаваторы ПАО «Уралмашзавод» – настоящее и будущее российской горнодобывающей промышленности // Уголь. 2016. № 8. С. 77-81. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082016.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).
8. Певзнер Л.Д., Бабаков С.Е. Управление операцией черпания карьерного экскаватора-мехлопаты с применением нечеткой логики // Уголь. 2012. № 8. С. 64-65. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082012.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).

9. Певзнер Л.Д. Автоматизированное управление мощными одноковшовыми экскаваторами. М.: Горное дело, 2014.

10. Повышение качества управления одноковшовыми экскаваторами на основе мультиагентного подхода / Е.А. Волкова, В.Н. Полузадов, А.В. Дружинин, Е.Ю. Нагаткин // Новые огнеупоры. 2016. № 3. С. 11–12.

11. Рехтман А.П., Крагель А.А. Комплексные испытания экскаватора ЭКГ-1 // Механизация строительства. 2001. № 1. С. 24–26.

12. Bender F.A., Sawodny O.A. Predictive Driver Model for the Virtual Excavator / The 13th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV), 2014. Pp. 187-192.

13. Berns K., Proetzsch M., Schmidt D. Simulation and control of an autonomous bucket excavator for landscaping tasks / In Proceedings of the IEEE ICRA, Anchorage, Alaska, USA, May 3-8, 2010. Pp. 5108-5113.

14. Frimpong S., Hu Y., Chang Z. Performance simulation of shovel excavators for earthmoving operations / In Summer in computer simulation conference (SCSC'03). 2003. Pp. 133-138.

15. Development of a Virtual Excavator using SimMechanics and SimHydraulic / Q.H. Le, Y.M. Jeong, C.T. Nguyen, S.Y. Yang // Journal of Drive and Control. 2013. Vol. 10. Pp. 29-36.

16. Liu J. Integrated mechanical and electrohydraulic system modeling and virtual reality simulation technology of a virtual robotic excavator / Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design. IEEE 10th International Conference, 2009. Pp. 797-802.

## SURFACE MINING

UDC 622.271:621.879.3 © A.P. Komissarov, Yu.A. Lagunova, O.A. Lukashuk, N.S. Plotnikov, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 27-29

### Title NEW TYPE OF MINING EXCAVATOR LEVER WORKING EQUIPMENT

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-27-29>

#### Authors

Komissarov A.P.<sup>1</sup>, Lagunova Yu.A.<sup>1</sup>, Lukashuk O.A.<sup>2</sup>, Plotnikov N.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ural State Mining University, Ekaterinburg, 620144, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education (FSAEI HE)

"Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin", Ekaterinburg, 620002, Russian Federation

#### Authors' Information

**Komissarov A.P.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: [Komissarov\\_a\\_p@mail.ru](mailto:Komissarov_a_p@mail.ru)

**Lagunova Yu.A.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: [Yu.Lagunova@mail.ru](mailto:Yu.Lagunova@mail.ru)

**Lukashuk O.A.**, PhD (Engineering), Head of Department, e-mail: [oldim96@mail.ru](mailto:oldim96@mail.ru)

**Plotnikov N.S.**, Head of business incubator, e-mail: [sofcrus@gmail.com](mailto:sofcrus@gmail.com)

#### Abstract

It is shown that with the increase in the unit capacity of the mining excavators, the ratio between the excavating and excavating functions changes, which is determined by the limited dimensions (length) of the boom. The lever working equipment of a mining excavator has been developed, which provides both an increase in the excavating function due to the increase in the dimensions of the working zone with the constant mass of the excavator, and the necessary ratio between the excavating and excavating functions of the excavator.

#### Keywords

Mining excavator, Excavating and loading functions of excavator, Lever working equipment.

#### References

1. *Mekhanicheskoe oborudovanie kar'erov* [Open-pit mechanical equipment]. Moscow, Mining Media Group Publ., 2013, 594 p.
2. Voronov Yu.E. & Zykov P.A. Resheniye zadachi optimizatsii parametrov kar'yernykh odnokovshovykh ekskavatorov [Solving the task of optimizing parameters of mining excavators]. *Izvestiya vuzov. Gornyi Zhurnal – News of high schools. Mining Journal*, 2012, No. 8, pp. 12-15.
3. Ganin A.R., Samolazov A.V. & Donchenko T.V. Vnedrenie ehkskavatorov novogo model'nogo ryada proizvodstva OOO "IZ-KARTEHKS im. P.G. Korobkova" na gornyykh predpriyatiyakh Rossii [Introduction of new generation excavators by "IZ-KARTEX its P.G. Korobkova" with Russia's mining companies]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2012, No. 8, pp. 60-62. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082012.pdf> (accessed 15.11.2018).
4. Gafuryanov R.G., Komissarov A.P. & Shestakov V.S. Modelirovaniye rabocheho protsessa kar'yernykh ekskavatorov [Mining excavator workflow modeling]. *Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika – Mining equipment and electromechanics*, 2009, No. 6, pp. 40-45.
5. Ivanov I.Yu., Komissarov A.P., Lagunova Yu.A. & Shestakov V.S. Intensifikatsiya protsessov ehskavatsii gornyykh porod [Intensification of rock excavation processes]. *Izvestiya vuzov. Gornyi Zhurnal – News of high schools. Mining Journal*, 2015, No. 3, pp. 94-99.

6. Komissarov A.P., Letnev K.Yu. & Lukashuk O.A. *Analiz dvukhrivoshipno-rychaznykh mekhanizmov rabocheho oborudovaniya kar'yernykh ekskavatorov* [Analysis of double-crank lever mechanisms for working equipment of mining excavators]. Process equipment for mining and oil and gas industry. Collection of works of the 15th International scientific and technical conference "Readings in memory of V.R. Kubachek, April 20-21, 2017. Yekaterinburg, UGGU Publ., 2017, pp. 41-46.
7. Kuznetsov A.L. & Anistratov K.Yu. Kar'ernye ehkskavatory PAO «Uralmashzavod» – nastoyashhee i budushhee rossijskoj gornodobyvayushhej promyshlennosti ["Uralmashplant" PJSC mining excavators – the present and the future of the Russian mining industry]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2016, No. 8, pp. 77-81. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082016.pdf> (accessed 15.11.2018).
8. Pevzner L.D., Babakov S.Ye. Upravlenie operatsiej cherpaniya kar'ernogo ehkskavatora-mekhlopaty s primeneniem nechetkoj logiki [Quarry power shovel excavating operation control using a fuzzy logic]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2012, No. 8, pp. 64–65. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082012.pdf> (accessed 15.11.2018).
9. Pevzner L.D. *Avtomatizirovannoye upravleniye moshchnymi odnokovshovyimi ehkskavatorami* [Powerful shovel excavator automated control]. Moscow, Gornoe delo Publ., 2014.
10. Volkova E.A., Poluzadov V.N., Druzhinin A.V. & Nagatkin E.Yu. Povysheniye kachestva upravleniya odnokovshovyimi ehkskavatorami na osnove mul'tiagentnogo podkhoda [Improving quality of shovel excavator control based on multi-agent approach]. *Novyye ognepory – New castables*, 2016, No. 3, pp. 11-12.
11. Rehtman A.P. & Kragel A.A. Kompleksnyye ispytaniya ehkskavatora EKG-1 [EKG-1 excavator complex tests]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva – Mechanization of construction*, 2001, No. 1, pp. 24-26.
12. Bender F.A. & Sawodny O.A. Predictive Driver Model for the Virtual Excavator. The 13th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV), 2014, pp. 187-192.
13. Berns K., Proetzsch M. & Schmidt D. Simulation and control of an autonomous bucket excavator for landscaping tasks. In Proceedings of the IEEE ICRA, Anchorage, Alaska, USA, May 3-8, 2010, pp. 5108-5113.
14. Frimpong S., Hu Y. & Chang Z. Performance simulation of shovel excavators for earthmoving operations. In Summer in computer simulation conference (SCSC'03), 2003, pp. 133-138.
15. Le Q.H., Jeong Y.M., Nguyen C.T. & Yang S.Y. Development of a Virtual Excavator using SimMechanics and SimHydraulic. *Journal of Drive and Control*, 2013, Vol. 10, pp. 29-36.
16. Liu J. Integrated mechanical and electrohydraulic system modeling and virtual reality simulation technology of a virtual robotic excavator. Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design. IEEE 10th International Conference, 2009, pp. 797-802.

## На Бородинском разрезе установлен суточный рекорд отгрузки вскрышных пород

**На Бородинском разрезе имени М.И. Щадова, входящем в состав Сибирской угольной энергетической компании, установлен суточный рекорд отгрузки вскрышных пород: 28 октября 2018 г. в отвалы отправлено около 70 тыс. куб. м породы. Таких показателей на предприятии не достигали минимум последние 20 лет.**

Достижению высоких результатов способствовали грамотные организационные решения и ответственное отношение к работе всего коллектива. «Качественная организация горных работ, своевременная подача локомотивосоставов, профессиональные, слаженные действия всех звеньев производственной цепочки – это и горные диспетчеры, и машинисты, и помощники машинистов, и путейцы – в нашем коллективе каждый стремится работать только на результат», – поясняет заместитель начальника участка «Вскрышной» Бородинского разреза

**Игорь Василишин.**

Всего за 10 мес. 2018 г. горняки Бородинского разреза переместили в отвалы более 21 млн куб. м породы, что почти на 25% больше, чем за аналогичный период 2017 г. До конца года участок «Вскрышной» планирует «прирастить» к этим объемам еще более 5 млн куб. м породы, таким образом, обеспечивая стабильный рост добычи угля на протяжении всего осенне-зимнего сезона.



**СУЭК**  
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ





## Харанорский разрез первым среди предприятий СУЭК, добывающих уголь открытым способом, выполнил годовой план

**АО «Разрез Харанорский», входящий в состав СУЭК, выполнило годовой производственный план 2018 г. раньше на два месяца. Горняки подняли на-гора 3 млн 200 тыс. т угля. Среди предприятий СУЭК, осуществляющих добычу открытым способом, разрез «Харанорский» стал первым в таблице выполнения годового производственного плана.**

По традиции в честь этого события на предприятии зажгли огни новогодней елки, а для сотрудников разреза прошло торжественное собрание, где были отмечены те, кто внес ощутимый вклад в достижение производственного показателя: машинисты экскаваторов и тепловозов, их помощники, сотрудники отдела технического контроля, бульдозерного участка и грузовая служба. Среди отмеченных – машинист роторного экскаватора **Сергей Кирпичников**. По его словам, такой объем для предприятия далеко не предел: «Еще два месяца впереди, добудем еще больше. У нас каждый к своей работе подходит с ответственностью. Главное, чтобы заботы были подготовлены, техника исправно работала».

Отметим, у разреза самый большой годовой план по добыче среди предприятий СУЭК в Забайкалье. И с каждым годом планка становится выше. «Мы в полном объеме и своевременно выполняем все обязательства перед нашими потребителями. Наше предприятие по-прежнему считается одним из лидеров по добыче твердого топлива в Забайкалье. Мы стремимся к высоким производственным показателям, при



этом заботимся о том, чтобы труд горняков был безопасным и комфортным. Этому способствует инвестиционная программа СУЭК. В этом году мы получили десятки единиц вспомогательной и горной техники.

Ожидаем пополнение в автопарке карьерных самосвалов и еще один экскаватор. Техника современная, надежная и безопасная», – говорит **Сергей Кирпичников**.

Сейчас горняки не намерены снижать темп работы. К концу года планируют поднять на-гора более 4 млн т угля. Последний раз такой объем был выполнен коллективом предприятия 7 лет назад.

Напомним, что самым первым в АО «СУЭК» годовой план выполнил трудовой коллектив шахты «Талдинская-Западная – 2».



## Черновский ремонтно-механический завод СУЭК досрочно выполнил годовой план

**Сервисное предприятие Сибирской угольной энергетической компании в Забайкальском крае – Черновский ремонтно-механический завод (РМЗ) – досрочно (в начале ноября 2018 г.) выполнило годовой план в объеме почти 760 млн руб. Итоги работы коллектив РМЗ подвел на торжественном собрании, на котором также были отмечены лучшие сотрудники.**

В этом году Черновский РМЗ изготовил несколько кузовов для автосамосвала БелАЗ грузоподъемностью 220 т, створки ковшей для экскаваторов. Кроме того, предприятие представило свою продукцию на международной отраслевой выставке «Уголь России и Майнинг – 2018». На ней в конкурсе «Лучший экспонат» признан ковш для фронтального погрузчика Komatsu, изготовленный заводчанами.

Черновский РМЗ – один из старейших в Забайкальском крае. Ему уже более 90 лет. Предприятие ремонтирует и изготавливает запчасти для горнотранспортной техники, обслуживает электрооборудование и подстанции, а также выполняет строительно-монтажные работы. Завод сотрудничает с крупными горнодобывающими предприятиями не только в Забайкальском крае, но и в республиках Бурятия и Хакасия, Кемеровской области, Приморском, Красноярском и Хабаровском краях.



«Наше предприятие старается осваивать новые виды продукции. И это удается благодаря мастерству и профессионализму наших сотрудников. Мы расширяем географию поставки своей продукции и оказания услуг. Мы также наладили партнерские отношения с международными компаниями. Поэтому, у нас есть возможности и ресурсы для дальнейшего развития нашего завода», – рассказал первый заместитель генерального директора Черновского РМЗ **Эдуард Косьяненко**.

Фото: Агата Карасева



## Забайкальские горняки установили мировой рекорд по отгрузке вскрышной породы

*На разрезе «Восточный» ООО «Читауголь» (входит в АО «Сибирская угольная энергетическая компания») бригада экскаватора Komatsu PC-1250 с вместимостью ковша 6,7 куб. м по итогам октября 2018 г. установила рекорд производительности – 570 тыс. куб. м вскрышной породы за месяц – рекордный объем в мире для экскаваторов данного типа.*

Высокая планка достигнута под руководством бригадира **Сергея Куницкого** и начальника горного участка **Евгения Пелевина**.

*«Это рекорд, который я смог сделать вместе со своими коллегами. На достигнутом мы не будем останавливаться. Постараемся отгрузить в следующий раз еще больше горной массы», – поделился **Сергей Куницкий**.*

Новый дизельный гидравлический экскаватор типа «обратная лопата» с вместимостью ковша 6,7 куб. м поступил на разрез в начале 2018 года в рамках инвестиционной программы СУЭК.

*«У нас есть трудности, связанные с большой обводненностью и вечной мерзлотой. Таким экскаватором намного проще отрабатывать выступы за счет большого усилия резания грунта. По сравнению с электрическими машинами, эта техника маневреннее и практичнее в использовании благодаря дизельному приводу и хорошей производительности в любых климатических условиях», – рассказал **Евгений Пелевин**.*

*«Это заслуга всего коллектива: и инженерно-технических работников, и слесарной группы, и водителей БелАЗов, которые вывезли этот же самый объем. Немаловажную роль играют организация работы, транспортной логистики, подъездов, забоев, проведение технического обслуживания в сжатые сроки. Все это дало такой результат», – рассказал первый заместитель генерального директора ООО «Читауголь» **Александр Чернов**.*



# Физическая модель оценки динамики гидравлических экскаваторов на ранних стадиях проектной деятельности\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-33-37>

## ПОБЕГАЙЛО Петр Алексеевич

Канд. техн. наук, старший научный сотрудник  
Института машиноведения им. Благоднарова А.А. РАН,  
101990, г. Москва, Россия,  
e-mail: [petrp214@yandex.ru](mailto:petrp214@yandex.ru)

## ИЛЬИНА Анастасия Николаевна

Аспирант, старший преподаватель  
ФГБОУВО «МАИ (НИУ)»,  
125993, г. Москва, Россия,  
e-mail: [happyday@list.ru](mailto:happyday@list.ru)

Статья посвящена краткому описанию физической модели оценки динамики рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора (одной из возможных), которая нацелена на применение на ранних стадиях проектной деятельности, например, при формировании технического задания. С ее помощью могут быть с удовлетворительной точностью исследованы некоторые важные и принципиальные модельные задачи (например: о скоростях, ускорениях и траекториях), а также получен ответ на вопрос о качестве проекта экскаватора.

В основание предложенной физической модели положена математическая модель, основу которой составляют уравнения движения, полученные в форме уравнений Лагранжа второго рода. Рабочее оборудование при этом рассматривается как неконсервативная система.

**Ключевые слова:** гидравлические экскаваторы; рабочее оборудование; динамика гидравлических экскаваторов; ранние стадии проектирования.

## ВВЕДЕНИЕ

Исследования динамики одноковшовых гидравлических экскаваторов (ОГЭ) проводятся с начала 1960-х годов. Определенный вклад в эти исследования внесли советские и российские ученые и инженеры. В качестве примера можно указать на работы А.А. Акинфиева, Ю.Г. Беренгарда, Ю.А. Брайковского, В.А. Бровина, В.В. Васильевой,

В.Г. Волобоева, М.М. Гайцгори, И.В. Дуданова, Ю.Г. Загвоздина, Л.Б. Зарецкого, В.С. Исакова, Г.Н. Карасева, Г.В. Кириллова, Ю.М. Княжева, М.В. Козлова, А.П. Комиссарова, Л.Ю. Кондратьевой, А.В. Королева, П.В. Коротких, Е.Ю. Малиновского, В.И. Матюхина [1, 2], И.А. Мотрохова, В.П. Павлова, А.С. Перлова, Л.В. Ребеко, А.В. Рустановича, В.Ф. Сарнарова, Г.С. Скворцова, Э.А. Смоляницкого, В.Х. Тарана, В.Н. Тарасова, И.А. Хороша, В.С. Щербаква, В.С. Шестакова, В.Н. Шлыкова и др.

Конечно же, за рубежом также велись и ведутся соответствующие исследования. Из известного многообразия иностранных авторов укажем в качестве примера на труды таких исследователей, как Д. Данчев, К. Круль, Р. Митрев [3], В. Панов, Д. Яношевич [4], Н. Araya, A. Anthony, I. Brach, G.L. Danko, H. Ding, A. Dudczak, A.R. Enes, S. Frimpong, A. Hall, N.S. Hiller, A. Kecskemethy, A. Koivo, Y. Li, M.G. Lipsett, G.J. Maeda, H.P. Nguyen, B. Park, S. Sing, M.J. Skibniewski, Z. Towarek, P.K. Vaha, D. Vujic [5], G. Wszolek, T. Yamaguchi и многие другие. Известно несколько обзоров иностранных работ, например по исследованиям динамики ОГЭ [6].

Существенную роль при изучении динамики ОГЭ играли и играют исследования динамики горных, строительных, подъемно-транспортных машин, роботов, а также исследования более общей направленности (число ученых и инженеров тут очень велико и поэтому не будем приводить их фамилии).

Несмотря на большое число исследований, в рассматриваемой области имеется много как теоретических, так и практических проблем и задач, не нашедших своего полного разрешения, о чем, в частности, говорится и в нашей работе [7].

Из этой работы следует, что многочисленные исследования динамики ОГЭ никак не связаны с методологией проектирования ОГЭ, не вписаны в нее. Это в большинстве случаев ставит крест на возможности применения известных подходов в проектной практике, так как физические и математические модели чаще всего излишне переусложнены, с одной стороны, и, как следствие, требуют многочисленных исходных данных, получить которые можно обычно только из натурального эксперимента. Кроме того, часто они привязаны к авторскому, очень дорогому и эксклюзивному, программному обеспечению. А с другой стороны, они содержат многочисленные мало прора-

\* Работа поддержана РФФИ (проект № 17-08-00920 А).

ботанные блоки (например, связанные с описанием взаимодействия ковша с грунтом и пр.).

Таким образом, на наш взгляд, в отечественной проектной деятельности существует проблема с оценкой динамических свойств создаваемых ОГЭ.

Для разрешения выявленной проблемы необходимо создать вписанный в проектную практику набор физических моделей (с соответствующим им математическим описанием) для оценки динамики ОГЭ. Этот набор моделей должен иметь варьируемую сложность (в зависимости от этапа проектирования, имеющих исходных данных и содержательной стороны того или иного этапа проектирования) при удовлетворительной точности. Первым шагом на этом пути и является настоящая работа.

**ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОГЭ**

Методология проектирования рабочего оборудования (РО) ОГЭ кратко описана в работах [8, 9] и нацелена на применение на ранних стадиях проектирования, например на стадии формирования технического задания (предпроектный анализ (ПА)). Уже на этом этапе проектирования могут быть выполнены некоторые оценки динамики (и кинематики) РО ОГЭ. Для этого нужна максимально простая математическая модель, вытекающая из максимально упрощенной физической модели.

На рис. 1 представлена схема использования предлагаемого подхода после этапа анализа нагруженности и после этапа синтеза металлоконструкций РО.

На рис. 2 представлена схема рассматриваемой в настоящей работе физической модели – максимально упрощенная кинематическая схема РО ОГЭ прямого копания (заметим, что для обратной лопаты все будет аналогично).

Физическая модель, характеризуемая схемой (см. рис. 2), сформирована на основании следующих главных допущений: имеем неконсервативную систему; связи являются голономными, стационарными, идеальными; диссипации нет; базовая машина исключена из рассмотрения (при этом предполагается, что она стоит на абсолютно жестком и ровном основании); рассматриваем плоскую задачу (без учета поворота РО на выгрузку и обратно); практически полностью не учитываем гидроцилиндры и, что очевидно, систему гидравлического привода с тем или иным первичным двигателем; внешнего сопротивления нет; шарниры идеальные вращательные (без трения); звенья РО – абсолютно жесткие тела; центр тяжести каждого звена расположен по середине его

кинематической длины; при рассмотрении движения двух и трех звеньев РО не учитываются реальные возможные совмещения рабочих движений.

При этом на упрощенной кинематической схеме (см. рис. 2) обозначены:

- $XAY$  – основная система координат – правая декартова;
  - точки  $A, B, C$  – вращательные шарниры, соединяющие элементы РО между собой и с базовой машиной (точка  $A$ );
  - точка  $D$  – концевая точка зубьев ковша РО;
  - точка  $W$  – место крепления гидроцилиндров механизма привода ковша к ковшу (сейчас – играет иллюстративно-вспомогательную роль);
  - $a = AB; b = BC; c = CD$  – «кинематические» длины звеньев РО ОГЭ;
  - точки  $1, 2$  и  $3$  – центры тяжести соответствующих звеньев РО ОГЭ;
  - $G_1, G_2$  и  $G_3$  – вес каждого из звеньев РО;
  - $b_1, b_2$  и  $b_3$  – шарнирные углы в нотации Матюхина [1, 2].
- Кроме этих условных обозначений далее, при формировании уравнений движения, используется еще ряд параметров:
- $m_1, m_2$  и  $m_3$  – масса каждого из звеньев РО (в массы звеньев входят также и массы соответствующих гидроцилиндров);
  - $g$  – ускорение свободного падения;
  - $I_1, I_2$  и  $I_3$  – моменты инерции каждого из звеньев РО;
  - $M_1, M_2$  и  $M_3$  – шарнирные моменты (управления) – моменты развиваемые гидроцилиндрами относительно соответствующих шарниров РО.

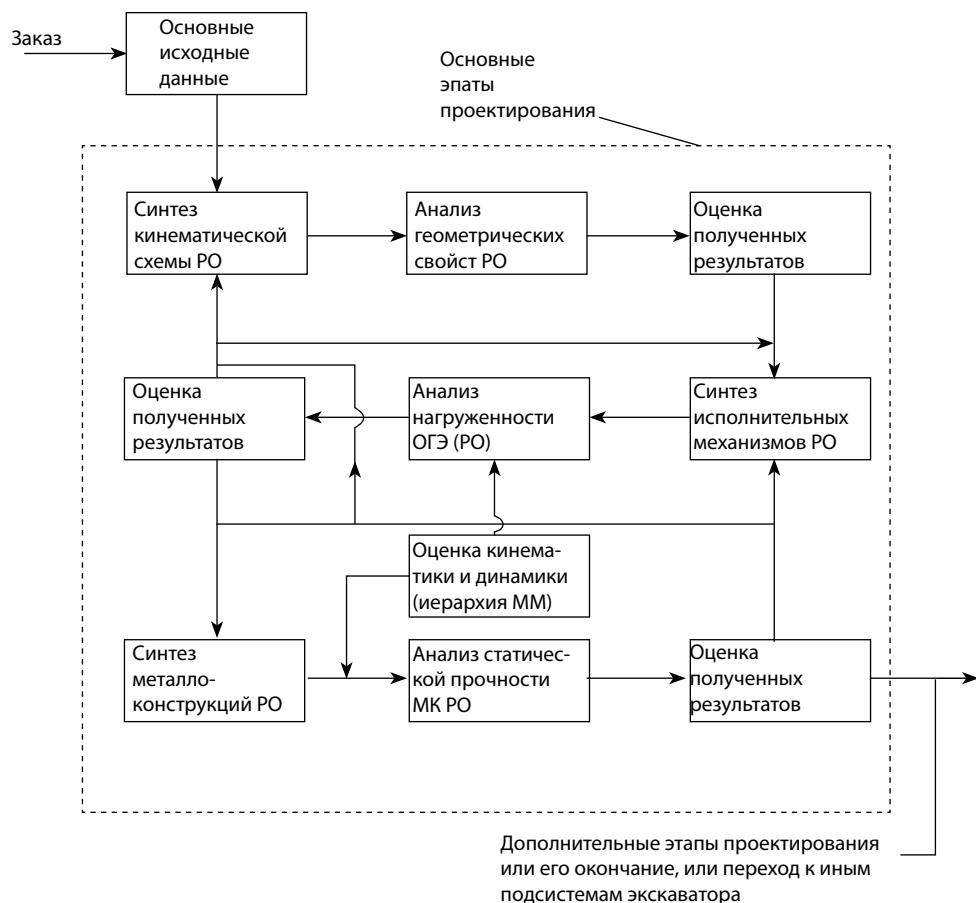


Рис. 1. Схема проектирования РО ОГЭ на стадии ПА

Указанные выше шарнирные углы «ведут» себя так:

– угол  $b_1$  измеряется от горизонтальной проходящей через точку  $A$  – с плюсом против часовой стрелки, с минусом – по часовой; при расположении звена  $AB$  на горизонтали угол равен нулю. В общем случае он может принимать значения из I и IV квадрантов.

Иными словами  $b_1 \in \left(-\frac{3\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$ ;

– угол  $b_2$  измеряется от линии, продолжающей отрезок  $AB$  вверх, по часовой стрелке. Он всегда положителен и всегда меньше  $180^\circ$ . Иными словами  $b_2 \in (0, \pi)$ ;

– угол  $b_3$  – измеряется от продолжения отрезка  $BC$  – «вверх» с минусом, «вниз» с плюсом, при расположении на этом продолжении угол равен нулю. В общем случае этот угол всегда меньше  $360^\circ$ . Иными словами в положительной своей части  $b_3 \in (0, \pi)$ , и в отрицательной  $b_3 \in (0, -\pi)$ .

Отметим, что реальные интервалы существования шарнирных углов обычно меньше, иногда весьма существенно.

Динамика представленной физической модели (см. рис. 2) описывается математической моделью, в которую входят разные соотношения, неравенства, формулы и уравнения (и даже вспомогательные алгоритмы), при том, что основными в ней являются так называемые уравнения движения. По поводу формирования такого рода уравнений известны уже тысячи работ, из которых для примера можно отметить лишь несколько [10, 11, 12, 13, 14], что позволяет не освещать этот рутинный набор действий.

Уравнения движения запишем в следующем виде:

$$m \cdot \ddot{b}_i = q_i + u_i \quad (1)$$

где  $b_i$  – шарнирные углы;  $m = \|m_{ik}\|_{i=1,3}^{k=1,3}$  – матрица кинетической энергии,  $u_i$  – управления,  $q_i$  – иные обобщенные силы.

Отметим, что для РО строительных ОГЭ обратного копания такой подход был впервые предложен в работах [1, 2]. Из-за безвременной кончины автора этих работ они, с одной стороны, остались во многом не завершенными, а с другой стороны автор не стал расписывать формулу (1) в деталях, как не стал он и выписывать в деталях дополнительные потребные тут уравнения (пропали также и его программные разработки). Это, к сожалению, сделало указанные работы невозможными к практическому использованию. Посему настоящая работа обладает очевидной практической и теоретической важностью.

В рамках предложенной нами физической модели РО ОГЭ уравнения движения в наиболее общем случае имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} T_1 \cdot (\ddot{b}_1) + T_2 \cdot (\ddot{b}_2) + T_3 \cdot (\ddot{b}_3) = \\ = M_1 - T_4 \cdot (\dot{b}_1) \cdot (\dot{b}_2) - T_5 \cdot (\dot{b}_1) \cdot (\dot{b}_3) - T_6 \cdot (\dot{b}_2) \cdot (\dot{b}_3) - \\ - T_7 \cdot (\dot{b}_2)^2 - T_8 \cdot (\dot{b}_3)^2 - PG_1 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} T_2 \cdot (\ddot{b}_1) + T_9 \cdot (\ddot{b}_2) + T_{10} \cdot (\ddot{b}_3) = \\ = M_2 - T_{11} \cdot (\dot{b}_1) \cdot (\dot{b}_2) - T_{12} \cdot (\dot{b}_1) \cdot (\dot{b}_3) - T_{13} \cdot (\dot{b}_2) \cdot (\dot{b}_3) - \\ - T_7 \cdot (\dot{b}_1)^2 - \frac{1}{2} T_{13} \cdot (\dot{b}_3)^2 - PG_2 \end{aligned} \quad (3)$$

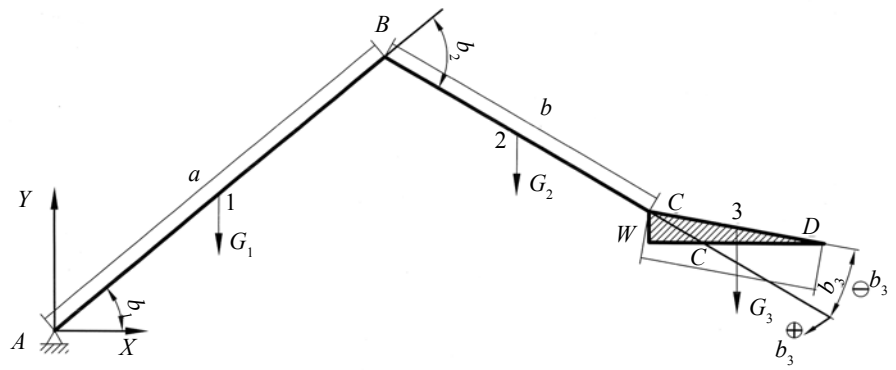


Рис. 2. Упрощенная кинематическая схема РО ОГЭ (прямого копания)

$$\begin{aligned} T_3 \cdot (\ddot{b}_1) + T_{10} \cdot (\ddot{b}_2) + T_{14} \cdot (\ddot{b}_3) = \\ = M_3 - T_{13} \cdot (\dot{b}_1) \cdot (\dot{b}_2) - T_8 \cdot (\dot{b}_1)^2 - \frac{1}{2} T_{13} \cdot (\dot{b}_3)^2 - PG_3, \end{aligned} \quad (4)$$

где введены следующие условные обозначения:

$$\begin{aligned} T_1 = 2Q_1 + 2 \cdot A_2 \cdot \cos(b_2) + A_3 \cdot \cos(b_2 + b_3) + \\ + A_4 \cdot \cos(b_3) + A_1 \cdot \cos(b_2), \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} T_2 = Q_4 - A_2 \cdot \cos(b_2) - \frac{1}{2} \cdot A_3 \cdot \cos(b_2 + b_3) - \\ - A_4 \cdot \cos(b_3) - \frac{1}{2} \cdot A_1 \cdot \cos(b_2), \end{aligned} \quad (6)$$

$$T_3 = Q_5 - \frac{1}{2} \cdot A_3 \cdot \cos(b_2 + b_3) - \frac{1}{2} \cdot A_4 \cdot \cos(b_3), \quad (7)$$

$$T_4 = -2 \cdot A_2 \cdot \sin(b_2) - A_3 \cdot \sin(b_2 + b_3) - A_1 \cdot \sin(b_2), \quad (8)$$

$$T_5 = -A_3 \cdot \sin(b_2 + b_3) - A_4 \cdot \sin(b_3), \quad (9)$$

$$T_6 = -A_3 \cdot \sin(b_2 + b_3) + A_4 \cdot \sin(b_3), \quad (10)$$

$$T_7 = A_2 \cdot \sin(b_2) + \frac{1}{2} \cdot A_3 \cdot \sin(b_2 + b_3) + \frac{1}{2} \cdot A_1 \cdot \sin(b_2), \quad (11)$$

$$T_8 = \frac{1}{2} \cdot A_3 \cdot \sin(b_2 + b_3) + \frac{1}{2} \cdot A_4 \cdot \sin(b_3), \quad (12)$$

$$T_9 = 2 \cdot Q_2 + A_4 \cdot \cos(b_3), \quad (13)$$

$$T_{10} = -Q_5 + \frac{1}{2} \cdot A_4 \cdot \cos(b_3), \quad (14)$$

$$\begin{aligned} T_{11} = A_2 \cdot \sin(b_2) + \frac{1}{2} \cdot A_3 \cdot \sin(b_2 + b_3) + \frac{1}{2} \cdot A_1 \cdot \sin(b_2) - \\ - A_2 \cdot \sin(b_2) - \frac{1}{2} \cdot A_3 \cdot \sin(b_2 + b_3) - \frac{1}{2} \cdot A_1 \cdot \sin(b_2), \end{aligned} \quad (15)$$

$$T_{12} = \frac{1}{2} \cdot A_3 \cdot \sin(b_2 + b_3) + A_4 \cdot \sin(b_3) - \frac{1}{2} \cdot A_3 \cdot \sin(b_2 + b_3), \quad (16)$$

$$T_{13} = -A_4 \cdot \sin(b_3), \quad (17)$$

$$T_{14} = 2 \cdot Q_3 \cdot (b_3), \quad (18)$$

$$\begin{aligned} PG_1 = PP_1 \cdot \cos(b_1) + PP_2 \cdot \cos(b_1 - b_2) + \\ + PP_3 \cdot \cos(b_1 - b_2 - b_3), \end{aligned} \quad (19)$$

$$PG_2 = -PP_2 \cdot \cos(b_1 - b_2) - PP_3 \cdot \cos(b_1 - b_2 - b_3), \quad (20)$$

$$PG_3 = -PP_3 \cdot \cos(b_1 - b_2 - b_3), \quad (21)$$

где, в свою очередь, имеются следующие условные обозначения:

$$A_1 = m_2 \cdot a \cdot b, \quad (22)$$

$$A_2 = m_3 \cdot a \cdot b, \quad (23)$$

$$A_3 = m_3 \cdot a \cdot c, \quad (24)$$

$$A_4 = m_3 \cdot b \cdot c, \quad (25)$$

$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot I_1 + 3_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot m_3 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot a^2 + \frac{1}{8} \cdot m_2 \cdot b^2, \quad (26)$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \cdot I_2 + 3_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot m_3 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot b^2, \quad (27)$$

$$Q_3 = \frac{1}{2} \cdot I_3 + 3_3 \cdot \frac{1}{2} \cdot m_3, \quad (28)$$

$$Q_4 = 3_4 \cdot \frac{1}{2} \cdot m_3 - \frac{1}{4} \cdot m_2 \cdot b^2, \quad (29)$$

$$Q_5 = 3_5 \cdot \frac{1}{2} \cdot m_3, \quad (30)$$

$$3_1 = a^2 + b^2 + \frac{1}{4} \cdot c^2, \quad (31)$$

$$3_2 = b^2 + \frac{1}{4} \cdot c^2, \quad (32)$$

$$3_3 = \frac{1}{4} \cdot c^2, \quad (33)$$

$$3_4 = -2b^2 - \frac{1}{2} \cdot c^2, \quad (34)$$

$$3_5 = -\frac{1}{2} \cdot c^2. \quad (35)$$

Как уже было сказано выше, приведенные только что уравнения (2–35) дополняются некоторым набором дополнительных соотношений. В их число входят:

- соотношения, связывающие координаты любой произвольной точки рабочей зоны с шарнирными углами;
- уравнения, позволяющие определить координаты всех важных точек РО;
- формулы, неравенства и алгоритмы для определения значений управлений и пр.

Из-за их громоздкости и из-за известных ограничений в размере настоящей статьи не будем сейчас приводить их все. В качестве же примера представим лишь уравнения для определения координат ряда интересующих нас точек РО. Они имеют вид:

$$X_B = a \cdot \cos(b_1), \quad (36)$$

$$Y_B = a \cdot \sin(b_1), \quad (37)$$

$$X_C = a \cdot \cos(b_1) + b \cdot \cos(b_1 - b_2), \quad (38)$$

$$Y_C = a \cdot \sin(b_1) + b \cdot \sin(b_1 - b_2), \quad (39)$$

$$X_D = a \cdot \cos(b_1) + b \cdot \cos(b_1 - b_2) + c \cdot \cos(b_1 - b_2 - b_3), \quad (40)$$

$$Y_D = a \cdot \sin(b_1) + b \cdot \sin(b_1 - b_2) + c \cdot \sin(b_1 - b_2 - b_3), \quad (41)$$

Заметим, что уравнения для определения координат центров тяжести элементов РО аналогичны только что приведенным.

При рассмотрении различных модельных задач, например связанных с синтезом системы управления ОГЭ, наша математическая модель дополняется тем или иным функционалом, например вида [14] (если нас интересует рассмотрение импульсного управления):

$$J(0, T) = \int_0^T |\mu(\tau) \cdot b_1(\tau)| d\tau, \quad (42)$$

где  $\tau$  – безразмерное время, а  $\mu$  – безразмерный момент.

Работа с математической моделью, в частности с уравнениями движения (2–4), возможна только на компьютере, с привлечением численных методов. Об этом и мно-

гих иных нюансах, как и о результатах вычислительного эксперимента (например, при синтезе системы управления ОГЭ, но и не только), расскажем в последующих работах. Там же представим и построенные более сложные варианты физической модели РО ОГЭ (с соответствующими математическими моделями).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе сформулирована важная для отечественного гидроэкскаваторостроения проблема – отсутствие удобных и простых физических моделей, позволяющих оценивать динамику как создаваемых, так и эксплуатируемых ОГЭ.

Такого рода модели должны быть вписаны в методологию проектирования для создаваемых ОГЭ и в жизненный цикл уже эксплуатируемого изделия наряду с периодическим техническим обслуживанием (как для анализа его текущего состояния, так и для совершенствования схем проектирования новых машин).

Для разрешения указанной проблемы предложена наиболее простая физическая модель, дополненная необходимыми для нее математическими соотношениями, которая может быть использована на ранних этапах проектирования ОГЭ (при дефиците исходных данных) для рассмотрения ряда модельных задач (оценка скоростей, ускорений и траекторий). Точность моделирования при этом удовлетворительная.

Отметим, что предложенная в настоящей работе физическая модель, на наш взгляд, составляет один из важных кирпичиков в первичном фундаменте при синтезе системы управления ОГЭ.

## Список литературы

1. Матюхин В.И. Управление движением манипулятора. М.: ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, 2010. 96 с.
2. Матюхин В.И. Стабилизация движений манипулятора вдоль заданной поверхности // Автоматика и телемеханика. 2011. № 4. С. 71–85.
3. Mitrev R., Janošević D., Marinković D. Dynamical modelling of hydraulic excavator considered as a multibody system // Tehnički vjesnik – Technical Gazette. 2017. N 24. Suppl. 2. P. 327-338. doi: 10.17559/TV-20151215150306.
4. Janošević D., Pavlović J., Jovanović V., Petrović G. A numerical and experimental analysis of the dynamic stability of hydraulic excavators // Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering. 2018. Vol. 16. N 2. Pp. 157-170. doi: 10.22190/FUME180404015J.
5. Vujic D., Lazarevic O., Batinic V. Development of dynamic-mathematical model of hydraulic excavator // Journal of Central South University. 2017. 24(9): 010–2018. doi: 10.1007/s11771-017-3610-x.
6. Jiaqi Xu, Hwan-Sik Yoon. A Review on Mechanical and Hydraulic System Modeling of Excavator Manipulator System // Journal of Construction Engineering. 2016. Article ID 9409370, 11 p. doi: 10.1155/2016/9409370.
7. Побегайло П.А. Современное состояние и некоторые перспективы исследований динамики одноковшовых гидравлических экскаваторов // Труды X Всероссийской научной конференции «Нелинейные колебания механических систем» (Нижегород, 26–29 сентября 2016 г.) / Под ред. Д.В. Баландина, В.И. Ерофеева, И.С. Пав-

лова. Нижний Новгород: Издательский дом «Наш дом», 2016. С. 610-613.

8. Побегайло П.А. Создание методологии автоматизированного проектирования горных и строительных роботоманипуляторов (на примере одноковшовых гидравлических экскаваторов) // Аналитическая механика, устойчивость и управление: труды XI Международной Четаевской конференции. Т. 4. Секция 4. Компьютерные технологии в науке, образовании, управлении производством. Казань: КНИТУ-КАИ, 2017. С. 168-177.

9. Побегайло П.А. Мощные одноковшовые гидравлические экскаваторы: методология проектирования рабочего оборудования (на ранних стадиях проектирования). М.: СВР-АРГУС, 2017. 210 с.

10. Лурье А.И. Аналитическая механика. М.: ГИФМЛ, 1961. 824 с.

11. Кулешов В.С., Лакота Н.А. Динамика систем управления манипуляторами. М.: Энергия, 1971. 304 с.

12. Фантони И., Лозани Р. Нелинейное управление системами с дефицитом управляющих воздействий. М.-Ижевск: ООО «Компьютерная динамика», 2012. 313 с.

13. Капитонов А.А. Введение в моделирование и управление для робототехнических систем / Под ред. А.Л. Фрадкова. М.-Ижевск: ИКИ, 2016. 108 с.

14. Формальский А.М. Управление движением неустойчивых объектов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. 232 с.

## SURFACE MINING

UDC 621.879.3'82:517.11 © P.A. Pobegailo, A.N. Ilyina, 2018

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 33-37

## Title

PHYSICAL MODEL OF EVALUATION OF THE HYDRAULIC EXCAVATORS DYNAMICS AT EARLY STAGES OF PROJECT ACTIVITIES

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-33-37>

## Authors

Pobegailo P.A.<sup>1</sup>, Ilyina A.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> A.A. Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 101990, Russian Federation

<sup>2</sup> FSBEI HE "MAI (NRU)", Moscow, 125993, Russian Federation

## Authors' Information

**Pobegailo P.A.**, PhD (Engineering), Senior Scientific Researcher, e-mail: [petrp214@yandex.ru](mailto:petrp214@yandex.ru)

**Ilyina A.N.**, Postgraduate, Senior lecturer, e-mail: [happyday@list.ru](mailto:happyday@list.ru)

## Abstract

The present paper is devoted to a brief description of the physical model for evaluating the dynamics of the one-bucket hydraulic excavator working equipment (to one of the possible models), which is aimed to be applied at early stages of the project activity - for example, in the formation of a technical assignment. By means of the model described, some urgent and fundamental model problems (for example: speed, acceleration and trajectories) can be satisfactorily investigated, and an answer to the question about the quality of the excavator project could be obtained. The mathematical model based on the proposed physical model is based on the equations of motion obtained in the form of Lagrange equations of the second kind. The working equipment is considered as a non-conservative system.

## Keywords

Hydraulic excavators, Mining equipment, Dynamics of hydraulic excavators, Early design.

## References

1. Matyukhin V.I. *Upravlenie dvizheniem manipulyatora* [Manipulator Intelligent Control]. Moscow, Institute of Control Sciences RAS Publ., 2010, 96 p.
2. Matyukhin V.I. Stabilizatsiya dvizhenij manipulyatora vdol' zadannoj poverkhnosti [Stabilization of manipulator movements along a given surface]. *Avtomatika i telemekhanika – Automation and telemechanics*, 2011, No. 4, pp. 71-85.
3. Mitrev R., Janošević D. & Marinković D. Dynamical modelling of hydraulic excavator considered as a multibody system. *Tehnički vjesnik – Technical Gazette*, 2017, No. 24, Suppl. 2, pp. 327-338. doi: 10.17559/TV-20151215150306.
4. Janošević D., Pavlović J., Jovanović V. & Petrović G. A numerical and experimental analysis of the dynamic stability of hydraulic excavators. *Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering*, 2018, Vol. 16, No. 2, pp. 157-170. doi: 10.22190/FUME180404015J.

5. Vujic D., Lazarevic O. & Batinic V. Development of dynamic-mathematical model of hydraulic excavator. *Journal of Central South University*, 2017, Vol. 24(9). doi: 10.1007/s11771-017-3610-x.

6. Jiaqi Xu, Hwan-Sik Yoon A Review on Mechanical and Hydraulic System Modeling of Excavator Manipulator System. *Journal of Construction Engineering*, 2016, Article ID 9409370, 11 p. doi: 10.1155/2016/9409370.

7. Pobegailo P.A. *Sovremennoe sostoyanie i nekotorye perspektivy issledovaniy dinamiki odnokovshovykh gidravlicheskih ehkskavatorov* [Current state and some perspectives of studies of the dynamics of single-bucket hydraulic excavators]. Proceedings of the 10th All-Russian Scientific Conference "Nonlinear oscillations of mechanical systems" (Nizhny Novgorod, September 26-29, 2016). Edited by D.V. Balandina, V.I. Erofeev, I.S. Pavlov. Nizhny Novgorod, Publishing House "Our Home", 2016, pp. 610-613.

8. Pobegailo P.A. *Sozdanie metodologii avtomatizirovannogo proektirovaniya gornykh i stroitel'nykh robotov-manipulyatorov (na primere odnokovshovykh gidravlicheskih ehkskavatorov)* [Creation of a methodology for automated design of mining and construction robotic manipulators (on the example of single-bucket hydraulic excavators)]. Analytical mechanics, stability and control: Proceedings of the XI International Chetaev Conference. Vol. 4, Section 4. Computer technologies in science, education, production management. Kazan, KNI-TU-KAI Publ., 2017, pp. 168-177.

9. Pobegailo P.A. *Moshhnye odnokovshovye gidravlicheskie ehkskavatory: metodologiya proektirovaniya rabocheho oborudovaniya (na rannikh stadiyakh proektirovaniya)* [Powerful single-bucket hydraulic excavators: methodology for designing work equipment (at early stages of design)]. Moscow, SVR-ARGUS Publ., 2017, 210 p.

10. Lurie A.I. *Analiticheskaya mekhanika* [Analytical mechanics]. Moscow, GIFML Publ., 1961, 824 p.

11. Kuleshov V.S. & Lakota N.A. *Dinamika sistem upravleniya manipulyatorami* [Dynamics of manipulator control systems]. Moscow, Energia Publ., 1971, 304 p.

12. Fantoni I. & Lozani R. *Nelinejnoe upravlenie sistemami s defitsitom upravlyayushchikh vozdeystvij* [Nonlinear control of systems with deficiency of control actions]. Moscow-Izhevsk, Computer Dynamics LLC, 2012, 313 p.

13. Kapitonov A.A. *Vvedenie v modelirovanie i upravlenie dlya robototekhnicheskikh sistem* [Introduction to modeling and control for robotic systems] Edited by Prof. A.L. Fradkov. Moscow-Izhevsk, IKI Publ., 2016, 108 p.

14. Formalskiy A.M. *Upravlenie dvizheniem neustojchivyykh ob'ektov* [Controlling the motion of unstable objects]. Moscow, FIZMATLIT Publ., 2013, 232 p.

# Управлению дегазации и утилизации метана АО «СУЭК-Кузбасс» – 10 лет

**Управление дегазации и утилизации метана (УДиУМ) АО «СУЭК-Кузбасс» основано 1 января 2009 г. для решения вопросов комплексной дегазации и утилизации, метанобезопасности и снижения экологической нагрузки на шахтах компании «СУЭК-Кузбасс».**

Основными направлениями деятельности УДиУМ являются: бурение скважин с поверхности и подземное бурение скважин, выработка электрической и тепловой энергии, обслуживание дегазационных установок, производство газообразного азота, утилизация шахтных самоспасателей, ликвидация дегазационных скважин с поверхности, монтаж и демонтаж дегазационных трубопроводов.

Численность работников УДиУМ в 2009 г. составляла 99 человек.



Буровой станок VLD-1000



Буровая установка  
SANDVIK DE-880

*С каждым годом деятельность компании активно расширяется, создаются дополнительные участки и осваивается новая техника.*

**2010 г.** – освоена новая высокопроизводительная многофункциональная машина DHL-1200 с ковшом, гидромолотом и буровой установкой.

**2011 г.** – запущен в работу станок с системой направленного бурения VLD-1000A на шахте им. С.М. Кирова.

**2012 г.** – согласно трехстороннему Соглашению об операциях с углеродными единицами АО «СУЭК-Кузбасс» получено 431,6 тыс. евро или 16 769 тыс. руб. за сокращение выбросов парниковых газов в объеме 138 342 т CO<sub>2</sub> эквивалента за отчетный период с 01.01.2009 по 30.09.2011 г. В 2012 г. совместно с Европейской Комиссией на горном отводе шахты «Комсомолец» реализован проект «CoMeth» в составе двух факельных установок (КГУУ) и теплоэлектростанции (КТЭС) мощностью 0,4 МВт·ч. Результаты проведения успешного опыта были обнародованы на Международной специализированной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг – 2012» (г. Новокузнецк) и семинаре по «CoMeth» в Институте экологических и энергетических технологий и безопасности УМЗИХТ (г. Оберхаузен, ФРГ).

**2013 г.** – запущены в работу две высокопроизводительные буровые установки SANDVIK DE-880, которые позволили значительно увеличить объемы бурения дегазационных скважин с земной поверхности. Введены в действие дегазационные установки типа МДУ-RBS с сухими ротационными насосами. Запущены в работу системы съема тепла с двух КТЭС 1,55 МВт на площадке шахты им. С.М. Кирова.

**2014 г.** – выполнена модернизация буровой установки УРБ-3А3, перевод с роторного бурения на ударно-вращательное (пневмоударное). Получена лицензия и начал работу цех утилизации самоспасателей. Запущена в работу азотная компрессорная станция ТГА 17/20 Э97 производства ООО «ТЕГАС».

**10 февраля 2014 г.** – на буровом станке с системой ориентирования в пространстве VLD-1000A, при бурении дегазационной скважины для лавы № 24-56 пласта «Бол-



дыревский», была достигнута скорость бурения **504 м/сут.** Наивысшее достижение бурения по углю принадлежало мистеру Jason Fish в Австралии – 485 м/сут. (опыт работы в бурении ориентированных скважин 15 лет).

**22 мая 2015 г.** – на буровом станке VLD-1000A с системой ориентирования в пространстве, при бурении дегазационной скважины для лавы № 24-56 пласта «Болдыревский», была достигнута скорость бурения **597 м/сут.**

**Ноябрь 2015 г.** – получен новый станок для направленного бурения IDS-90 с системой ориентирования в пространстве DGS, с помощью которого отбурена скважина с максимальной длиной 860 м.

С целью повторного использования из ранее отбуренных дегазационных скважин производится извлечение обсадных труб различного диаметра: 426 мм, 325 мм, 273 мм, 219 мм.

Освоена технология бурения наклонно-направленных дегазационных скважин с поверхности буровой установкой SANDVIK DE-880.

*Специалистами АО «СУЭК-Кузбасс» (УДиУМ) и Горного института НИТУ «МИСиС» разработана и внедрена усовершенствованная технология предварительной дегазации угольного пласта с использованием гидродинамического воздействия из подготовительных выработок. В настоящее время ведется оптимизация параметров технологии.*

**2016 г.** – произведено совершенствование буровой установки SANDVIK-880 для бурения наклонных и наклонно-направленных скважин с поверхности. При помощи этой установки пробурены дегазационные скважины, в частности для выемочного участка № 24-58 шахты им. С.М. Кирова в районе жилого массива п. Байкаим. Максимальная длина скважины составила 935 м.

**20.01.2017** – установлен очередной рекорд станком направленного бурения VLD-1000A, отбурили **648 м/сут.**, на 51 м улучшен свой же собственный рекорд, установленный в мае 2015 г.

**19.09.2018** – улучшены ранее достигнутые показатели станком направленного бурения VLD-1000A, отбурили **678 м/сут.**

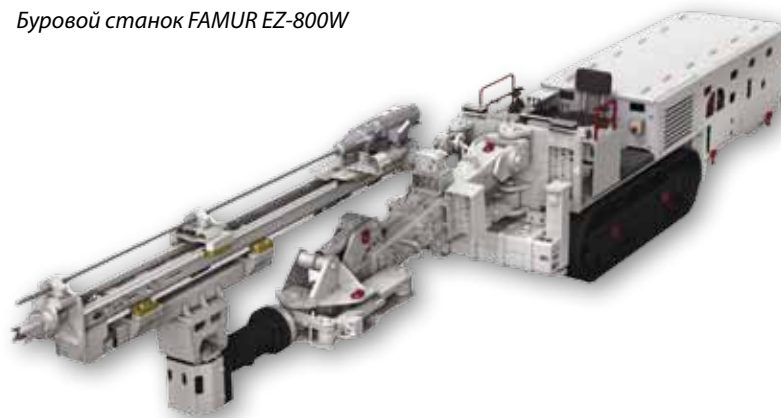
**2018 г.** – запущены в работу пять высокопроизводительных буровых установок PRAKLA RB-50, которые позволят значительно увеличить объемы бурения дегазационных скважин с земной поверхности.

Запущен в работу высокопроизводительный буровой станок FAMUR EZ-800W на шахте «Полысаевская».



Буровая установка  
PRAKLA RB-50

Буровой станок FAMUR EZ-800W



#### НОВЫЕ ПРОЕКТЫ, РАСШИРЕНИЕ СФЕРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

• **Технология дегазации на основе гидроразрыва из подземных выработок (ПодзГРП).** Совершенствование технологии предварительной дегазации по извлечению газа метана из угольного пласта с низкой проницаемостью позволило шахте им. С.М. Кирова в 2017 г. добыть 7,2 млн т угля. Начиная с 2015 г. обработано порядка 200 скважин ПодзГРП.

• **Заблаговременная дегазационная подготовка с использованием гидрорасчленения с поверхности.** Закуплена большая часть оборудования для проведения заблаговременной дегазационной подготовки с использованием поверхностного гидрорасчленения угольных пластов с низкой проницаемостью. Работы планируется начать весной 2019 г.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Проект производства СПГ из шахтного газа метана и его использование на транспорте в качестве топлива

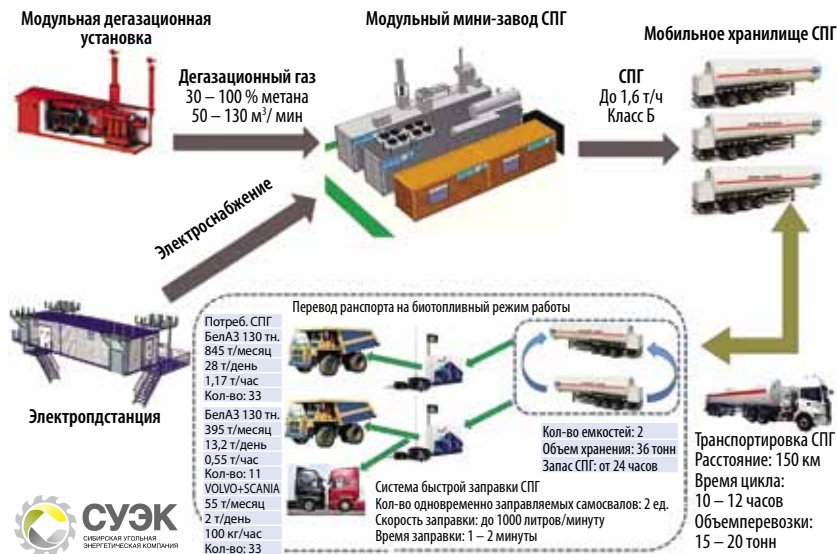


Схема производства СПГ из шахтного газа метана и его использования

**Результаты работы Управления дегазации и утилизации метана за 2009 – 9 мес. 2018 гг.**

<b>Поверхностное бурение</b>	285 349 п.м. (в том числе 5 649 м направленного бурения)
<b>Подземное бурение</b>	2 059 630 п.м. (в том числе 324 254 м направленного бурения). Наивысшее достижение: 19.09.2018 отбурено 678 м/сут.
<b>Выработка электроэнергии</b>	85 935 МВт·ч
<b>Выработка теплотенергии</b>	104 445 МВт·ч (89 807 Гкал)
<b>Утилизировано метана</b>	55 386 795 м³ CH <sub>4</sub> (833 959 т CO <sub>2</sub> ) Получено 431,6 тыс. евро, или 16 769 тыс. руб. за сокращение выбросов парниковых газов в объеме 138 342 т CO <sub>2</sub> с 01.01.2009 по 30.09.2011
<b>Инертизация выработанного пространства</b>	12 116 472 м³
<b>Утилизация самоспасателей</b>	18 673 шт.
<b>Извлечение труб</b>	10 414 п.м. (489,64 т)
<b>Монтаж дегазационного трубопровода</b>	55 713 п.м.
<b>Демонтаж дегазационного трубопровода</b>	48 289 п.м.
<b>Обслуживание передвижных модульных дегазационных установок</b>	43 шт.

• Проект производства СПГ из шахтного газа метана и его использования на транспорте в качестве топлива. Разрабатывается проект производства СПГ из шахтного газа метана с конечным итогом использования метана на транспорте в качестве топлива. Проектом рассматривается строительство пилотного комплекса технологического оборудования по переработке (очистке, обогащению) шахтного газа (ШГ) для производства сжиженного природного газа (СПГ) для моторного топлива и выдачи газообразного подготовленного газа (ПГ) на собственные нужды.

• **Высокопроизводительные буровые установки PRAKLA RB-T 135 для бурения скважин большого диаметра.** Бурение с поверхности вертикальных скважин для организации эффективной дегазации (нормируемого уровня метанобезопасности), получения кондиционного газа метана, для производства альтернативного топлива (СПГ, КПГ) и генерации электрической и тепловой энергий.

За время своей работы освоен передовой отечественный и мировой опыт по осуществлению дегазации и утилизации метана. По линии НИР ведутся совершенствование способов и методов дегазации угольных пластов и подготовка кадров высшей квалификации. За это время подготовлены и защищены три научные работы на соискание ученой степени кандидата технических наук.

**Выделены инвестиции для современного парка буровых станков и модульных передвижных дегазационных установок. Инвестиции только на оборудование поверхностного бурения составили 900 млн руб., на оборудование для подземного бурения инвестиции составили 720 млн руб., по другим направлениям деятельности: выработка электроэнергии – 665 млн руб.; инертизация выработанного пространства – 52 млн руб.; обслуживание дегазационных установок – 2 100 млн руб.; цех утилизации самоспасателей – 1,5 млн руб.**



**Управления дегазации и утилизации метана АО «СУЭК-Кузбасс»**

652518, Кемеровская обл., г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Кирсанова, д.3  
Тел.: +7 (384-56) 965-41  
Директор – канд. техн. наук Анатолий Петрович Садов

**Московский горный институт НИТУ «МИСиС» в лице кафедры «Безопасность и экология горного производства» поздравляет коллектив УДи-УМ с 10-летием эффективной и высокопрофессиональной деятельности в составе АО «СУЭК-Кузбасс» на благородном поприще обеспечения метанобезопасности горных работ компании.**

# Практическое использование методики количественной оценки рисков травматизма «Вероятность-Вред-Риск» (ВВР) на примере АО «СУЭК-Кузбасс»

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-41-46>

Одной из проблем охраны труда на производстве является оценка профессиональных рисков травматизма. Основным недостатком большинства существующих методов является то, что они носят качественный характер. Таким образом, вопрос создания количественного метода оценки рисков травматизма актуален и необходим. Ядром создаваемой методики представляется функция распределения степени тяжести вреда здоровью среди работников, получивших травму. Показано, что частота возникновения травм и размер степени тяжести вреда здоровью не проявляются независимо, а подчиняются экспоненциальному закону распределения. В течение последних лет разрабатываемая теория была на практике применена в АО «СУЭК-Кузбасс» и показала достаточно высокую эффективность не только при прогнозировании травматизма на конец календарного года, но и при краткосрочных прогнозах всплеска травматизма (два-три месяца).

**Ключевые слова:** риски, производственный травматизм, численная оценка, прогноз травматизма, классы рисков.

## ВВЕДЕНИЕ

На наш взгляд, попытки массового внедрения риск-ориентированного подхода во все сферы человеческой жизни, в том числе и в вопросы безопасности труда, опирается прежде всего на явные успехи теории надежности. Действительно, теория надежности обладает хорошо разработанным инструментарием, который позволяет, уверенно прогнозировать безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость различных механических и компьютерных систем и, как следствие, оценивать риски, связанные с безопасным функционированием этих систем.

Поскольку статья не носит обзорный характер, то и детального анализа преимуществ или недостатков различных методов оценки рисков травматизма в ней проводиться не будет. Вместе с тем необходимо отметить, что в настоящее время на практике наиболее часто используют методы, которые достаточно подробно изложены в международном стандарте [1] и обзорной работе [2]. Также проблеме оценки рисков уделяют внимание и за рубежом [3, 4, 5, 6]. Основным недостатком данных методов является то, что они, как правило, носят качественный или полуквантитативный характер, поэтому разработка и применение методов количественной оценки рисков травматизма представляют как теоретический, так и практический интерес.

Данная статья посвящена использованию методики количественной оценки рисков травматизма «Вероятность-



### ЛИСОВСКИЙ

**Владимир Владимирович**

Канд. техн. наук,  
заместитель директора  
по производственным операциям  
АО «СУЭК»,  
115054, г. Москва, Россия,  
e-mail: LisovskiyVV@suek.ru



### ИВАНОВ Юрий Михайлович

Канд. техн. наук, заместитель  
генерального директора  
АО «СУЭК-Кузбасс»,  
652507, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия,  
e-mail: IvanovYM@suek.ru



### ВОРОШИЛОВ Алексей Сергеевич

Канд. техн. наук,  
заместитель директора  
ООО «Кузбасс-ЦОТ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
тел.: +7 (384-2) 34-11-34,  
e-mail: office@kuzbasscot.ru



### СЕДЕЛЬНИКОВ

**Геннадий Евгеньевич**

Заместитель директора  
ООО «Кузбасс-ЦОТ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
тел.: +7 (384-2) 34-11-34,  
e-mail: office@kuzbasscot.ru



### ЛИ Хи Ун

Доктор техн. наук, профессор,  
заместитель генерального  
директора,  
ученый секретарь АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
тел.: +7 (3842) 64-28-95,  
e-mail: leeanatoly@mail.ru

Вред-Риск» (ВВР) на крупном угольном предприятии АО «СУЭК-Кузбасс».

Прежде чем перейдем к изложению риск-ориентированного подхода к обеспечению безопасных условий труда через управление компетентностью персонала, дадим некоторые определения, на которые опирается данный подход.

Риск – это мера опасности травматизма (R).

Риск – это процесс (действия, поведение работников).

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ВВР**

Риск – это мера опасности травматизма (R).

Результаты теоретических и экспериментальных исследований, послуживших основой для создания методики ВВР, достаточно подробно изложены в целом ряде публикаций [7, 8, 9], поэтому в данной работе мы коснемся только основных положений данной методики.

Ядром данной методики является функция распределения степени тяжести вреда здоровью среди работников, получивших травму. Установлено, что частота возникновения травм и размер степени тяжести вреда здоровью не проявляются независимо, а подчиняются экспоненциальному закону распределения. Таким образом, можно надежно спрогнозировать последствия взаимодействия работника с различными комбинациями опасных производственных факторов, то есть спрогнозировать, сколько работников получат тяжкий, средний или легкий вред здоровью, погибнут или вообще избежат травм.

В аналитической форме экспоненциальный закон распределения степени вреда здоровью определяется следующими формулами и отношениями:

$$N_n = N_p \exp - \left( \frac{V_z}{R} \right)$$

где  $V_z$  – степень тяжести вреда здоровью;  $N_n$  – число пострадавших, получивших степень тяжести вреда здоровью  $V_z$  и выше;  $N_p$  – общее число работников;  $R$  – степень риска, равная средней степени тяжести вреда здоровью.

При этом степень тяжести вреда здоровью  $V_z$  определяется из следующего соотношения:

$$V_z = k_1 \ln(k_2 D) = p_1 \ln(p_2 P),$$

где  $k_1, k_2, p_1, p_2$  – эмпирические коэффициенты;  $D$  – дни нетрудоспособности;  $P$  – процент потери трудоспособности.

Необходимо отметить, что несчастные случаи и вред здоровью – это дискретные величины, поэтому экспоненциальный закон распределения степени вреда здоровью является аппроксимацией дискретных распределений степеней вреда здоровью среди работников.

В графической форме экспоненциальный закон распределения вреда здоровью выглядит так, как это представлено на рис. 1.

На вертикальной шкале отложены квантифицированные значения утвержденных в России градаций степени тяжести вреда здоровью: тяжкий вред 4-5; средний вред 3-4; легкий вред 2-3; без вреда 1-2; инцидент 0-1. На горизонтальной шкале отложены количество пострадавших и общее число работников.

На рис. 1 представлены результаты модельных расчетов распределения степени тяжести вреда здоровью среди работников со следующими начальными условиями: общее число работников  $N_p = 64$  человека; степень риска  $R = 1,2$ ; интервал времени – один год.

При расчетах использовались формулы и соотношения, изложенные в работе [10].

На рис. 1 представлено следующее распределение степени вреда здоровью среди работников: в инцидентах участвовали 32 чел.; повреждения, не причинившие вред здоровью, получили 16 чел.; легкую степень вреда здоровью получили 8 чел.; среднюю степень вреда здоровью получили 4 чел.; тяжкий вред здоровью получили 2 чел.; погиб один человек.

Управляющими параметрами в уравнении (1) являются: число работников  $N_p$  и степень риска  $R$ . При увеличении  $N_p$  или  $R$  число травмированных будет возрастать, а при их уменьшении – падать.

На рис. 2 показаны различные примеры, подтверждающие точность оценок, сделанных с помощью методики

**БАЗОВЫЕ ОСНОВЫ МЕТОДА ВВР (ВЕРОЯТНОСТЬ-ВРЕД-РИСК)**

ФУНКЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ СРЕДИ ПОСТРАДАВШИХ

$$N_n = N_p \exp - \left( \frac{V_z}{R} \right)$$

Где:  
 $V_z$  – степень вреда здоровью;  
 $N_n$  – число пострадавших, получивших степень вреда здоровью  $V_z$  и выше;  
 $N_p$  – общее число работников;  
 $R$  – степень риска, равная средней степени вреда здоровью

$V_z = k_1 \ln(k_2 D) = p_1 \ln(p_2 P)$   
 Где:  
 $k_1, k_2, p_1, p_2$  – эмпирические коэффициенты;  
 $D$  – дни нетрудоспособности;  
 $P$  – процент потери трудоспособности

ГРАФИК РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ СРЕДИ ПОСТРАДАВШИХ

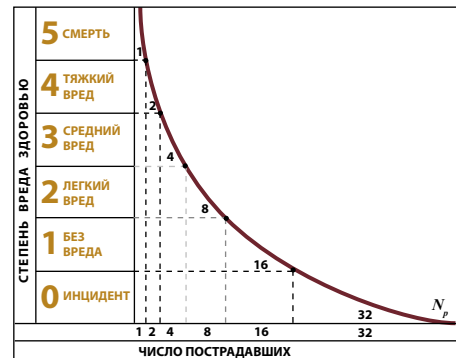
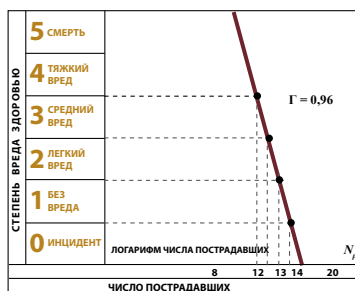


Рис. 1. Распределение степени вреда здоровью среди работников (травматизм)

**ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ВВР (Вероятность-Вред-Риск)**

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖКОГО, СРЕДНЕЙ ТЯЖЕСТИ И ЛЕГКОГО ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКИХ ЭКСПЕРТИЗ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ СРЕДИ ПОСТРАДАВШИХ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ США

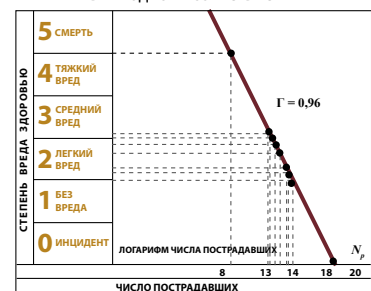


Рис. 2. Примеры применения методики ВВР

ВВР. Данные по числу пострадавших представлены в логарифмическом масштабе, в результате чего кривые линии экспонент превратились в прямые линии.

На рис. 1 представлены данные, полученные из источников судебно-медицинской экспертизы; расчеты дали степень риска  $R$  за 2012 г.,  $R \sim 16$ , коэффициент корреляции  $r$  между прогнозными данными и фактическими составил 0,98, что говорит о прямой функциональной зависимости. Аналогичные данные получены по распределению вреда здоровью среди пострадавших в народном хозяйстве США ( $R = 0,5$ ,  $r = 0,96$ ).

Таких примеров можно привести десятки.

Таким образом, методика ВВР позволяет давать уверенные прогнозы по распределению степени вреда здоровью среди работников при их травмировании и как это распределение будет меняться при изменении степени риска во времени. Степень риска является неким обобщенным показателем, характеризующим условия труда, организацию работ по охране труда и личной компетентности работников в сфере безопасности труда. Следует отметить, что степень риска  $R$  в соответствии с классическими представлениями теории рисков равна средней степени вреда здоровью работников.

### ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ СТЕПЕНИ РИСКОВ ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АО «СУЭК-КУЗБАСС» ЗА ПЕРИОД 2013-2017 ГГ.

Классы риска, которыми мы будем пользоваться в дальнейшем, приведены в табл. 1 и соответствуют классам риска, установленным руководством Р 2.1.10.1920-04. «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружа-

ющую среду». Здесь же приведены соответствующие интервалы изменения степени риска.

В табл. 2, 3 приведены исходные данные, характеризующие травматизм в АО «СУЭК-Кузбасс» за период 2013-2017 гг. в целом и при подземной добыче каменного угля.

Из данных, приведенных в табл. 2, 3, следует, что травматизм на предприятиях компании неуклонно снижается как в целом, так и особенно резко при подземной добыче каменного угля. Причем наибольшее падение фиксируется в 2015 г.

С использованием формул (1), (2), критериальных и статистических данных, приведенных в табл. 1, 2, 3, была выполнена оценка степени риска травматизма в различные годы. В табл. 4 приведено изменение степени риска  $R$  травматизма по АО «СУЭК-Кузбасс» в целом и для его подразделений, занимающихся добычей каменного угля подземным способом.

За период 2013-2017 гг. наблюдается резкое снижение степени рисков травматизма как в целом по компании (с  $R = 0,6$  в 2013 г. до  $R = 0,54$  в 2017 г.), так и при добыче каменного угля подземным способом (с  $R = 0,62$  до  $R = 0,53$ ), что соответствует границе между средним и низким классами рисков (см. табл. 1).

Значимость этих результатов можно оценить, сопоставив риски производственного травматизма в АО «СУЭК-Кузбасс» в разрезе рисков травматизма, характерных для основных видов экономической деятельности (на основе данных Росстата по травматизму за 2016 г.). При оценке учитывалось, что расчеты по средней продолжительности больничного листа и по количеству случаев смертельного травматизма [11] дают практически одинаковый результат.

Таблица 1

Классы рисков и соответствующие диапазоны степени рисков травматизма					
Классы рисков	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Минимальный
Вероятность смертельного травматизма за один год	Более $10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-4}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	Менее $10^{-6}$
Диапазон степени риска травматизма	$R > 2,17$	0,72-2,17	0,54-0,72	0,36-0,54	$R < 0,36$

Таблица 2

### Статистические данные, характеризующие травматизм в АО «СУЭК-Кузбасс» за период 2013-2017 гг., всего

Показатели	2013	2014	2015	2016	2017
Число травмированных, чел.	45	45	27	23	24
Число работников, чел.	12817	12922	12892	12275	12110
Коэффициент травмирования	3,51	3,48	2,1	1,9	2,0
Коэффициент тяжести, дн./чел.	221,6	154,9	174,5	222,5	200,3

Таблица 3

### Статистические данные, характеризующие травматизм в АО «СУЭК-Кузбасс» за период 2013-2017 гг. при подземной добыче угля

Показатели	2013	2014	2015	2016	2017
Число травмированных, чел.	37	32	22	13	12
Число работников, чел.	8564	8191	7658	7301	6293
Коэффициент травмирования	4,32	3,9	2,9	1,8	1,9
Коэффициент тяжести, дн./чел.	228,5	162,2	153,2	225	174,3
Число травмированных, чел.	7	11	5	10	12
Число работников, чел.	4253	4731	5234	4974	5817
Коэффициент травмирования	1,64	2,3	1,0	2,0	2,1

Таблица 4

### Изменение степени риска $R$ на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» за период 2013-2017 гг.

Показатели	2013	2014	2015	2016	2017
Степень риска $R$ для АО «СУЭК-Кузбасс» в целом	0,6	0,58	0,54	0,54	0,54
Степень риска $R$ при добыче каменного угля подземным способом	0,62	0,59	0,57	0,54	0,53

В табл. 5 приведены результаты такой оценки, из которых в частности следует:

- на данный момент опасность получить травму на угольных шахта АО «СУЭК-Кузбасс» значительно ниже, чем при добыче каменного угля в угольной отрасли в целом, где степень риска травматизма  $R = 0,60$ , и при подземной добыче угля ( $R = 0,69$ );
- опасность работы в АО «СУЭК-Кузбасс» ниже, чем во многих видах экономической деятельности и в настоящее время такая же, как и на угольных разрезах ( $R = 0,54$ ).

**ОЦЕНКА РИСКОВ ТРАВМАТИЗМА, ОБУСЛОВЛЕННЫХ НЕКОМПЕТЕНТНЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ РАБОТНИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АО «СУЭК-КУЗБАСС»**

Риск – это процесс (действия, поведение работников).

**Как известно, причиной 70-90% несчастных случаев является опасное (некомпетентное) поведение работников.**

Для управления рисками, обусловленными некомпетентным поведением работников, в АО «СУЭК-Кузбасс» внедрен «Видеоинформационный комплекс непрерывного развития и контроля компетентности работников в сфере безопасности труда».

Работу этого комплекса можно представить следующей упрощенной схемой.

Ежедневно каждый работник проходит предсменное микрообучение-тестирование на специальных терминалах. Работнику предлагается решить задачу, связанную с безопасностью труда, и предлагаются три варианта решения на выбор. При правильном решении работник допускается к работе. Если же работник выбрал неправильное решение задачи, проводится корректировка его компетентности: показываются негативные последствия для него лично от его неправильных действий (ожоги, переломы и подобное); подсказывается правильное решение задачи; эту же задачу работник решает еще раз и закрепляет в памяти правильное решение; при правильном решении работник допускается к работе.

При низкой компетентности, нарушении требований охраны труда, долгом отсутствии на рабочем месте автоматически назначается дополнительное микрообучение-тестирование. При этом число задач, которые необходимо решить, увеличивается до пяти.

За 2015-2017 гг. было проведено: микрообучений-тестирований – 3,3 млн раз, корректировок компетентно-

сти – около 330 тыс. раз и дополнительных микрообучений-тестирований – 6,5 тыс. раз.

Результаты первой попытки прогнозирования рисков травматизма, обусловленные некомпетентными действиями работников, на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» с использованием статистики микрообучений-тестирований приведены в работе [12].

Прогнозировалось общее число травмированных в 2016 г. при подземной добыче угля на уровне 13 чел., из них 9 чел. – за счет личных некомпетентных действий. Как следует из данных, приведенных в табл. 3, прогноз оказался довольно точным.

При расчетах предполагалось, что опасное или безопасное поведение измеряется степенью компетентности работника в вопросах безопасности ( $K$ ). Взаимосвязь между степенью риска травматизма и степенью компетентности определяется соотношением  $K = 1/R$ .

Исходя из этой идеи, на базе современных подходов к измерению свойств личности с учетом закона распределения тяжести вреда здоровью среди работников и стохастической теории тестов был разработан первый вариант «Методики оценки рисков травматизма, обусловленного опасным поведением работников» или, говоря иначе, некомпетентными действиями работников. Методика позволяет оценивать число работников, которые могут получить травму, коэффициенты смертельного и общего травматизма и т.п.

На основе данной Методики был разработан программный «Модуль численной оценки рисков травматизма, обусловленных некомпетентными действиями работников» (Модуль), который был интегрирован в «Видеоинформационный комплекс непрерывного развития и контроля компетентности работников в сфере безопасности труда».

С января по август 2017 г. Модуль был апробирован в АО «СУЭК-Кузбасс». В табл. 6 и на рис. 3 представлены некоторые результаты этого эксперимента.

В табл. 1 показаны прогноз общего числа травмированных рабочих на конец 2017 г. в результате личных некомпетентных действий и прогноз общего числа травмированных. С учетом изменения степени рисков травматизма  $R$  (оценивается по изменению текущего уровня компетентности работников  $K$ ) прогноз травматизма на конец года автоматически корректируется каждый месяц. При расчетах учитывалось, что причиной 70% не-

Таблица 5

**Степени и классы рисков, характерные для основных видов экономической деятельности**

Виды экономической деятельности	Степень риска R	Классы рисков
Добыча каменного угля подземным способом	0,69	Средний
Добыча каменного угля	0,65	Средний
Добыча каменного угля, бурого угля и торфа	0,62	Средний
Раздел В. Рыболовство, рыбоводство	0,60	Средний
Раздел Ф. Строительство	0,57	Средний
Раздел С. Добыча полезных ископаемых	0,57	Средний
Раздел А. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	0,55	Средний
Добыча каменного угля открытым способом	0,54	Средний
Добыча каменного угля подземным способом в АО «СУЭК-Кузбасс»	0,54	Средний
Добыча каменного угля в АО «СУЭК-Кузбасс»	0,54	Средний
Раздел Е. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	0,52	Низкий
Раздел О. Предоставление прочих коммунальных, социальных услуг	0,52	Низкий
Россия	0,51	Низкий
Раздел I. Транспорт и связь	0,51	Низкий

Текущий прогноз травматизма в АО «СУЭК-Кузбасс» в 2017 г.

Показатели	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Число травмированных в результате некомпетентных действий в 2017 г.	8,52	7,52	7,89	7,70	8,44	9,26	9,18	9,0
Общее число травмированных в 2017 г.	12,18	10,74	11,27	11	12,06	13,28	13,11	12,86



Рис. 3. Схема управления рисками, обусловленными некомпетентными действиями работников

счастливых случаев при подземной добыче угля является опасное (некомпетентное) поведение работников. Необходимо отметить, что дробное число пострадавших связано с вероятностным характером травмирования и позволяет более тщательно отслеживать динамику изменения травматизма.

Учитывая данные табл. 3, где зафиксировано 12 травмированных при подземной добыче угля в 2017 г., надежность прогнозирования числа травмированных при помощи Модуля можно признать приемлемой.

На рис. 3 представлено помесечное распределение коэффициентов травматизма по АО «СУЭК-Кузбасс». Прогнозные коэффициенты травматизма были оценены Модулем на основе риск-анализа персональных степеней компетентностей работников, которые рассчитываются по результатам предсменных микрообучений-тестирований. Здесь же приведены и фактические данные по травматизму (красные столбики).

На графике очень четко прослеживается взаимосвязь между фактическим травматизмом и прогнозными коэффициентами травматизма: чем выше прогнозные коэффициенты травматизма, тем чаще фиксируется фактический травматизм. Коэффициент корреляции между прогнозными и фактическими значениями травматизма составил 0,62.

Беглый анализ данных, представленных на графике, показывает, что рост прогнозного уровня коэффициента травматизма позволяет за 2-3 месяца предсказать всплеск травматизма на предприятии.

Таким образом, риск-анализ результатов предсменных микрообучений-тестирований делает возможным заблаговременный прогноз рисков травматизма, обусловленных некомпетентными действиями работников, что в свою очередь позволяет составить и воплотить действия по

оперативному вмешательству в рабочий процесс для снижения травматизма.

Сейчас разрабатывается соответствующий стандарт, регламентирующий применение Модуля на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс».

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно отметить, что как «Методика количественной оценки рисков травматизма «Вероятность-Вред-Риск» (ВВР), так и ее частный случай – «Методика оценки рисков травматизма, обусловленных опасным поведением работников», не являются полностью завершенными и

находятся в стадии совершенствования и развития. Однако уже первые, вполне разумные результаты, некоторые из которых приведены выше, позволяют надеяться, что идеи, заложенные в данные методики, позволят сформировать единые подходы не только к оценке рисков травматизма, обусловленных некомпетентными действиями работников, но и к оценке рисков, связанных с организацией управления охраной труда.

На данный момент «Модуль численной оценки рисков травматизма работников, обусловленных их личными некомпетентными действиями», не имеет аналогов как в России, так и за рубежом.

### Список литературы

1. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска: принципы и руководство.
2. Левашов С.П. Проблемы перехода к управлению профессиональными рисками в РФ // Безопасность жизнедеятельности. 2012. № 1. С. 2-10.
3. Occupational Health and Safety and Organizational Commitment: Evidence from the Ghanaian Mining Industry, Kwesi Amponsah-Tawiah Justice Mensah. doi: 10.1016/j.shaw.2016.02.002.
4. Creating a Culture of Prevention in Occupational Safety and Health Practice Yangho Kim, Jungsun Park, Mijin Park. doi: 10.1016/j.shaw.2016.02.002.
5. Development and Validation of a Practical Instrument for Injury Prevention: The Occupational Safety and Health Monitoring and Assessment Tool (OSH-MAT) Yi Sun 1, Martin Arning, Frank Bochmann, Jutta Börger, Thomas Heitmann. doi: 10.1016/j.shaw.2017.07.006.
6. National Vital Statistics Reports. Vol. 62. No. 6. December 20, 2013 Deaths: Leading Causes for 2010 by Melonie Heron, Ph.D., Division of Vital Statistics.

7. Ворошилов А.С. Численная оценка рисков травматизма. Разработка методики «Вероятность-Вред-Риск» (ВВР) / Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства. Пермь, 14-15 ноября 2017. С. 64-66.

8. Ворошилов А.С. Взаимосвязь методики «Вероятность-Вред-Риск» (ВВР) с общепринятыми методами оценки рисков травматизма / Материалы I Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевого солей». Пермь, 14-15 мая 2018.

9. Ворошилов А.С., Ли Хи Ун, Фомин А.И. Оценка рисков производственного травматизма // Безопасность труда в промышленности. 2016. № 6. С. 73-76.

10. Ворошилов С.П., Ворошилов А.С. Травматизм. Функция распределения степени тяжести вреда здоровью среди работников // БИОТА+. 2014. № 1. С. 2-10.

11. Ворошилов А.С. Численная оценка риска травматизма по смертельным несчастным случаям и по числу несчастных случаев с учетом дней нетрудоспособности работников // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2017. № 2. С. 59-62.

12. Краткий анализ производственного травматизма с учетом человеческого фактора на производственных единицах АО «СУЭК-Кузбасс» / Ю.М. Иванов, Х.У. Ли, Г.Е. Седельников, А.С. Ворошилов, С.П. Ворошилов // Безопасность труда в промышленности. 2017. № 2. С. 79-83.

SAFETY

UDC 622.8:614.8:658.511.3 © V.V. Lisovskiy, Yu.M. Ivanov, A.S. Voroshilov, G.E. Sedelnikov, Kh.U. Li, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 41-46

**Title**  
**PRACTICAL USE OF METHODOLOGY OF QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT "PROBABILITY HARM RISK (PHR)" AS EXEMPLIFIED BY "SUEK-KUZBASS" JSC**

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-41-46>

**Authors**

Lisovskiy V.V.<sup>1</sup>, Ivanov Yu.M.<sup>2</sup>, Voroshilov A.S.<sup>3</sup>, Sedelnikov G.E.<sup>3</sup>, Li Khi Un<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>"SUEK-Kuzbass" JSC, Leninsk-Kuznetskiy, 652507, Russian Federation

<sup>3</sup>"Kuzbass-COT" LLC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

<sup>4</sup>"NC VostNII" JSC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

**Authors' Information**

**Lisovskiy V.V.**, PhD (Engineering), Deputy Director of Occupational operations, e-mail: LisovskiyVV@suek.ru

**Ivanov Yu.M.**, PhD (Engineering), Deputy General Director, e-mail: IvanovYM@suek.ru

**Voroshilov A.S.**, PhD (Engineering), Deputy Director, tel.: +7 (384-2) 34-11-34, e-mail: office@kuzbasscot.ru

**Sedelnikov G.E.**, Deputy Director, tel.: +7 (384-2) 34-11-34, e-mail: office@kuzbasscot.ru

**Li Khi Un**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy General Director, Scientific secretary, tel.: +7 (3842) 64-28-95, e-mail: leeanatoly@mail.ru

**Abstract**

One of the safety and health problems is occupational traumatism risk estimation. The main lack of most methods is the fact they are of qualitative nature. Thus, the creation of quantitative method to assess traumatism risk is relevant and required. The core of the methodology is the function of harm to health degree distribution between injured workers. The article shows the frequency of incidents and the harm to health degree do not appear independently, but comply with the law of exponential distribution. During the last years the created theory was implemented in "SUEK-Kuzbass" JSC and indicated high enough efficiency not only to forecast traumatism by the end of calendar year, but also to forecast short-term surge of traumatism (2-3 months).

**Keywords**

Risks, Occupational traumatism, Quantitative risk assessment, Risk forecast, Risk classes.

**References**

1. *Natsional'nyy standart Rossiyskoy Federatsii. Menedzhment riska printsipy i rukovodstvo* [National standard of the Russian Federation. Risk management principles and guidance].
2. Levashov S.P. Problemy perekhoda k upravleniyu professional'nymi riskami v RF [Problems of transition to professional risk management in the Russian Federation]. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti – Fundamentals of health and safety*, 2012, No. 1, pp. 2-10.
3. Occupational Health and Safety and Organizational Commitment: Evidence from the Ghanaian Mining Industry, Kwesi Amponsah-Tawiah Justice Mensah. doi: 10.1016/j.shaw.2016.02.002.

4. Creating a Culture of Prevention in Occupational Safety and Health Practice Yangho Kim, Jungsun Park, Mijin Park. doi: 10.1016/j.shaw.2016.02.002.
5. Development and Validation of a Practical Instrument for Injury Prevention: The Occupational Safety and Health Monitoring and Assessment Tool (OSH-MAT) Yi Sun 1, Martin Arning, Frank Bochmann, Jutta Börger, Thomas Heitmann. doi: 10.1016/j.shaw.2017.07.006.
6. National Vital Statistics Reports, Vol. 62, No. 6, December 20, 2013. Deaths: Leading Causes for 2010 by Melonie Heron, Ph.D., Division of Vital Statistics.
7. Voroshilov A.S. *Chislennaya otsenka riskov travmatizma. Razrabotka metodiki "Veroyatnost'-Vred-Risk" (VVR)* [Numerical evaluation of injury risk. Elaboration of the "Probability-Harm-Risk" (PHR) methodology]. Actual problems of labour protection and production safety, Perm, November 14 -15, 2017, pp. 64-66.
8. Voroshilov A.S. *Vzaimosvyaz' metodiki "Veroyatnost'-Vred-Risk" (VVR) s obshchepriyatymi metodami otsenki riskov travmatizma* [Interrelation of the Probability-Harm Risk (PHR) methodology with generally accepted methods of injury risk evaluation]. Materials of the 1st International Scientific Practical Conference "Actual problems of labour protection and production safety, mining and use of potash-magnesium salts". Perm, May 14 -15, 2018.
9. Voroshilov A.S., Lee Hee Un & Fomin A.I. Otsenka riskov proizvodstvennogo travmatizma [Evaluation of professional injury risks]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti – Industrial labour safety*, 2016, No. 6, pp. 73-76.
10. Voroshilov S.P. & Voroshilov A.S. *Travmatizm. Funktsiya raspredeleniya stepeni tyazhesti vreda zdorov'yu sredi rabotnikov* [Injuries. Function of distribution of severity of personal injury among the workers]. *BIOTA+*, 2014, No. 1, pp. 2-10.
11. Voroshilov A.S. *Chislennaya otsenka riska travmatizma po smertel'nym neschastnym sluchayam i po chislu neschastnykh sluchayev s uchetom dney netrudospobnosti rabotnikov* [Numerical evaluation of injury risk according to severe accidents taking into account the days of disability of workers]. *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugol'noy promyshlennosti – Bulletin of the Mining industry labour safety research Centre*, 2017, No. 2, pp. 59-62.
12. Ivanov Yu.M., Lee H.U., Sedelnikov G.E., Voroshilov A.S. & Voroshilov S.P. *Kratkiy analiz proizvodstvennogo travmatizma s uchetom chelovecheskogo faktora na proizvodstvennykh yedinit'sakh AO "SUEK-Kuzbass"* [Brief analysis of occupational injuries given the human factor at "SUEK-Kuzbass" JSC production units]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti – Industrial labour safety*, 2017, No. 2, pp. 79-83.



# Сотрудники красноярских предприятий СУЭК получили награды Президента России

**Четверо сотрудников красноярских предприятий Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК) удостоены государственных наград и почетных званий Российской Федерации.**

Церемонию награждения лучших работников различных отраслей – промышленного сектора, сельского хозяйства, науки, здравоохранения, культуры и спорта – провел губернатор региона Александр Усс.

*«В очередной раз наш зал собрал поистине выдающихся людей с разных территорий Красноярского края, – открыл торжественное мероприятие Александр Усс. – Выдающийся полярник и ученый Отто Шмидт говорил: «Настоящего человека тянет туда, где трудно». Всех вас объединяет стремление идти и успешно преодолевать трудности во имя блага своих земляков, во имя блага страны. Я от лица всех красноярцев искренне вас за это благодарю.»*

**Указом Президента России от 25 октября 2018 г.** почетное звание Заслуженный шахтер РФ присвоено машинисту экскаватора горного участка № 2 «Вскрышной» Бородинского разреза имени М.И. Щадова **Николаю Кошечкину** и машинисту экскаватора горного цеха Березовского разреза **Валерию Сальникову**. Еще двое сотрудников



удостоены медали ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени – это электромонтер линейных сооружений телефонной связи и радиофикации отдела информатизации Назаровского разреза **Михаил Первов** и фрезеровщик механического участка Бородинского ремонтно-механического завода **Сергей Телешун**.

По признанию награжденных, полученные звания и ордена – это оценка не только их труда, но и всей большой и сплоченной семьи СУЭК. *«Я работаю на Бородинском разрезе имени М.И. Щадова уже четвертый десяток лет, у нас крепкий, надежный коллектив, и эта награда в какой-то степени – наша общая»*, – рассказал Заслуженный шахтер РФ, машинист экскаватора **Николай Кошечкин**.

В завершение церемонии **Александр Усс** еще раз поблагодарил всех собравшихся за многолетний добросовестный труд. *«Искренне благодарю вас за то, что вы такие, какие есть – элита и золотой фонд нашего Красноярского края. Поздравляю вас с заслуженной наградой!»* – сказал он.



Качество Точность Надежность

АО «Новосибирский механический завод «Искра»  
630900, г. Новосибирск, ул. Чекалина, 8  
тел. +7 (383) 274-76-82  
e-mail: iskra@nmz-iskra.ru  
www.nmz-iskra.ru

*С Новым Годом!*

*Дорогие друзья!*

*Примите самые добрые и искренние поздравления с Новым 2019 годом и Рождеством!*

*Подводя итоги уходящего года, хотим поблагодарить Вас за оказанное доверие и выразить надежду на укрепление дальнейшего сотрудничества!*

*Желаем Вам, чтобы наступающий год принес успех в профессиональной деятельности, чтобы Вы всегда достигали поставленных целей с надежными партнерами. Благополучия, здоровья, добра, праздничного настроения и исполнения желаний в Новом году Вашему коллективу!*

*С уважением,  
коллектив АО «НМЗ «Искра»*



# Системная оценка экономической безопасности региона

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-48-53>

## НОВОСЕЛОВ

**Сергей Вениаминович**

Канд. экон. наук,  
ведущий научный сотрудник  
Лаборатории «Горноспасательного  
дела» АО «НИИГД»,  
академик Международной академии  
наук экологии и безопасности  
жизнедеятельности,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: [nowosyolow.sergej@yandex.ru](mailto:nowosyolow.sergej@yandex.ru)



## ПАНИХИДНИКОВ

**Сергей Александрович**

Канд. воен. наук, доцент,  
заведующий кафедрой экологии и БЖД  
СПб ГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,  
193232, г. Санкт-Петербург, Россия,  
тел.: +7 (911) 985-17-28,  
e-mail: [panihidnikov@mail.ru](mailto:panihidnikov@mail.ru)

Статья раскрывает актуальное научное направление – методологию оценки системы экономической безопасности России и регионов. Приведены концептуальные основы системы экономической безопасности России и регионов. Охарактеризованы критерии оценки кризисной ситуации в регионе. Разработана графическая модель взаимодействия факторов в системе региональной безопасности региона. Доказывается всё повышающаяся значимость специальности 38.05.01 – «Экономическая безопасность» и актуальность экологической безопасности в системе экономической безопасности России и регионов. Конкретизирована и упорядочена аналитика метода интегральной оценки уровня экономической безопасности и кризисной ситуации в регионе. Даны рекомендации по совершенствованию оценки экономической безопасности региона как интеграционной системы.

**Ключевые слова:** система экономической безопасности, система индикаторов экономической безопасности, системный критерий, системная оценка, экологическая безопасность.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В настоящее время, в условиях нарастающих противоречий в мировой экономике, проявляющихся в виде глобальных кризисов, конфликтов, санкций и других проблем,

в России возрастает спрос на менеджеров специализации «Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности» на всех уровнях управления.

С начала 2000-х годов Россия ведет целенаправленную политику в аспекте **Концепции национальной безопасности**, что подтверждается рядом законодательных актов [1, 2, 3] и др. Исходя из терминологии, понятие **концепция** определяется как **система взглядов** на те или иные явления, способ понимания каких-либо явлений [4, с. 355], следовательно, экономическую безопасность России надо рассматривать с **системных\*** позиций, соответственно, применяя системный анализ и системные оценки. Авторы предлагают графическую модель факторов взаимодействия в региональной системе «входы – процесс – выходы» с учетом оценки **системы региональной безопасности региона** (СЭБР), см. рисунок.

Ведущие ученые в области общей теории систем, такие как: С.Л. Оптнер, С. Янг, Н.П. Федоренко, С.Н. Никонов, Ю.И. Черняк и другие, раскрыли подходы к процедуре системного анализа, конечным этапом которого они, соответственно, определяли: **оценку реализации и ее последствий; проверку эффективности; испытание чувствительности решения (параметрическое исследование); определение результатов решения; проектирование организации для достижения целей** [5, с. 75].

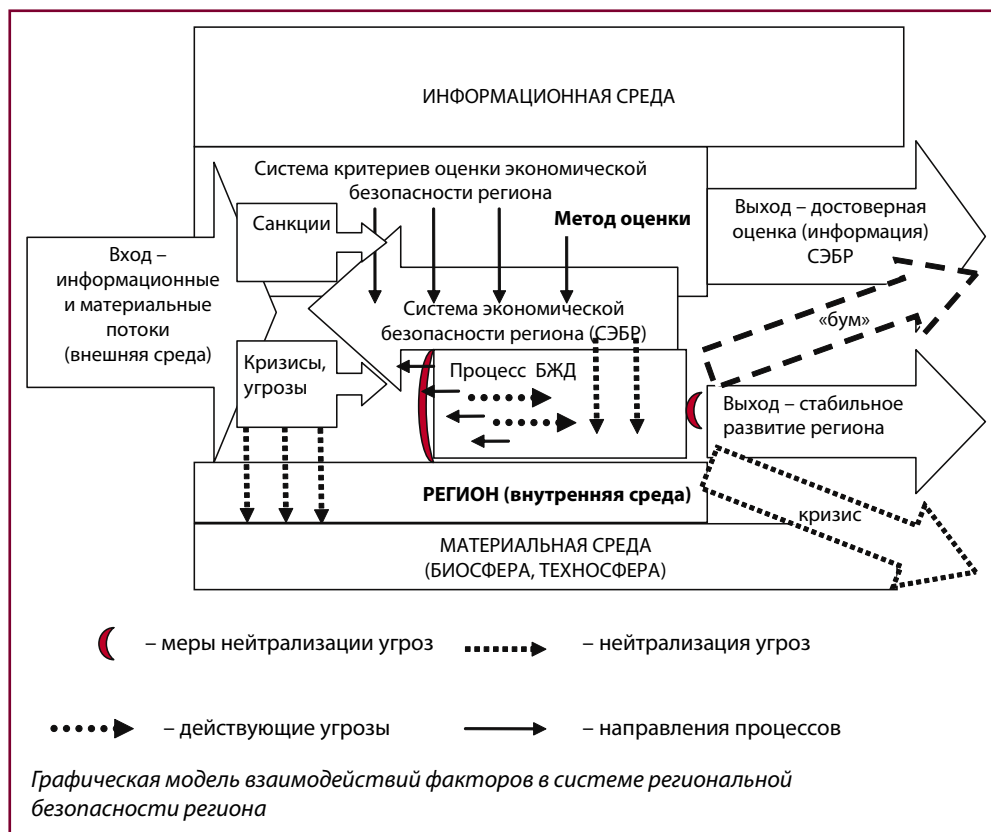
Контент-анализ позволил выявить наиболее математически оснащенную процедуру системного анализа, предложенную В.И. Кирилловым [5, с. 17], содержащую пять этапов:

- расчленение системы на отдельные части – подсистемы;
- подбор показателей (а чаще уравнений или неравенств), которые дают качественную и количественную оценку всем без исключения элементам, взаимосвязям, а также условия, в которых существует система;
- разработка структурно-логической схемы системы;
- построение в общем виде математической модели системы;
- работа с математической моделью.

Математическая модель системы является инструментом конкретного исследования, проектирования и выдачи рекомендаций, а также дает возможность с помощью убедительного математического аппарата подтвердить эвристические догадки, интуицию и опыт экспертов и/или лица, принимающего решение.

В защиту системной парадигмы Ю.П. Маркин [6] определяет основы системного анализа как **методологию ре-**

\* Система – совокупность закономерно связанных между собой элементов, составляющих определенное целостное образование, единство [4, с. 639]



ницам измерения (процентам, стоимостным, натуральным) или условным – безразмерным единицам измерения (баллам, индексам, рейтингам). При создании правила определения направленности критерия (знака критерия) формируется агрегированный системный критерий оценки экономической безопасности региона ( $S_{ki}$ ).

### МЕТОД ОЦЕНКИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Используя методологию В.К. Сенчагова [8, с. 628] для выявления кризисных явлений в регионе и введя ограничения в аналитические модели, систематизируя ряд обозначений, получим следующую совокупность неравенств обобщающей оценки СЭБР, приведенных в табл. 1.

шения крупных проблем, основанных на концепции систем. В центре методологии системного анализа находится операция количественного сравнения альтернатив, которая выполняется с целью выбора наилучшей альтернативы, подлежащей реализации [7, с. 118].

Авторы, предлагают оценку **системы экономической безопасности регионов** проводить на основе **системного критерия**, который характеризует состояние всех основных блоков-подсистем экономической безопасности региона количественно. Понятно, для точных оценок различных регионов, их систем экономической безопасности надо формировать конкретные системы критериев в зависимости от организационной, производственной, технологической направленности региональной системы и ее географии. Один из важных вопросов состоит в выборе размерности системного критерия.

Основные виды критериев оценки экономических систем, с учетом их иерархии, можно расположить в следующем порядке: политические, экономические, финансовые, социологические, управленческие, технологические, организационные, технические, экологические и другие. Данные виды критериев, в принципе, охватывают все стороны оценки безопасности жизнедеятельности экономических систем, которые можно разделить на более мелкие – элементарные критерии. В системных оценках формирование системного критерия, в принципе, может быть представлено либо аддитивными, либо мультипликативными моделями.

Критерии, представленные В.К. Сенчаговым, характеризующие экономическую безопасность региона, можно назвать системой критериев экономической безопасности ( $S_p$ ), так как они всецело отображают стороны экономической системы региона и могут быть выражены в аналитической форме, приводиться к одноименным еди-

Оценка экономической системы безопасности региона при аддитивном подходе может измеряться как в процентах, так и в коэффициентах, и имеет вид (1):

$$\sum S_{\text{эк.сис.рег.}} = \sum S_i = S_{\text{ин.}} + S_{\text{ф.}} + S_{\text{т.}} + S_{\text{д.кр.}} + S_{\text{эк.}} + S_{\text{дем.кр.}} \cdot (1)$$

Одним из важных моментов при оценке по формуле (1) является то, что необходимо учитывать знак того или иного блочного критерия  $S_i$ .

На основе табл. 1 разработан метод рейтинговой оценки систем экономической безопасности регионов (табл. 2).

Для расчета интегрального индекса/рейтинга СЭБР –  $R_i$  необходимо сделать преобразования при расчете процентов – 1% будет равен индексу 0,01, а при расчете экологического критерия исходить из того, что 10 т/км<sup>2</sup> – это 100%, а пороговое значение 5 т/км<sup>2</sup> будет равно 50%, результат дроби соответственно соотносить с 50% и 100%. Аналогично надо подходить и к демографическому критерию. Интегральные индексы  $S_{\text{кр.}i}$  рассчитываются как сумма  $S_i$ . Рейтинг региона рассчитывается как отношение регионального критерия  $S_{\text{кр.}i}$  к  $S_{\text{кр.ср.РФ}}$  (среднероссийскому значению) или как отношение  $S_{\text{кр.}i}$  к  $S_{\text{кр.макс}}$  (максимальному значению среди регионов).

Использование данного метода и правила оценки на основе официальных данных Росстата позволяют оперативно в автоматизированном режиме решать масштабные задачи стратегического анализа и делать сравнение СЭБР регионов, проводить операции оптимизации, прогноза, поиска доверительных интервалов прогноза, например при использовании компьютерных технологий – надстройки **поиск решения в среде Excel**.

Следует учесть, что **абсолютно достоверная оценка** любого блочного критерия в СЭБР, в принципе, недостижима, т.к. мы используем упрощенные модели оценки, имеющие определенную погрешность, а также неполную информацию об объекте исследования. Однако даже при та-

**Интегральная оценка уровня экономической безопасности и кризисной ситуации в регионе**

Наименование критерия оценки (блок СЭБР)	Аналитическая форма	Расшифровка	Диапазон пороговых значений, %
Оценка кризисной ситуации в сфере производственного потенциала региона	$S_{\text{пп.кр.}} = (L - L')my \frac{1}{K_{\text{инв.}}} \geq 0,06$	$L, L'$ – предкризисное и кризисное значения относительного снижения производства в течение расчетного периода, $m$ – соотношение абсолютной величины процентного снижения доли стратегически важных отраслей в промышленности региона и той же величины по России в целом; $y$ – сравнительный (со среднероссийским) уровень износа основных промышленно-производственных фондов; $K_{\text{инв.}}$ – сравнительный (по отношению к среднероссийскому) уровень производственных капиталовложений на 1 руб. основных производственных фондов в промышленности	4-6
Оценка степени остроты региональной кризисной ситуации в сфере занятости	$S_{\text{т.кр.}} = t - t' \geq 0,08$	$S_m$ – интегральный показатель степени остроты региональной кризисной ситуации в сфере занятости; $t - t'$ – соответственно фактическая и пороговая (критическая) величины уровня общей безработицы	5-8
Оценка кризисной ситуации в сфере доходов населения	$S_{\text{дл.кр.}} = \frac{D_{\text{ср.д.рег.}}}{D_{\text{ср.д.РФ}}} \leq 0,6$	$D_{\text{ср.д.рег.}}$ – среднедушевые доходы на душу населения в регионе, $D_{\text{ср.д.РФ}}$ – среднедушевые доходы на душу населения в РФ	60-75
Оценка кризисной ситуации в сфере финансовой устойчивости	$S_{\text{ф.кр.}} = \frac{q'}{q} hf \leq 60$	$S_{\text{ф}}$ – интегральный показатель оценки степени остроты региональной кризисной ситуации в сфере финансовой устойчивости; $q', q$ – соответственно фактическое и пороговое (критическое) значения сравнительного (со среднероссийским) среднедушевого собственного дохода территориального бюджета (с учетом паритета покупательной способности); $h$ – отношение общего объема убытков к объему прибыли в регионе; $f$ – отношение использованного к произведенному ВРП в данном регионе	60-75
Оценка степени остроты региональной кризисной ситуации в сфере НТП (снижение численности)	$S_{\text{нтп.кр.}} = W - W' \geq 0,03$	$S_{\text{нтп.кр.}}$ – обобщающий показатель степени остроты региональной кризисной ситуации в сфере НТП; $W - W'$ – соответственно фактическое и критическое (пороговое) значения процентного сокращения численности занятых в науке и научном обслуживании	2,5-3
Оценка региональных кризисных ситуаций в области окружающей природной среды (антропогенная нагрузка)	$S_{\text{эк.кр.}} = \frac{Q_p}{F_p} \geq 10$	$S_{\text{эк.кр.}}, Q, F$ – соответственно удельная плотность выбросов в атмосферу, общий объем выбросов в атмосферу и площадь территории региона	$5 = 10 \text{ т/км}^2$
Оценка региональных кризисных ситуаций в демографической сфере (смертность)	$S_{\text{дем.кр.}} = \frac{N_{\text{ум.рег.}}}{1000} \geq 0,007$	$S_{\text{дем.кр.}}, S_{\text{дем.пред.кр.}}$ – соответственно кризисная и предкризисная ситуации в демографической сфере; $N_{\text{ум.рег.}}$ – количество умерших на 1000 жителей	4-7 чел. /1000 жителей
Обобщающая оценка	$\sum S_{\text{эк.сис.рег.}}$	$\sum S_i$	Интегральный индекс/рейтинг (правило учета знака)

Метод рейтинговой оценки СЭБР

Регион	Аналитическая форма критериев оценки							Интегральный критерий оценки СЭБР	Индексная/Рейтинговая оценка СЭБР
A	$S_{пн.кр.a}$	$S_{т.кр.a}$	$S_{дл.кр.a}$	$S_{ф.кр.a}$	$S_{нтп.кр.a}$	$S_{эк.кр.a}$	$S_{дем.кр.a}$	$S_{кр.A}$	$1. R_A = \frac{S_{кр.A}}{S_{кр.ср.РФ}}$ $2. R_A = \frac{S_{кр.A}}{S_{кр.маx}}$
B	$S_{пн.кр.b}$	$S_{т.кр.b}$	$S_{дл.кр.b}$	$S_{ф.кр.b}$	$S_{нтп.кр.b}$	$S_{эк.кр.b}$	$S_{дем.кр.b}$	$S_{кр.B}$	$1. R_B = \frac{S_{кр.B}}{S_{кр.ср.РФ}}$ $2. R_B = \frac{S_{кр.B}}{S_{кр.маx}}$
M	$S_{пн.кр.m}$	$S_{т.кр.m}$	$S_{дл.кр.m}$	$S_{ф.кр.m}$	$S_{нтп.кр.m}$	$S_{эк.кр.m}$	$S_{дем.кр.m}$	$S_{кр.M}$	$1. R_M = \frac{S_{кр.M}}{S_{кр.ср.РФ}}$ $2. R_M = \frac{S_{кр.M}}{S_{кр.маx}}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
N	$S_{пн.кр.n}$	$S_{т.кр.n}$	$S_{дл.кр.n}$	$S_{ф.кр.n}$	$S_{нтп.кр.n}$	$S_{эк.кр.n}$	$S_{дем.кр.n}$	$S_{кр.N}$	$1. R_N = \frac{S_{кр.N}}{S_{кр.ср.РФ}}$ $2. R_N = \frac{S_{кр.N}}{S_{кр.маx}}$

ком подходе оценки необходимы для анализа и принятия решений. Например, взять оценку экологической ситуации, где много проблемных моментов, которая в последнее время особенно важна для человечества и становится все более актуальной в аспектах чистой воды, чистого воздуха, натуральных продуктов питания, бытовых отходов, глобального потепления и т.д.

**ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНОВ**

Развитие научно-технического прогресса вступает в противоречие с природой. В этих условиях администрации (менеджеру) нужно принимать непростое, но однозначное решение (разрешать не разрешать), а когда в задаче 150-200 ограничений, то без информационных технологий не обойтись, поэтому необходимо использовать научный поиск (научное исследование), однако все полученные математические решения должны проверяться на логику экспертом (группой экспертов).

Системное и всевозрастающее присутствие экологических проблем и экономического развития стран освещается в ряде публикаций как за рубежом [9, 10, 11, 12, 13, 14], так и в России [15, 16, 17] и др.

В подтверждение экологических проблем есть высказывания многих ученых. Например, невозможно не согласиться с выводами О.Н. Русака, что «...взаимоотношение биосферы и техносферы и их коэволюция, то есть совместное развитие невозможно. Нужна система искусственно сдерживания техногенеза, с одной стороны, и создание природоподобных технологий, с другой» [18].

Другой важный аспект при оценках СЭБР – это классификация территорий по экологической опасности. Как отмечает В.И. Стурман: «Привязка эколого-экономической информации к единицам административно-территориального

деления – не лучший способ территориальной интерпретации. В регионах и районах существуют различия между наиболее населенными и экономически освоенными центрами и сельской (лесной) периферией. Необходим учет ландшафтной основы и систем природопользования» [19].

Следующий важный момент, который необходимо учитывать в оценках СЭБР, – это человеческий фактор, который сложно параметризовать, но он везде присутствует, это оценка качества человеческого капитала (особенно высшего уровня квалификации, возраста и других потенциальных параметров), особенно специалистов в области экономической безопасности. Данный аспект раскрыт А.А. Лубянниковым [20] и другими авторами, где приведены методы оценки человеческого и структурного капиталов инновационного предприятия, пояснены их адекватность и обоснованность.

В любом случае, каждый блок СЭБР можно детализировать и усложнять. Но необходимо учитывать, что каждая оценка имеет определенную погрешность, степень глубины и наложенные на ее ограничения, достоверность обрабатываемой информации и скорость ее обработки, так как со временем информация теряет свою актуальность. Следовательно, применяемые СЭБР, как и все прочие управленческие решения, несут определенную степень риска, который необходимо рассчитывать и нейтрализовать при практической реализации мероприятий.

Согласно майскому Указу Президента РФ [21], Правительству Российской Федерации необходимо обеспечить достижение ряда национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 г., в Указе по пункту и определяется: *создание в базовых отраслях экономики, прежде всего в обрабатывающей промышленности и агропромышленном комплексе, высокопроизводительного экспортно ориентированного сектора, развивающегося*

на основе современных технологий и обеспеченного **высококвалифицированными кадрами**. Это прямая корреляция со специальностью 38.05.01 – «Экономическая безопасность» и ее целями.

Однако скорректированный метод, изложенный в статье, в принципе, раскрывает лишь начало работ по проблеме системных оценок СЭБР и определяет спектр направлений научных исследований в данном аспекте, и будет способствовать достижению определенных выше стратегических целей.

### Выводы

Интегральные оценки СЭБР необходимы для оценки **действительного потенциала** как самих регионов и федеральных округов, так и всей системы экономической безопасности России при принятии стратегических решений. Актуальность данной темы и значимость определены практикой постоянного повышения угроз как во внешней, так и во внутренней среде России. При существующей системе индикаторов оценки экономической безопасности необходимо помнить, что они отражают нормативный подход, который со временем необходимо конкретизировать, а сравнение со среднероссийскими показателями не всегда будет отражать действительное состояние объекта оценки (есть еще и мировые средние или мировые максимальные значения). Кроме того, при интенсивном использовании нефтегазового сектора и топливно-энергетического комплекса, росте цен на энергоносители (в принципе, постоянная тенденция ввиду ограниченности последних) среднероссийские значения резко возрастут, но реально (не номинально) в других отраслях материального производства будет относительное снижение показателей эффективности (при тех же объемах), тем паче, если будет снижение их темпов роста и снижение курса национальной валюты.

Ввиду того, что комплекс разрозненных критериев дает лишь несвязанную оценку, системные оценки в интегрированном виде более полно отражают состояние и потенциал СЭБР. В этом случае оценки, основанные на системном подходе, например при оценках «вход–процесс–выход», могут дать результат, показывающий **«качество-потенциал» СЭБР** в параметрическом виде по критерию  $\sum S_i$ , что наиболее эффективно, доказательно и сравнимо при анализе и принятии решений топ-менеджментом регионов.

Разработанный метод рейтинговой оценки СЭБР позволяет, при использовании данных Росстата, оперативно решать масштабные стратегические задачи, а при заданной конкретизации целей – разрабатывать долгосрочные программы и прогнозы в автоматизированном режиме. В целом, ввиду изменяющихся условий внешней и внутренней сред, в данном направлении требуются перманентное совершенствование теоретической и методической баз дисциплин блока специализации «Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности» и ее популяризация в государственных масштабах.

### Список литературы

1. Закон Российской Федерации от 5 марта 1992 г. № 2446-1 «О безопасности» (с изменениями от 25 декабря 1992 г. и 25 июля 2002 г.).

2. О государственной стратегии экономической безопасности Российской Федерации (Основные положения): Указ Президента Российской Федерации от 29 апреля 1996 г. № 608.

3. Концепция национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 10 января 2000 г. № 24.

4. Булыко А.Н. Современный словарь иностранных слов. М.: «Мартин», 2005. 848 с.

5. Кириллов В.И. Квалиметрия и системный анализ. Минск: Новое знание, 2014. 440 с.

6. Маркин Ю.П. Теория экономического анализа. М.: КНОРУС, 2006. 312 с.

7. Новоселов С.В. Системная оценка стратегического развития топливно-энергетического комплекса региона: вопросы теории, методологии и практики (на примере ТЭК Кемеровской области на период 2020-2035 гг.). Кемерово, 2017. 194 с.

8. Экономическая безопасность России: общий курс: Учебник / Под ред. В.К. Сенчагова. 2-е изд. М.: Дело, 2005. 896 с.

9. Giugni M. Social Protest and Policy Change: Ecology, Antinuclear and Peace Movements in Comparative Perspective. Lanham, Rowman & Littlefield, 2004. 320 p.

10. Gouldson A., Roberts P., eds. Integrating Environment and Economy. Strategies for Local and Regional Government. London, New York, Routledge, 2000. 304 p.

11. Reflections on US Environmental Policy: An Interview with William K. Reilly. EPA Alumni Association. URL: <http://www.epaalumni.org/history/video/interview.cfm?id=37> (дата обращения: 15.11.2018).

12. Gordon Mathis Riley Memorial Lecture Series in Environmental Law. UC Hastings College of the Law San Francisco. January 09, 2014. URL: <http://www.uchastings.edu/news/articles/2013/04/riley-lecture-babbitt.php> (дата обращения: 15.11.2018).

13. Goldstein N. Global Warming. New York, Facts on File, 2009. 340 p.

14. Kraft M.E. Environmental Policy and Politics. 6th ed. New York, Routledge, 2016. 352 p.

15. Идрисов Г., Май В., Божечкова А. В поисках новой модели роста // Вопросы экономики. 2017. № 12.

16. Клейнер Г.Б. Три вопроса к политэкономии (попытка системной интроспекции) // Вопросы экономики. 2018. № 8.

17. Ершов М. Россия и мир: насколько устойчив экономический рост? Риски и препятствия // Вопросы экономики. 2017. № 12. С. 63-80.

18. Русак О.Н. Техносфера против биосферы / Урбоэкология. Экологические риски урбанизированных территорий. Научный симпозиум. Самарский научный центр РАН, Самарский государственный технический университет. Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. С. 3-5.

19. Стурман В.И., Кашин А.А. Проблема территориальной корректности эколого-экономической информации / Эколого-экономические проблемы развития регионов и страны (устойчивое развитие, управление, природопользование). Материалы 14-й Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. Петрозаводск, 2017. С. 134-139

20. Лубянный А.А., Мальцева О.Л., Бураков С.О. Методы стоимостной оценки человеческого и структурно-капитала предприятия // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. № 1. С. 79-84.

21. Путин В.В. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года.

## ECONOMIC OF MINING

UDC 338.45:658.15:622.33.012 © S.V. Novoselov, S.A. Panihidnikov, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 48-53

### Title

#### SYSTEMATIC ASSESSMENT OF ECONOMIC SECURITY OF THE REGION

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-48-53>

### Authors

Novoselov S.V.<sup>1,2</sup>, Panihidnikov S.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> "Research Institute of Mine-rescue Business" JSC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

<sup>2</sup> International Academy of Ecology and Life Protection Sciences (IAELPS), Kemerovo, 650002, Russian Federation

<sup>3</sup> Professor M.A. Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications, Saint-Petersburg, 193232, Russian Federation

### Authors' Information

**Novoselov S.V.**, PhD (Economic), Leading Researcher of Laboratory "Mine-rescue business", Academician of IAELPS, e-mail: [nowosyolow.sergej@yandex.ru](mailto:nowosyolow.sergej@yandex.ru)

**Panihidnikov S.A.**, PhD (Military), Head of Department of Ecology and Life Protection Sciences, tel.: +7 (911) 985-17-28, e-mail: [panihidnikov@mail.ru](mailto:panihidnikov@mail.ru)

### Abstract

The paper reveals the actual scientific direction—the methodology of assessing the system of economic security of Russia and regions. The conceptual bases of the system of economic security of Russia and regions are given. The criteria for assessing the crisis situation in the region are characterized. A graphical model of interaction of factors in the regional security system of the region is developed. The increasing importance of the specialty 38.05.01 – "Economic security" and the relevance of environmental safety in the system of economic security of Russia and regions is proved. The analysis of the method of integral assessment of the level of economic security and crisis situation in the region is concretized and ordered. Recommendations are given to improve the assessment of economic security of the region as an integration system.

### Keywords

System of economic security, System of indicators of economic security, System criterion, System assessment, Environmental safety.

### References

1. *Zakon Rossiyskoy Federatsii ot 5 marta 1992 g. № 2446-1 "O bezopasnosti" (s izmeneniyami ot 25 dekabrya 1992 g. i 25 iyulya 2002 g.)* ["On Safety"]. The Law of the Russian Federation, No. 2446-1 of March 5, 1992 (as amended on December 25, 1992 and July 25, 2002).
2. *O gosudarstvennoy strategii ekonomicheskoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii (Osnovnyye polozheniya)* [On the state strategy of economic safety of the Russian Federation (General provisions)]. Decree of the President of the Russian Federation, No. 608 of April 29, 1996.
3. *Kontseptsiya natsional'noy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii* [Concept of the national security of the Russian Federation]. Decree of the President of the Russian Federation, No. 24 of January 10, 2000.
4. Bulko A.N. *Sovremennyy slovar' inostrannykh slov* [Modern dictionary of foreign words]. Moscow, "Martin" Publ., 2005, 848 p.
5. Kirilov V.I. *Kvalimetriya i sistemnyy analiz* [Qualimetry and system analysis]. Minsk, Novoye Znanie Publ., 2014, 440 p.
6. Markin Yu.P. *Teoriya ekonomicheskogo analiza* [Theory of economic analysis]. Moscow, KNORUS Publ., 2006, 312 p.
7. Novoselov S.V. *Sistemnaya otsenka strategicheskogo razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa regiona: voprosy teorii, metodologii i praktiki (na primere TEK Kemerovskoy oblasti na period 2020-2035 gg.)* [System-based evaluation of the strategic development of the fuel and energy sector of the region: questions of theory, methodology and practice (by the example of the fuel and energy sector of the Kemerovo region for the period 2020 to 2035)]. Kemerovo, 2017, 194 p.
8. *Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii: Obshchiy kurs*. Uchebnik [Economic safety of Russia: General course. Textbook]. Under ed. V.K. Senchagov. 2-nd edition. Moscow, Delo Publ., 2005, 896 p.

9. Giugni M. *Social Protest and Policy Change: Ecology, Antinuclear, and Peace Movements in Comparative Perspective*. Lanham, Rowman & Littlefield, 2004, 320 p.

10. Gouldson A., Roberts P., etc. *Integrating Environment and Economy. Strategies for Local and Regional Government*. London, New York, Routledge, 2000, 304 p.

11. *Reflections on US Environmental Policy: An Interview with William K. Reilly*. EPA Alumni Association. Available at: <http://www.epaalumni.org/history/video/interview.cfm?id=37> (accessed 15.11.2018).

12. Gordon Mathis Riley Memorial Lecture Series in Environmental Law. UC Hastings College of the Law San Francisco. January 09, 2014. Available at: <http://www.uchastings.edu/news/articles/2013/04/riley-lecture-babbitt.php> (accessed 15.11.2018).

13. Goldstein N. *Global Warming*. New York, Facts on File, 2009, 340 p.

14. Kraft M.E. *Environmental Policy and Politics*. 6th ed. New York, Routledge, 2016, 352 p.

15. Idrisov G., Mau V. & Bozhechkova A. V. *poiskakh novoy modeli rosta [In search of a new growth model]*. *Voprosy ekonomiki – Economic Issues*, 2017, No. 12.

16. Kleiner G.B. *Tri voprosa k politekonomii (popytka sistemnoy introspektsii) [Three questions to political economy (an attempt at systemic introspection)]*. *Voprosy ekonomiki – Economic Issues*, 2018, No. 8.

17. Ershov M. *Rossiya i mir: naskol'ko ustoychiv ekonomicheskiy rost? Riski i prep'yatstviya [Russia and the world: how sustainable is the economic growth? Risks and obstacles]*. *Voprosy ekonomiki – Economic Issues*, 2017, No. 12, pp. 63-80.

18. Rusak O.N. *Tekhnosfera protiv biosfery / Urboekologiya. Ekologicheskiye riski urbanizirovannykh territoriy*. Nauchnyy simpozium [Technosphere against biosphere / Urboecology. Environmental risks of urbanized terrains. Academic symposium]. Samara Scientific Center of RAS, Samara State Technical University. Publishing house of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2017, pp. 3-5.

19. Sturman V.I., Kashin A.A. *Problema territorial'noy korrektnosti ekologo-ekonomicheskoy informatsii*. *Ekologo-ekonomicheskoye razvitiye regionov i strany (ustoychivoye razvitiye, upravleniye, prirodopol'zovaniye)* [The problem of the territorial correctness of environmental and economic information. Environmental and economic problems of the regional and national development (sustainable development, management, environmental management)]. Materials of the 14th International Scientific and Practical Conference of the Russian Society of Ecological Economics. Petrozavodsk, 2017, pp. 134 -139.

20. Lubyannikov A.A., Maltseva O.L. & Burlakov S.O. *Metody stoimostnoy otsenki chelovecheskogo i strukturnogo kapitala predpriyatiya [Methods of valuation of human and structural capital of an enterprise]*. *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya – Economics and management of control systems*, 2015, No. 1, pp. 79-84.

21. Putin V.V. *O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2024 goda* [On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period until 2024]. Decree of President of the Russian Federation, No. 20407 of May 07, 2018.

# Токенизация угольной промышленности: экономические и криминологические риски

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-54-58>

## **СИДОРЕНКО Элина Леонидовна**

Доктор юрид. наук,  
профессор кафедры уголовного права,  
уголовного процесса и криминалистики  
Московского государственного института  
международных отношений (университет)  
МИД России,  
119454, г. Москва, Россия,  
e-mail: 12011979@list.ru

## **ШАЙДУЛЛИНА Венера Камилевна**

Канд. юрид. наук,  
старший преподаватель  
Департамента правового регулирования  
экономической деятельности  
Финансового университета  
при Правительстве Российской Федерации,  
125993, г. Москва, Россия,  
e-mail: vk.shaydullina@gmail.com

## **КИРАКОСЯН Сусана Арсеновна**

Канд. юрид. наук,  
доцент Департамента правового регулирования  
экономической деятельности  
Финансового университета  
при Правительстве Российской Федерации,  
125993, г. Москва, Россия,  
e-mail: susanak@mail.ru

В настоящей статье приведены итоги исследования экономических и криминологических рисков токенизации угольной промышленности в Российской Федерации. Были проанализированы имеющиеся стартап-проекты в угледобывающей отрасли с целью выявления негативных эффектов, имеющих при их реализации. Кроме того, в рамках настоящего исследования был проведен опрос компаний угольной промышленности с целью подтверждения гипотезы о зависимости экономических и криминологических рисков токенизации между собой. Была построена матрица выявленных рисков и рассчитаны индексы влияния на угольную промышленность. Установлено, что уровень криминологического риска существенно влияет на конъюнктуру рын-

ка угольной промышленности, а также препятствует росту инвестиционной привлекательности компаний данной отрасли. Указывается, что цифровизация угледобывающей отрасли является эффективной мерой улучшения инвестиционного климата в условиях трансформации реального сектора экономики.

**Ключевые слова:** токенизация, криминологические риски, угольная промышленность, угледобывающие компании, инвестиции, цифровые активы.

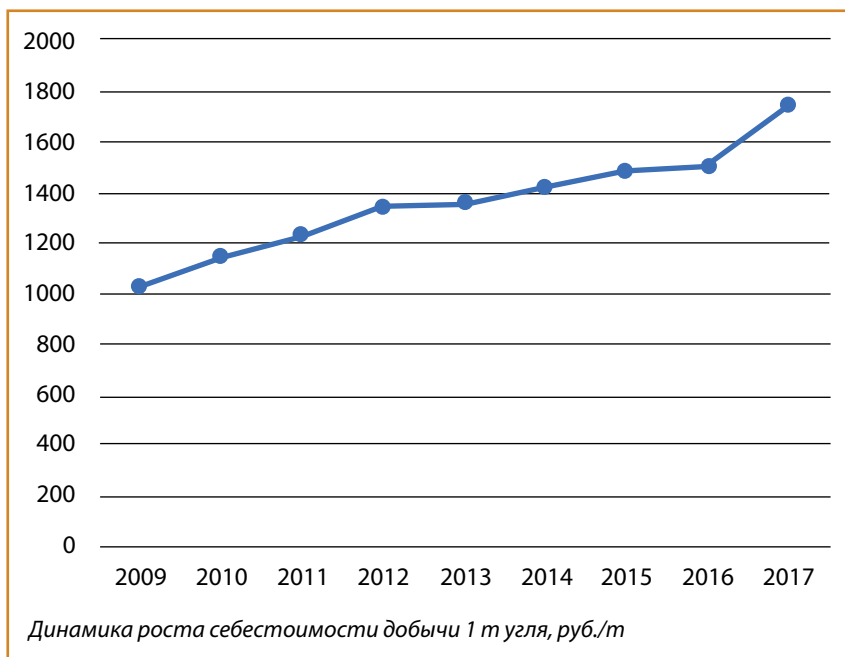
## **ВВЕДЕНИЕ**

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-Р утверждена Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», в рамках которой подлежат реализации принципы экономической целесообразности и повышения доступности энергетической инфраструктуры и распределенной энергетики в целях обеспечения цифровой трансформации отраслей топливно-энергетического комплекса. Министерство энергетики Российской Федерации разработало проект «Цифровая энергетика». Проект направлен на цифровую трансформацию традиционного энергетического комплекса, основанную на применении технологий сбора и обработки данных, с целью повышения эффективности функционирования участников комплекса, снижения барьеров и формирования предпосылок к возникновению новых бизнес-моделей, создания сервисов для удовлетворения запросов потребителей. В рамках проекта реализуется инициатива «Цифровой уголь», направленная на токенизацию активов угледобывающих компаний [1, с. 56].

По оценкам экспертов, объем токенизируемых активов составляет 600 трлн дол. США: акции, недвижимое имущество, золото, углеводороды, произведения искусства. Среди блокчейн-стартапов в сфере угольной промышленности также наметился тренд на разработку проектов, позволяющих токенизировать активы угольной промышленности (переводить в токены, то есть криптографическую единицу учета, которую используют для представления цифрового баланса в некотором активе) [2, с. 1260].

Интересно, что идея цифровых активов далеко не нова. В 1973 г. для упрощения документооборота при обработке операций с ценными бумагами, который сильно увеличился после быстрого роста объема транзакций в индустрии ценных бумаг США в конце 1960-х годов, была создана Депозитарная трастовая корпорация (DTC) [3, с. 1135]. Для проведения операции у центрального оператора удерживались сертификаты на торгуемые ценные





бумаги, а операции по ним записывались в электронном виде, то есть торговые операции осуществлялись с цифровым эквивалентом бумаг.

Тем не менее предполагается, что токенизация угольной промышленности станет следующим этапом эволюции секьюритизации в данной сфере [4, с. 18; 5, с. 21], демократизируя процедуру, которая ввиду сложности и зарегулированности раньше была доступна только финансовым игрокам и крупным корпорациям.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С 2005 г. на рынке первичных энергоносителей цены на уголь и газ в сопоставимом исчислении сравнялись (до этого после отпуска угольных цен они все время оставались выше цен на газ), и с тех пор уголь становится все более дешевым энергоресурсом. Сегодня соотношение цен уголь/газ уже достигло 1:1,7. Однако данное соотношение пока недостаточно для равноправного конкурентного с дешевым российским газом, цены на который регулируются государством в отличие от цен на уголь, формируемых рынком [6]. В итоге пока соотношение цен уголь/газ находится ниже соотношения 1:2,5 в настоящее время и в долгосрочном периоде наблюдается переход с угольной энергогенерации на газовую [7].

Реализация российского угля ограничивается также и на экспортных направлениях ввиду значительных расстояний от основных регионов добычи до рынков, как восточного, так и западного направления, что, безусловно, сдерживает формирование стабильных условий для самофинансирования отрасли, но при ослабленности рубля экспорт становится эффективным. При этом следует отметить, что отрасль имеет значительный потенциал роста экспортных поставок [8, с. 58]. Сегодня загрузка производственных мощностей угольных компаний составляет 90%, то есть отрасль имеет резерв поставок до 50 млн т [9]. Однако существует ряд экономических проблем, препятствующих развитию угледобывающей отрасли. Одна из них – высокая себестоимость добытого угля.

С 2009 по 2017 г. себестоимость добычи 1 т угля выросла с 1026 до 1742 руб./т [10] (см. рисунок).

Логистические и транзакционные расходы входят в себестоимость добычи угля и достигают почти 30-40% [11, с. 67]. В условиях цифровой экономики возможно снижение данных расходов посредством перевода прав на физические активы в цифровую форму. Токенизацию в данном случае можно рассматривать как эффективную альтернативу трудоемким и дорогостоящим процедурам, которые необходимо выполнить, чтобы получить финансирование. Токены являются делимыми и глобальными, и путем токенизации низколиквидного актива можно расширить рынок сбыта, не ограничиваясь географией или объемом вложений, тем самым получив доступ к новым рынкам капитала [12].

В настоящее время тренд на токенизацию активов угледобывающих компаний только набирает обороты. В ходе анализа ICO-рынка\* было выявлено всего три проекта в сфере угольной промышленности (табл. 1).

Указанный тренд сформировался и в деятельности крупного бизнеса. В рамках исследования был проведен опрос представителей руководства компаний угольной промышленности с целью определения уровня их знаний о технологии блокчейн, 43% опрошенных утверждают, что у них слабые представления о технологии. Однако 55% респондентов указывают, что отсутствие блокчейна в их бизнес-процессах существенно повлияет на конкурентные преимущества компании, при этом 42% считают, что неприменение данной технологии разрушительно отразится на предприятии. Это указывает на наличие общего понимания того, для чего нужна указанная технология и каким образом возможна оптимизация деятельности организации с ее помощью.

Однако, несмотря на всю привлекательность нового инструмента, стоит выделить несколько проблем при его использовании. Токенизация активов находится в самом начале своего развития, и на массовое принятие и распространение данного явления потребуются годы. Блокчейн-технология развивается довольно быстро, предлагая новые механизмы консенсуса и новые области применения, но законодательное регулирование и правоприменительная практика не настолько успешны [13, с. 18]. С учетом зарегулированности финансовой отрасли внедрение многих блокчейн-продуктов невозможно без юридической основы и появления соответствующих нормативных актов и (или) нарабатанной судебной практики.

В связи с этим на данном этапе развития регуляторной парадигмы нового экономико-правового явления

\* Initial coin offering – это форма привлечения инвестиций в виде продажи инвесторам фиксированного количества новых единиц токенов, полученных разовой или ускоренной эмиссией.

**ICO-проекты в сфере угольной промышленности, сформированные в 2018 г.**

Проект	Суть проекта	Собранные средства	Этап реализации
Coal Coin, Украина	Первый децентрализованный рынок угольного топлива и его криптоактив. Экосистема CoalCoin позволяет в два клика находить уголь нужной марки у ближайшего поставщика, совершать сделку и организовывать логистику	291659,51 дол. США из 1200000 дол. США	Проект перешел на государственный уровень, средства будут возвращены всем тем, кто инвестировал в проект
Coal Coin, Россия	Блокчейн - дериватив нового поколения, основанный на сочетании инвестиционной составляющей и промышленного производства каменного угля. Покупателям предлагается уголь в обмен на токены	Неизвестно, 1 токен = 32-40 дол. США	3 сентября 2018 г. объявлено начало ICO
Coal Industry Coin, Великобритания	Это криптовалюта с собственным децентрализованным реестром, защищенная физическими ресурсами угольных шахт, управляемыми децентрализованным блочным ключом	1022000 дол. США из 8700000 дол. США	В процессе ICO

Источник: составлено авторами.

Таблица 2

**Соотношение экономических и криминологических рисков токенизации угледобывающей промышленности**

Описание	Эффект (описание)	Оценка последствий	Оценка вероятности	Уровень риска	Корреляция с экономическими рисками
Транснациональность цифровых активов	Транснациональность заключается в невозможности установить государственные и таможенные границы при проведении транзакций	7	6	42	Риск оттока капитала
Отмывание средств посредством продажи цифровых активов	Цифровые активы позволяют совершать операции с целью отмывания средств, полученных преступным путем	8	9	72	Риск экономических потерь финансовых ресурсов государства
Мошенничество с использованием цифровых активов	Существует риск мошенничества при проведении ICO стартапами угольной промышленности	4	10	40	Риск изменения конъюнктуры рынка
Избежание налогообложения с помощью цифровых активов	Перевод активов в цифровой формат способствует совершению преступлений, связанных со злостным уклонением от уплаты налогов	10	6	60	Риск дефицита государственного бюджета
Манипулирование рынком посредством цифровых активов	При цифровизации активов угледобывающих компаний существует риск распространения инсайдерской информации	3	4	12	Риск изменения конъюнктуры рынка
Риск хакерских атак	Перевод активов в цифровой формат влечет за собой риск хакерских атак и потери в связи с этим активов	4	10	40	Риск оттока капитала
Изготовление поддельных токенов	Существует риск распространения на рынке поддельных цифровых активов угольных компаний	4	7	28	Риск изменения конъюнктуры рынка

Источник: составлено авторами.

требуется проанализировать экономические и криминологические риски токенизации активов угольной промышленности.

Основываясь на имеющейся правоприменительной практике и вышеприведенных данных, а также на проведенном исследовании в форме опроса предприятий

угольной промышленности, можем сформировать факторную матрицу экономических и криминологических рисков токенизации активов угледобывающих предприятий (табл. 2).

Вышеприведенные данные говорят о прямой корреляции криминологических рисков с экономическими по-

**Минимизация криминологических рисков токенизации угледобывающей промышленности**

Описание	Мероприятие для снижения рисков
Транснациональность цифровых активов	Привязанности электронного кошелька с активами угледобывающего предприятия к платформе, расположенной в Российской Федерации, позволяет снизить данный риск
Отмывание средств посредством продажи цифровых активов	На отношения, регулируемые законопроектом, распространяет свое действие законодательство о противодействии легализации и отмыванию денежных средств, полученных преступным путем
Мошенничество с использованием цифровых активов	На отношения, регулируемые законопроектом, распространяет свое действие уголовное законодательство
Избежание налогообложения с помощью цифровых активов	На отношения, регулируемые законопроектом, распространяет свое действие уголовное и налоговое законодательство
Манипулирование рынком посредством цифровых активов	При цифровизации активов угледобывающих компаний существует риск распространения инсайдерской информации
Изготовление поддельных токенов	На отношения, регулируемые законопроектом, распространяет свое действие уголовное законодательство
Риск хакерских атак	На отношения, регулируемые законопроектом, распространяет свое действие уголовное законодательство

Источник: составлено авторами.

следствиями для страны. В связи с этим важно понимать, в каком направлении необходимо развивать регуляторную среду с целью защиты как угольных предприятий, так и их инвесторов.

В настоящее время только в 46 странах имеются правовые механизмы осуществления токенизации активов, включая и сферу угольной промышленности. Российская Федерация только на пути к формированию эффективного законодательства. С этой целью в Российском союзе промышленников и предпринимателей была создана Рабочая группа по координации законопроектной и регуляторной деятельности в области цифровизации Российского союза промышленников и предпринимателей. Данная структура стала автором законопроекта, учитывающего современные тренды в рассматриваемой сфере. Предполагается установить три группы цифровых активов. Первая группа - токены, которые будут в большей мере приравнены к ценным бумагам либо к производным финансовым инструментам. Вторая категория - криптовалюты. У них будет особый статус - в отношении держателей криптовалют и участников торговли. Третья категория - так называемое регулирование цифровых знаков, то есть нефинансовых цифровых активов, которые будут удостоверяют заключение между сторонами гражданскоправовых договоров. Данный подход представляется оправданным ввиду наличия правового статуса субъектов, использующих данные активы, в действующем законодательстве. Принятие данного законопроекта фактически снизит вышеоговоренные риски (табл. 3).

Таким образом, фактическое определение объекта отношений позволяет распространить действие традиционного законодательства на новые отношения по поводу токенизации.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, минимизация криминологических рисков повлечет за собой снижение уровня влияния экономических рисков на процессы токенизации предпри-

ятий угольной промышленности. Стратегия по устранению правовых рисков должна основываться на формировании качественной регуляторной политики государства, направленной на защиту сторон в процессе перевода прав на физические объекты в цифровые формы. В свою очередь эффективная правовая среда позволит внедрить в угледобывающие компании цифровые финансовые технологии, что снизит издержки по производству угля примерно на 30-40%. Представляется, что подобные результаты будут способствовать росту инвестиционной привлекательности отрасли.

### Список литературы

1. Захарова В.В. Перспективы и проблемы развития угольной промышленности в Хакасии // Научный журнал. 2017. № 2. С. 56-59.
2. Волокитина В.М., Гедич Т.Г. Инвестиционная составляющая в современном положении и развитии угольной промышленности России // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. № 7. С. 1260-1268.
3. Алмастьян Н.А., Ратнер С.В. Современный уровень развития эко-инноваций в энергоемких отраслях экономики (на примере электроэнергетики) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. № 6. С. 1135-1150.
4. Ricketts B. (ed.) Coal Industry across Europe. 6th edition. EUROCOAL: European Association for Coal and Lignite, 2017. P. 18.
5. Spencer T., Berghmans N., Sartor O. Coal transitions in China's power sector: A plant-level assessment of stranded assets and retirement pathways // Coal Transitions. 2017. N 12/17. P. 21.
6. Jiang S., Yang Ch. ARIMA forecasting of China's coal consumption, price and investment by 2030 // Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy. 2013. Vol. 3. Pp. 190-195. doi: 10.1080/15567249.2017.1423413.
7. Краснянский Г.Л. Уголь России: 20 лет спустя [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2015/09/28/promyshlennost.html> (дата обращения: 15.11.2018).

8. Стертюков К.Г., Стародубцева О.А. Проблемы внедрения новых технологий и технических средств с целью увеличения КПД в энергетической отрасли // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2018. № 25. С. 58-73.

9. Aydin G. The Application of Trend Analysis for Coal Demand Modeling // *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*. 2010. Vol. 2. Pp. 183-191. doi: 10.1080/15567249.2013.813611.

10. Себестоимость добычи угля и цена продаж [Электронный ресурс]. URL: <http://www.southcoal.ru/pubs/297.html> (дата обращения: 15.11.2018).

11. Market Series Report: Coal 2017. OECD/IEA, 2017. P. 67.

12. Kumar R., Avdhesh Kr. Sharma, Tewari P.C. Thermal Performance and Economic Analysis of 210 MWe Coal-Fired Power Plant // *Journal of Thermodynamics*. 2014. Article ID 520183. 10 p. <https://doi.org/10.1155/2014/520183>.

13. Панюкова В.В. Международный опыт применения технологии блокчейн при управлении цепями поставок // *Экономика. Налоги. Право*. 2018. № 4. С. 18-22.

ECONOMIC OF MINING

UDC 338.97:622.33 © E.L. Sidorenko, V.K. Shaydullina, S.A. Kirakosyan, 2018  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 54-58

Title  
**TOKENIZATION OF COAL INDUSTRY: ECONOMIC AND CRIMINOLOGICAL RISKS**

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-54-58>

Authors

Sidorenko E.L.<sup>1</sup>, Shaydullina V.K.<sup>2</sup>, Kirakosyan S.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of Russia, Moscow, 119454, Russian Federation

<sup>2</sup> Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 125993, Russian Federation

Authors' Information

**Sidorenko E.L.**, Doctor of law, Professor Department of Criminal Law, Criminal Procedure and Criminalistics, e-mail: 12011979@list.ru

**Shaydullina V.K.**, PhD in Law, Senior lecturer Department of Legal Regulation of Economic Activity, e-mail: vk.shaydullina@gmail.com

**Kirakosyan S.A.**, PhD in Law, Associate Professor Department of Legal Regulation of Economic Activity, e-mail: susanak@mail.ru

Abstract

In the paper are presented the results of a research of economic and criminological risks in coal industry tokenization in the Russian Federation. Existing startup-projects in the Russian coal industry were analyzed to identify negative effects when they are being realized. Furthermore, in this study a survey of coal sector companies was carried out to confirm hypothesis that economic and criminological risks of tokenization depend on each other. A matrix of risks identification was built and influence on coal industry index was calculated. It was found, that criminological risk level significantly affects the coal industry market condition, and also prevents companies' investment attractiveness growth. It was pointed, that coal-mining industry digitalization is an effective measure to improve investment climate in real economy sector transformation context.

Keywords

Tokenization, Criminological risks, Coal industry, Coal-mining companies, Investment, Digital assets.

References

1. Zakharova V.V. Perspektivy i problemy razvitiya ugol'noy promyshlennosti v Khakasii [Prospects and problems of the development of the coal industry in Khakassia]. *Nauchnyy Zhurnal – Scientific Journal*, 2017, No. 2, pp. 56-59.  
 2. Volokitina V.M. & Gedich T.G. Investitsionnaya sostavlyayushchaya v sovremenom polozhenii i razvitiu ugol'noy promyshlennosti Rossii [Investment component in the current situation and development of the coal industry in Russia]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika – Economic analysis: theory and practice*, 2017, Vol. 16, No. 7, pp. 1260-1268.  
 3. Almastyan N.A. & Ratner S.V. Sovremennyy uroven' razvitiya eko-innovatsiy v energoyemkikh otraslyakh ekonomiki (na primere elektroener-

getiki) [The current level of development of eco-innovation in energy-intensive sectors of the economy (by the example of the power industry)]. *Natsional'nyye interesy: priority i bezopasnost' – National interests: priorities and safety*, 2018, Vol. 14, No. 6, pp. 1135-1150.

4. Ricketts B. (ed.) Coal Industry across Europe. 6th edition. EUROCOAL: European Association for Coal and Lignite, 2017, pp. 18.

5. Spencer T., Berghmans N. & Sartor O. Coal transitions in China's power sector: A plant-level assessment of stranded assets and retirement pathways. *Coal Transitions*, 2017, No. 12/17, pp. 21.

6. Jiang S. & Yang Ch. ARIMA forecasting of China's coal consumption, price and investment by 2030. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 2013, Vol. 3, pp. 190-195. doi: 10.1080/15567249.2017.1423413.

7. Krasnyansky G.L. Ugol' Rossii: 20 let spustya [Coal of Russia: 20 years after]. [Electronic resource]. Available at: <https://rg.ru/2015/09/28/promyshlennost.html> (accessed 15.11.2018).

8. Stertyukov K.G. & Starodubtseva O.A. Problemy vnedreniya novykh tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv, s tsel'yu uvelicheniya KPD v energeticheskoy otrasli [Problems of introducing new technologies and hardware in order to increase the efficiency in the energy industry]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Elektrotehnika, informatsionnyye tekhnologii, sistemy upravleniya – Bulletin of the Perm National Research Technical University. Electrical engineering, Information technology, Control systems*, 2018, No. 25, pp. 58-73.

9. Aydin G. The Application of Trend Analysis for Coal Demand Modeling. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 2010, Vol. 2, pp. 183-191. doi: 10.1080/15567249.2013.813611.

10. *Sebestoimost' dobychi uglya i tsena prodazh* [Coal mining cost and sales price] [Electronic resource]. Available at: <http://www.southcoal.ru/pubs/297.html> (accessed 15.11.2018).

11. Market Series Report: Coal 2017. OECD/IEA, 2017, pp. 67.

12. Kumar R., Avdhesh Kr. Sharma & Tewari P.C. Thermal Performance and Economic Analysis of 210 MWe Coal-Fired Power Plant. *Journal of Thermodynamics*, 2014, Article ID 520183, 10 p. doi: 10.1155/2014/520183.

13. Panyukova V.V. Mezhdunarodnyy opyt primeneniya tekhnologii blokcheyn pri upravlenii tsepyami postavok [International experience in blockchain technology use when managing supply chains]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo – Economics. Taxes. Law*, 2018, No. 4, pp. 18-22.

# Назаровское ГМНУ осваивает выпуск оборудования для глубокой переработки угля

ООО «Назаровское горно-монтажное наладочное управление» (НГМНУ), сервисное предприятие Сибирской угольной энергетической компании в Красноярском крае, участвует в строительстве и оснащении комплекса глубокой переработки бурого угля на Березовском разрезе.



изготавливает ленточные сушилки – одни из основных звеньев производственного цикла. Каждая из сушилок представляет собой туннельную конструкцию длиной 26 м, шириной 6 м и высотой более

3 м и состоит из 11 промежуточных секций. Внутри установлен конвейер, по которому транспортируется осушаемый материал.

Назаровские специалисты выполняют полный цикл работ – от сварки металлопроката до комплектации сушилок всем необходимым оборудованием, в том числе шкафами управления. После того, как сушилки будут изготовлены, Назаровское ГМНУ займется их монтажом непосредственно на месте.

«Стратегия развития сервисных предприятий СУЭК предусматривает не только увеличение объемов производства, но и развитие новых компетенций. Изготовление ленточных сушилок, в частности, и участие Назаровского ГМНУ в этом инвестиционном проекте, в целом, – это как раз и есть наш ответ на требования времени и рынка», – комментирует руководитель ООО «Назаровское ГМНУ» **Николай Бережецкий**.

Березовский разрез расположен в Шарыповском районе края. Сегодня здесь налажен выпуск целой линейки продуктов из бурого угля – это коксовая мелочь для нужд металлургической, химической промышленности и нефтепереработки; коксовые брикеты, также применяемые в металлургии – в ферросплавных производствах и получении поликристаллического кремния. А с 2017 г. на разрезе выпускают и продукцию для частного потребителя – бездымные топливные брикеты для всех видов печей и котлов частного сектора. Брикеты отличаются повышенной теплотворной способностью – их калорийность почти в два раза выше, чем у бурого угля в исходном виде, при этом горят они практически без образования дыма. Как показал опыт реализации, продукты глубокой переработки востребованы потребителями, поэтому было принято решение о расширении производства и строительстве комплекса.

Назаровское ГМНУ отвечает сразу за несколько направлений в реализации проекта. Прежде всего, предприятие выступает генеральным подрядчиком при выполнении строительно-монтажных работ. Также Назаровское ГМНУ

Добавим, строящийся на Березовском разрезе комплекс глубокой переработки угля рассчитан на выпуск 30 тыс. т готовой продукции в год с возможностью расширения производственных мощностей до 60 тыс. т. СУЭК инвестирует в новый объект свыше 500 млн руб.

## МУФТА ПРО

### Мы предлагаем:

- Краны топливозаправочные
- Заправочные клапаны
- Вентиляционные клапаны
- Системы FFS PITBOSS для заправки карьерной техники
- Системы учёта топлива SAMPI S.p.A.
- Стационарные, мобильные и автотопливозаправщики со скоростью до 1500 л/минуту

### Контакты:

ООО «МУФТА ПРО»  
тел.: +7 (499) 394 66 60  
e-mail: muftapro@gmail.com  
www.muftapro.ru/  
www.muftapro.com



FAST FILL SYSTEMS



WIGGINS



FLOMAX

СИСТЕМЫ БЫСТРОЙ ЗАПРАВКИ

# Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2018 года

Составитель:

**ТАРАЗАНОВ Игорь Геннадьевич**

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

Использованы данные:

ФГБУ «ЦДУ ТЭК», Росстата, АО «Росинформуголь», Департамента угольной и торфяной промышленности Минэнерго России, пресс-релизы компаний.

Добыча угля в России, млн т



На основе статистических, технико-экономических и производственных показателей представлен аналитический обзор итогов работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2018 г. Обзор сопровождается диаграммами, таблицами и обширными статистическими данными.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-60-69>

## ДОБЫЧА УГЛЯ

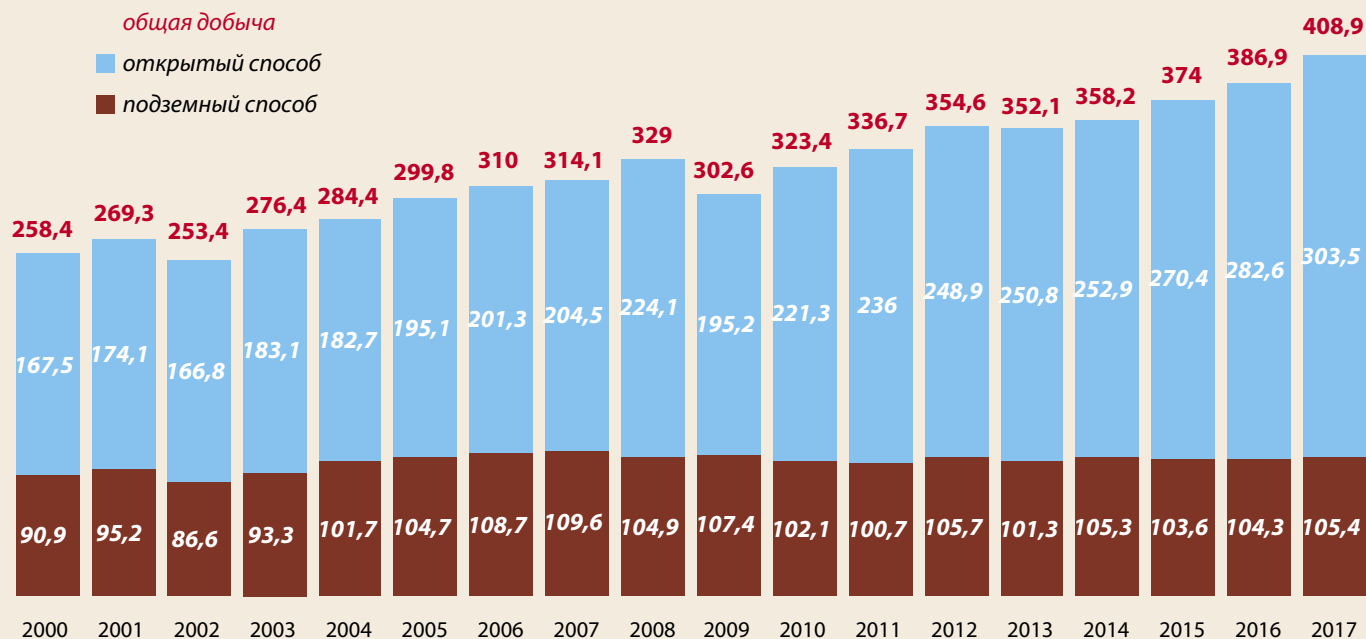
**Добыча угля в России за январь-сентябрь 2018 г. составила 319,2 млн т.** Она возросла по сравнению с 9 мес. 2017 г. на 18,2 млн т, или на 6%. Поквартальная добыча составила: в первом квартале – 105,3 млн т; во втором – 104,7 млн т; в третьем – 109,2 млн т.

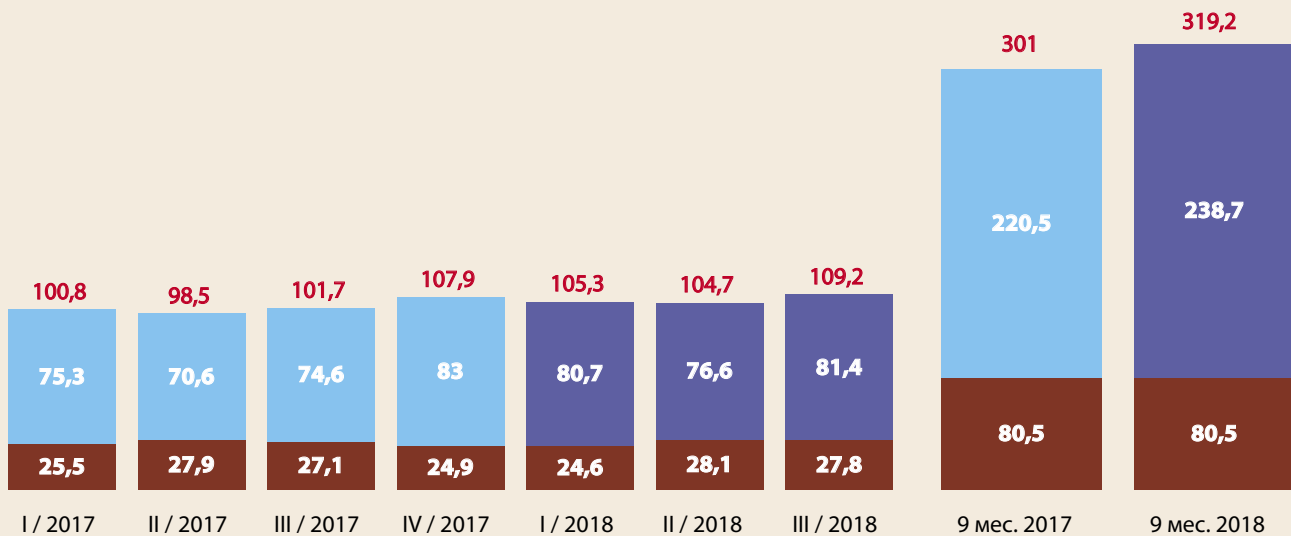
**Подземным способом добыто 80,5 млн т угля** (на том же уровне, как годом ранее). Из них в первом квартале до-

быто 24,6 млн т, во втором – 28,1 млн т; в третьем – 27,8 млн т.

За январь-сентябрь 2018 г. проведено 319,2 км горных выработок (на 3,9 км, или на 1% выше прошлогоднего уровня), в том числе вскрывающих и подготавливающих выработок – 256,9 км (на 3,5 км, или на 1,4% больше, чем годом ранее). При этом уровень комбайновой проходки составляет 88% общего объема проведенных выработок.

Добыча угля в России (по способам добычи), млн т





**Добыча угля открытым способом составила 238,7 млн т** (на 18,2 млн т, или на 8% выше уровня 9 мес. 2017 г.). Из них в первом квартале добыто 80,7 млн т, во втором – 76,6 млн т, в третьем – 81,4 млн т. Объем вскрышных работ за январь-сентябрь 2018 г. составил 1660,1 млн

куб. м (на 219,7 млн куб. м, или на 15% выше объема аналогичного периода 2017 г.).

**Удельный вес открытого способа в общей добыче составил 74,8%** (годом ранее было 73,3%).

### ДОБЫЧА УГЛЯ ПО ТЕРРИТОРИЯМ

В январе-сентябре 2018 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года добыча угля увеличилась в двух из четырех основных угольных бассейнов страны: в Кузнецком – на 7,9 млн т, или на 4% (добыто 188,1 млн т), в Канско-Ачинском – на 2,2 млн т, или на 8% (добыто 28,4 млн т). Снижение отмечено в Печорском угольном бассейне – на 0,1 млн т, или на 1% (добыто 6,93 млн т) и в Донецком – на 0,8 млн т, или на 19% (добыто 3,7 млн т).

В январе-сентябре 2018 г. по сравнению с 9 мес. 2017 г. добыча угля возросла в трех из семи угледобывающих экономических районов России: в Западно-Сибирском

добыто 199,1 млн т (рост на 6%), в Восточно-Сибирском – 73,6 млн т (рост на 8%), в Дальневосточном – 35,7 млн т (рост на 12%). Снижение отмечено в четырех экономических районах: в Северном добыто 7 млн т (спад на 1%), в Южном – 3,7 млн т (спад на 19%), в Центральном – 142 тыс. т (спад на 29%) и в Уральском – 28 тыс. т (спад на 97%).

В целом по России объем угледобычи за год увеличился на 18,2 млн т, или на 6%.

Основной вклад в добычу угля по Российской Федерации вносят Западно-Сибирский (62%) и Восточно-Сибирский (23%) экономические районы.

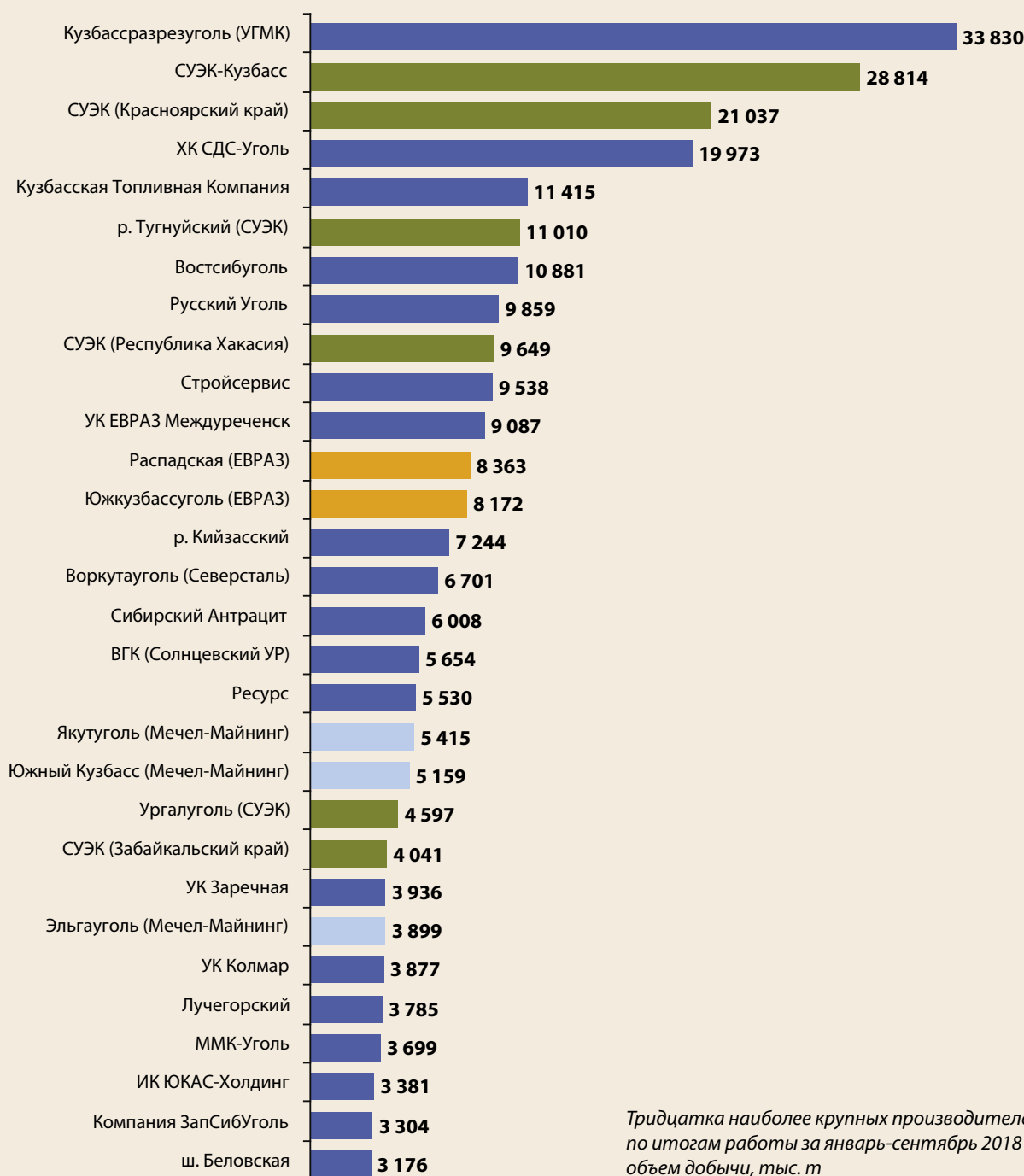
Десятка наиболее крупных системообразующих предприятий (компаний) по добыче угля в России, тыс. т*	9 мес. 2018	К уровню 9 мес. 2017, %
<b>1. АО «СУЭК»</b>	<b>81 466</b>	<b>104,5</b>
– АО «СУЭК-Кузбасс» (Кемеровская обл.)	28 824	99,2
– Филиал АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова» (Красноярский край)	15 827	116,6
– АО «Разрез Березовский» (Красноярский край)	2 667	90,3
– АО «Разрез Назаровский» (Красноярский край)	2 563	107,0
– АО «Разрез Тугнуйский» (Республика Бурятия)	11 020	105,7
– ООО «СУЭК-Хакасия» (Республика Хакасия)	5 969	105,1
– ООО «Восточно-Бейский разрез» (Республика Хакасия)	2 646	100,2
– ОАО «Разрез Изыхский» (Республика Хакасия)	1 064	126,9
– АО «Урзалуголь» (Хабаровский край)	4 597	99,1
– АО «Разрез Харанорский» (Забайкальский край)	2 754	148,0
– ООО «Читауголь» (Забайкальский край)	890	107,8
– ООО «Арктические разработки» (Забайкальский край)	417	88,3

Десятка наиболее крупных системообразующих предприятий (компаний) по добыче угля в России, тыс. т*	9 мес. 2018	К уровню 9 мес. 2017, %
– ООО «Приморскуголь» (Приморский край)	2 228	105,1
<b>2. ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»</b>	<b>33 830</b>	<b>96,7</b>
– Филиал «Талдинский угольный разрез»	8 105	81,0
– Филиал «Бачатский угольный разрез»	7 417	99,5
– Филиал «Краснобродский угольный разрез»	5 700	103,3
– Филиал «Моховский угольный разрез»	5 265	107,6
– Филиал «Кедровский угольный разрез»	3 901	102,4
– Филиал «Калтанский угольный разрез»	3 171	100,5
– ООО «Шахта Байкаимская»	271	181,2
<b>3. АО ХК «СДС-Уголь»</b>	<b>19 973</b>	<b>91,9</b>
– ООО «Шахтоуправление «Майское» (разрез «Первомайский»)	4 919	111,4
– АО «Черниговец»	4 582	106,6
– ООО «Шахта Листвяжная»	4 164	107,0
– АО «Салек» (разрез «Восточный»)	3 266	103,6
– «Шахта «Южная» (филиал АО «Черниговец»)	1 714	92,4
– АО «Прокопьевский угольный разрез»	1 328	112,1
<b>4. ООО «Распадская угольная компания» (ЕВРАЗ)</b>	<b>16 535</b>	<b>96,9</b>
– ПАО «Распадская»	8 363	97,7
– ОАО «ОУК «Южкузбассуголь»	8 172	96,1

Десятка наиболее крупных системообразующих предприятий (компаний) по добыче угля в России, тыс. т*	9 мес. 2018	К уровню 9 мес. 2017, %
<b>5. ОАО «Мечел-Майнинг»</b>	<b>14 473</b>	<b>92,2</b>
– АО ХК «Якутуголь»	5 415	84,5
– ПАО «Южный Кузбасс»	5 159	82,7
– ООО «Эльгауголь»	3 899	127,9
<b>6. ПАО «Кузбасская Топливная Компания»</b>	<b>11 415</b>	<b>121,0</b>
<b>7. En+ Group</b>	<b>11 391</b>	<b>111,9</b>
– ООО «Компания «Востсибуголь»	9 037	113,6
– Разрез «Ирбейский» (Компания «Востсибуголь»)	1 844	101,8
– ООО «Тувинская ГРК»	410	100,5
– ООО «Разрез Ныгдинский»	100	-
<b>8. АО «Русский Уголь»</b>	<b>9 859</b>	<b>98,7</b>
– ОАО «Красноярсккрайуголь»	3 521	90,9
– АО «УК «Разрез Степной»	3 061	98,5
– АО «Амуруголь»	2 498	104,6

Десятка наиболее крупных системообразующих предприятий (компаний) по добыче угля в России, тыс. т*	9 мес. 2018	К уровню 9 мес. 2017, %
– ООО «Саяно-Партизанский»	779	125,7
<b>9. ЗАО «Стройсервис»</b>	<b>9 538</b>	<b>127,2</b>
– ООО «Березовский»	4 249	116,9
– ООО «Разрез «Пермяковский»	2 964	151,9
– ООО СП «Барзасское товарищество»	1 270	134,1
– АО «Разрез «Шестаки»	547	88,9
– ООО «Шахта № 12»	508	144,6
<b>10. ООО «УК «ЕВРАЗ Междуреченск»</b>	<b>9 087</b>	<b>104,2</b>
– АО «Междуречье»	4 696	100,2
– АО «Угольная компания «Южная»	2 603	100,4
– АО «Шахта «Большевик»	1 138	120,8
– АО «Шахта «Антоновская»	650	130,9

\* Указанные компании суммарно обеспечивают 75% всего объема добычи угля в России.



Тридцатка наиболее крупных производителей угля по итогам работы за январь-сентябрь 2018 г., объем добычи, тыс. т



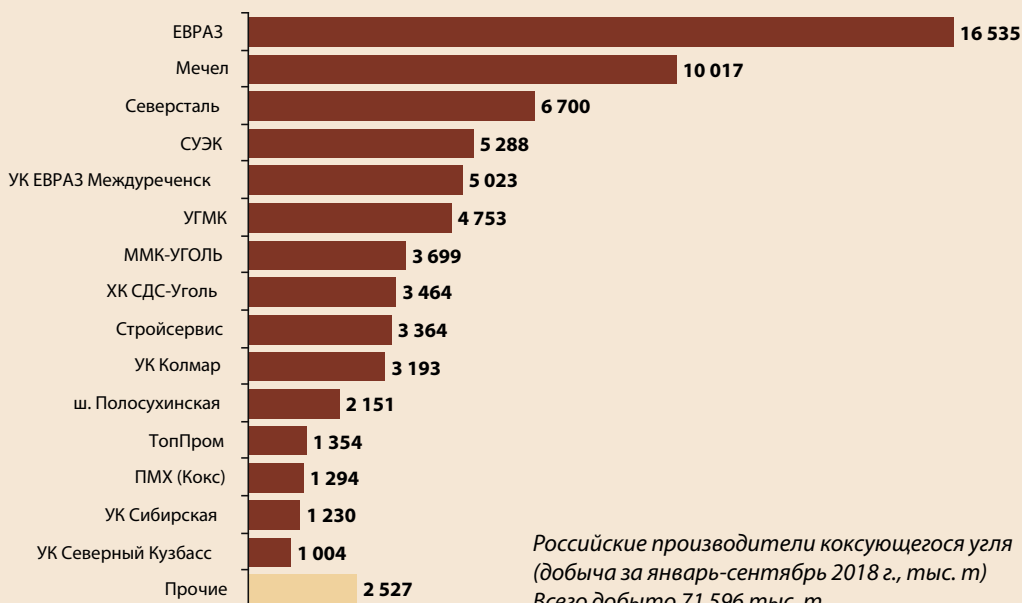
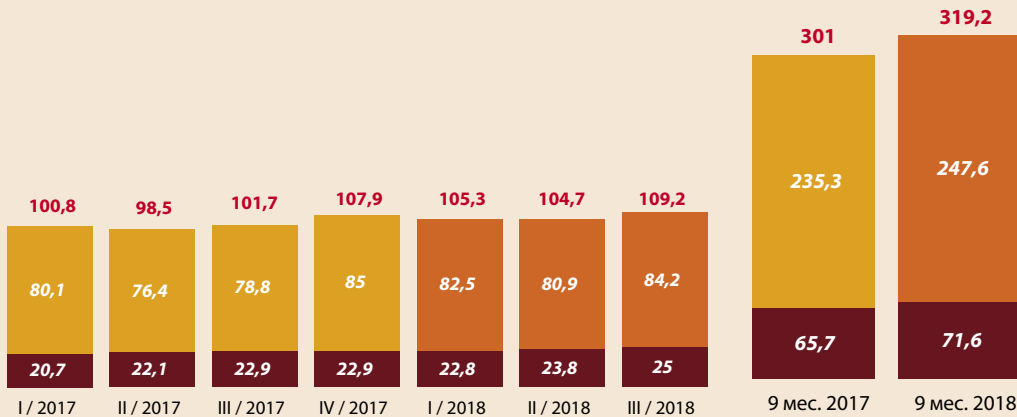
**ДОБЫЧА УГЛЯ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ**

**В январе-сентябре 2018 г. было добыто 71,6 млн т коксующегося угля, что на 5,9 млн т, или на 9% выше уровня 9 мес. 2017 г.** Из них поквартальная добыча составила: в первом квартале – 22,8 млн т; во втором – 23,8 млн т; в третьем – 25 млн т коксующихся углей.

Доля углей для коксования в общей добыче составила только 22%. Основной объем добычи этих углей пришелся на предприятия Кузбасса – 75%. Здесь было добы-

то 53,6 млн т угля для коксования, что на 5,67 млн т больше, чем годом ранее (рост на 12%). Добыча коксующегося угля в Печорском бассейне составила 6,7 млн т (9 мес. 2017 г. – 6,74 млн т; спад на 0,6%). В Республике Саха (Якутия) было добыто 10,9 млн т угля для коксования (годом ранее было 10,64 млн т; рост на 2,4%). В Забайкальском крае было добыто 380 тыс. т угля для коксования (9 мес. 2017 г. – 363 тыс. т; рост на 5%).

Добыча угля в России по видам углей, млн т



Российские производители коксующегося угля (добыча за январь-сентябрь 2018 г., тыс. т)  
Всего добыто 71 596 тыс. т

**ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ**

**Общий объем переработки угля в январе-сентябре 2018 г., с учетом переработки на установках механизированной породовыборки, составил 150 млн т** (на 2,89 млн т, или на 2% выше уровня аналогичного периода 2017 г.).

**На обогатительных фабриках переработано 147,1 млн т** (на 4,04 млн т, или на 3% больше, чем годом ранее), в том числе для коксования – 68,4 млн т (на 130 тыс. т, или на 0,2% выше уровня 9 мес. 2017 г.).

Выпуск концентрата составил 82,6 млн т (на 0,94 млн т, или на 1,2% больше, чем годом ранее), в том числе для коксования – 42,9 млн т (на 135 тыс. т, или на 0,3% ниже уровня января-сентября 2017 г.).

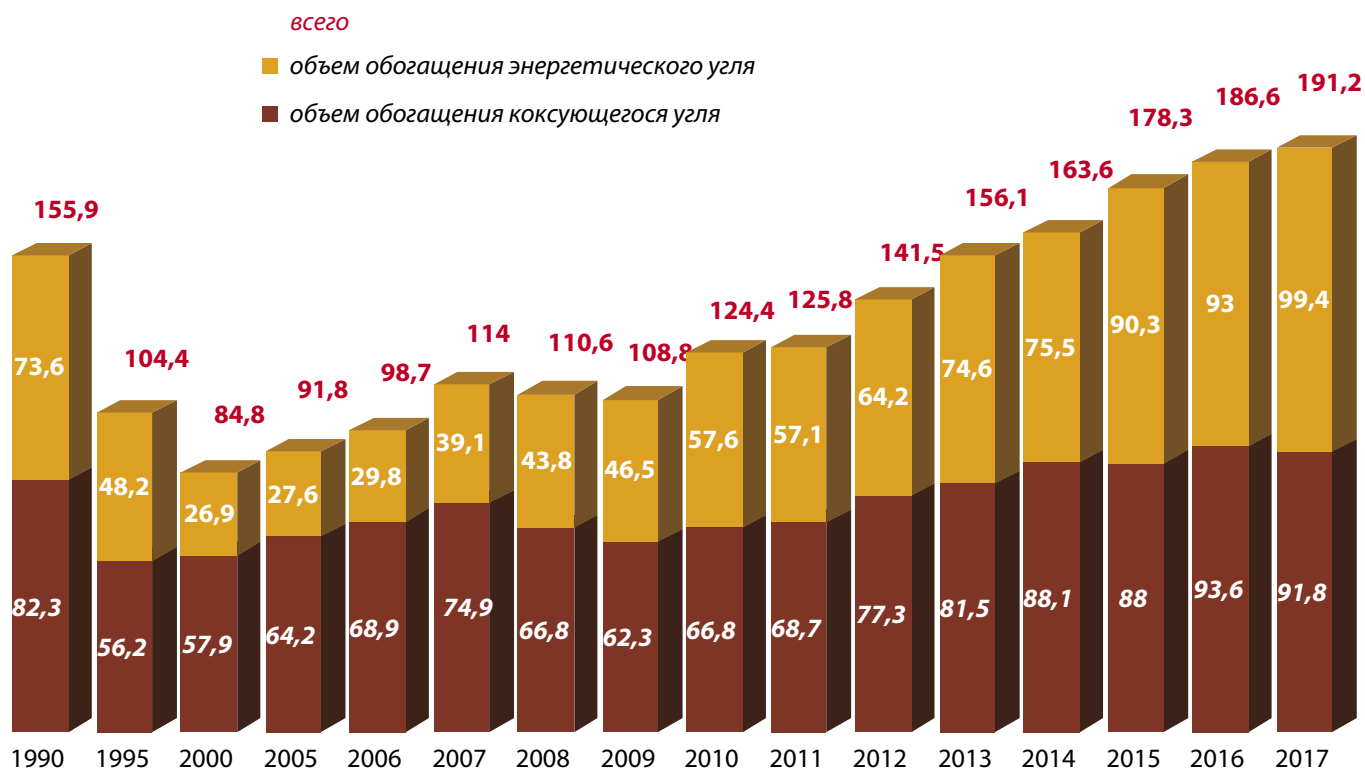
Выпуск углей крупных и средних классов составил 12,8 млн т (на 0,3 млн т, или на 2,4% больше, чем годом ранее), в том числе антрацитов – 1157 тыс. т (на том же уровне, что годом ранее).

**Дополнительно переработано на установках механизированной породовыборки 2,94 млн т угля** (на 1,16 млн т, или на 28% ниже уровня 9 мес. 2017 г.).

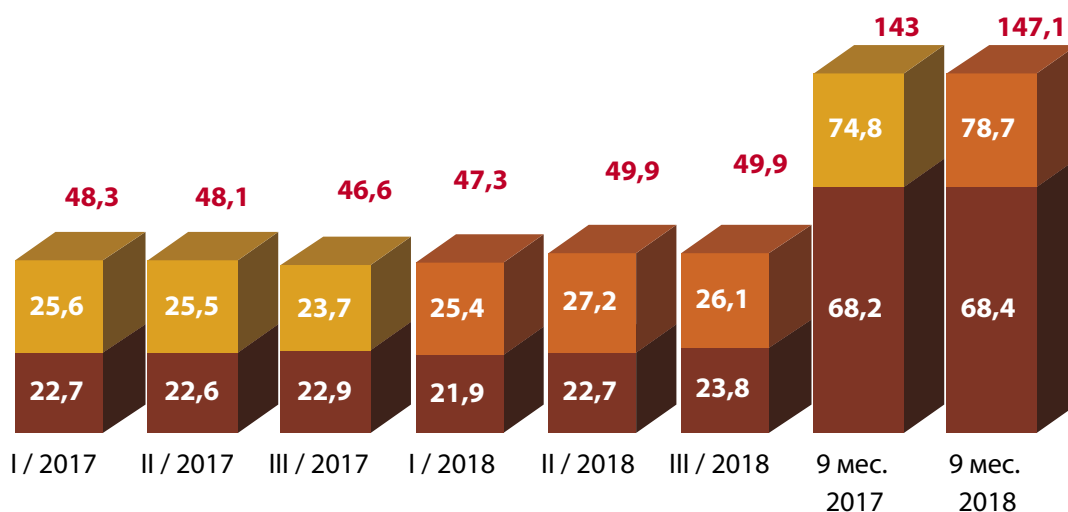
**Переработка угля на обогатительных фабриках в январе-сентябре 2018 г., тыс. т**

Бассейны, регионы	Всего			В том числе для коксования		
	9 мес. 2018	9 мес. 2017	к 9 мес. 2017, %	9 мес. 2018	9 мес. 2017	к 9 мес. 2017, %
<b>Всего по России</b>	<b>147 084</b>	<b>143 039</b>	<b>102,8</b>	<b>68 357</b>	<b>68 227</b>	<b>100,2</b>
Печорский бассейн	5 871	5 798	101,3	5 638	5 502	102,5
Донецкий бассейн	2 243	3 119	71,9	–	–	–
Новосибирская обл.	4 038	4 100	98,5	–	–	–
Кузнецкий бассейн	99 857	97 393	102,5	53 878	54 677	98,5
Республика Хакасия	8 929	8 690	102,7	–	–	–
Иркутская обл.	2 684	2 166	123,9	–	–	–
Забайкальский край	9 670	8 992	107,5	–	–	–
Республика Саха (Якутия)	8 841	8 048	109,9	8 841	8 048	109,9
Хабаровский край	4 734	4 602	102,9	–	–	–
Приморский край	217	65	–	–	–	–
Сахалинская обл.	–	66	–	–	–	–

*Динамика обогащения угля на обогатительных фабриках России, млн т*



Коксующийся уголь практически весь обогащается, энергетический – только 30%



### ПОСТАВКА УГЛЯ

**Угледобывающие предприятия России в январе-сентябре 2018 г. поставили потребителям 274 млн т угля**, что на 13,6 млн т, или на 5% больше, чем годом ранее.

**Из всего поставленного объема на экспорт отправлено 143,8 млн т.** Это на 3,2 млн т, или на 2% выше уровня соответствующего периода 2017 г.

**Внутрироссийские поставки составили 130,2 млн т**, что на 10,4 млн т, или на 9% больше, чем годом ранее.

По основным направлениям внутрироссийские поставки распределились следующим образом:

– обеспечение электростанций – 63,9 млн т (увеличились на 0,9 млн т, или на 1,5%);

– нужды коксования – 23,3 млн т (снизились на 0,3 млн т, или на 1%);

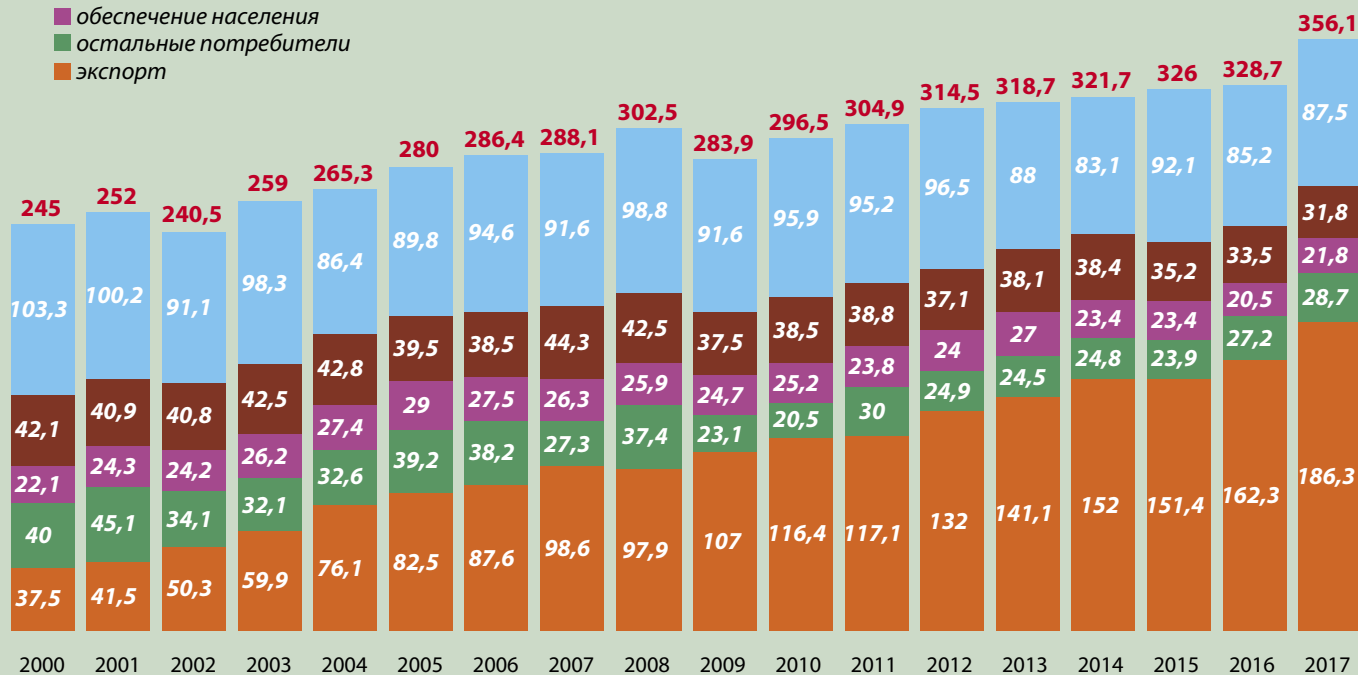
– обеспечение населения, коммунально-бытовые нужды, агропромышленный комплекс – 16,1 млн т (увеличились на 2,6 млн т, или на 20%);

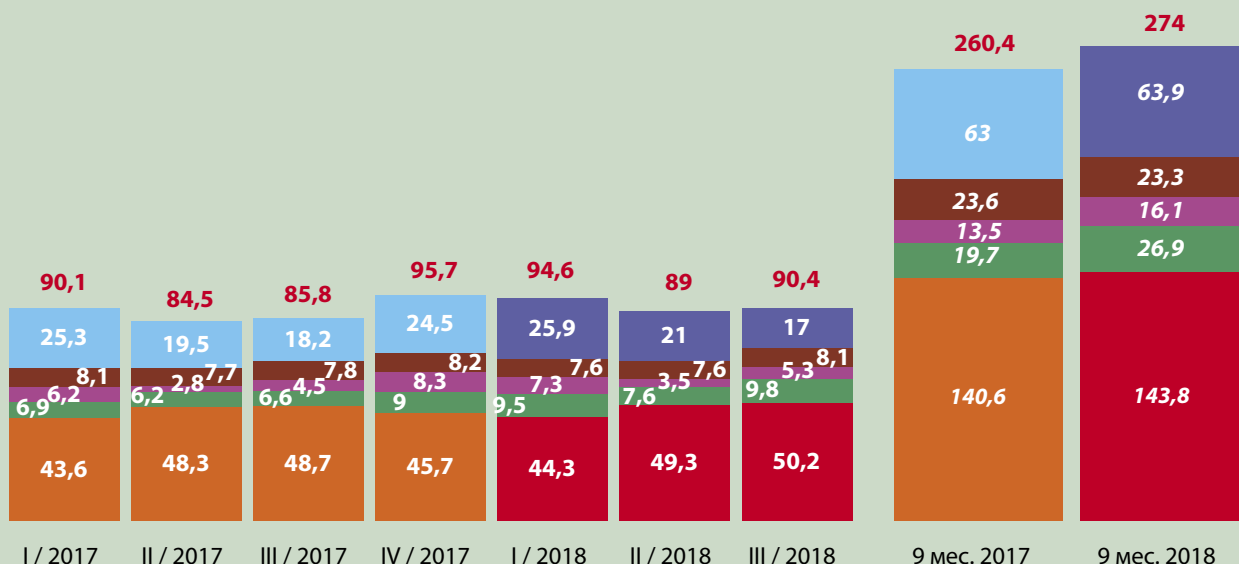
– остальные потребители (нужды металлургии, энергетика, РАО «РЖД», Минобороны, Минюст, МВД, Минтранс, ФПС, атомная промышленность, Росрезерв, цементные заводы и др.) – 26,9 млн т (увеличились на 7,2 млн т, или на 36%).

Поставка российских углей основным потребителям, млн т

Всего

- электростанции
- коксохимзаводы
- обеспечение населения
- остальные потребители
- экспорт





### ЗАВОЗ И ИМПОРТ УГЛЯ

**Завоз и импорт угля в Россию в январе-сентябре 2018 г. по сравнению с соответствующим периодом 2017 г. снизились на 1 млн т, или на 6% и составили 15,8 млн т.**

Завозится и импортируется в основном энергетический уголь (поставлено 15,3 млн т) и немного коксующегося (0,5 млн т). Практически весь уголь завозится из Казахстана (поставлено 15,76 млн т).

С учетом завоза и импорта энергетического угля на российские электростанции поставлено 79,2 млн т угля

(на 0,1 млн т больше, чем годом ранее). С учетом завоза и импорта коксующегося угля на нужды коксования поставлено 23,8 млн т (на 0,5 млн т, или на 2% меньше, чем годом ранее).

**Всего на российский рынок в январе-сентябре 2018 г. поставлено с учетом завоза и импорта 146 млн т, что на 9,4 млн т, или на 7% больше, чем годом ранее.**

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

### ЭКСПОРТ УГЛЯ

**Объем экспорта российского угля в январе-сентябре 2018 г., по отчетным данным угледобывающих компаний (по данным ФГБУ «ЦДУТЭК»), составил 143,8 млн т, по сравнению с аналогичным периодом 2017 г. он увеличился на 3,2 млн т, или на 2%.**

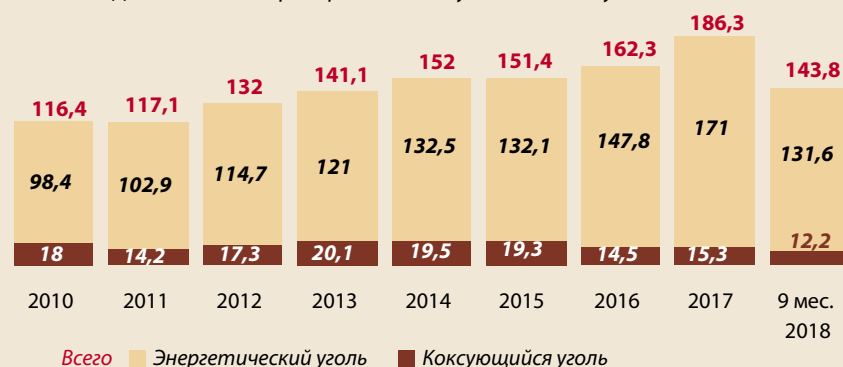
Экспорт составляет 52% в поставках российского угля. Основная доля экспорта приходится на энергетические угли – 131,6 млн т (91,5% общего экспорта углей), доля коксующихся углей (12,2 млн т) в общем объеме внешних поставок составила 8,5%. Основным поставщиком угля на экспорт является Сибирский ФО (поставлено 125,4 млн т, что составляет 87% общего экспорта), а среди

экономических районов – Западно-Сибирский (поставлено 111,5 млн т, или 77,5% общего экспорта), в том числе доля Кузбасса – 71% общего экспорта (поставлено 102,1 млн т).

Из общего объема экспорта основной объем угля отгружался в страны дальнего зарубежья – 129,7 млн т (90% общего объема экспорта), что на 193 тыс. т больше, чем годом ранее. В страны ближнего зарубежья поставлено 14,1 млн т (10% общего объема экспорта), что на 3 млн т больше, чем в январе-сентябре 2017 г.

В течение января-сентября 2018 г. отмечались небольшие колебания цен на энергетический уголь как в сторону снижения, так и повышения, в пределах 3-7%. В сентя-

Динамика экспорта российского угля по видам углей, млн т



бре 2018 г. по сравнению с предыдущим месяцем цены на энергетический уголь на мировых торговых площадках показали разнонаправленную динамику. Снижение экспортных цен отмечено на основных торговых площадках Австралии (FOB Ньюкасл) – на –1,9%, ЮАР (FOB Ричардс Бей) – на –2,3%. Рост зафиксирован на торговых площадках Турции (CIF Мраморное море, из Черного моря) – на +2,2%, Турции (CIF Мраморное море, из Балтии) – на +2,5%, Колумбии (FOB Боливар) – на +2,0% и Европы (CIF APA) – на +2,4%.

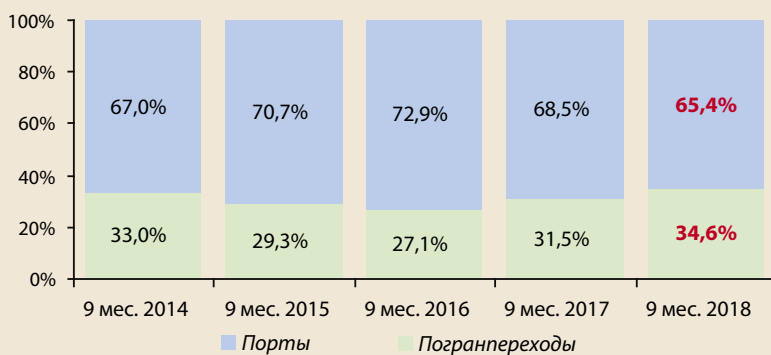
**Общий объем вывезенного российского угля в январе-сентябре 2018 г., по данным ОАО «РЖД», составил 153,1 млн т, в том числе через морские порты отгружено 100,1 млн т (65,4% общего объема вывоза).**

**Объемы поставок российского угля через пограничные переходы, по данным ОАО «РЖД», в январе-сентябре 2018 г. по сравнению с аналогичным периодом 2017 г. увеличились на 18,3% и составили 53 млн т (34,6% общего объема вывоза).**

**Экспортные цены на уголь в 2018 г., дол. США за тонну**  
(по данным Металл Эксперт)

Направления	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.
<b>Энергетический уголь</b>									
FOB Рига	89	81	74	76	83	88	94	91	94
FOB Восточный	104	105	96	85	105	110	114	112	113
Австралия, FOB Ньюкасл	107	105	98	93	104	113	117	115	113
ЮАР, FOB Ричардс Бей	97	94	94	93	102	104	107	100	97
Европа, CIF APA	95	85	79	81	89	96	101	98	100
Япония, CIF Восточное побережье	105	110	97	88	95	101	96	н/д	н/д
Турция, CIF Мраморное море, из Черного моря	105	100	94	93	97	100	105	104	106
Турция, CIF Мраморное море, из Балтии	103	97	91	90	95	98	102	102	104
Колумбия, FOB Боливар	86	82	78	79	82	87	93	89	90
<b>Твердый коксующийся уголь</b>									
Австралия, FOB Квинсленд	239	235	230	191	184	198	187	181	196
<b>Кокс металлургический</b>									
Китай, FOB	345	366	362	333	329	360	349	347	376

Структура поставок российского угля через порты и пограничные переходы в январе-сентябре 2014-2018 гг.



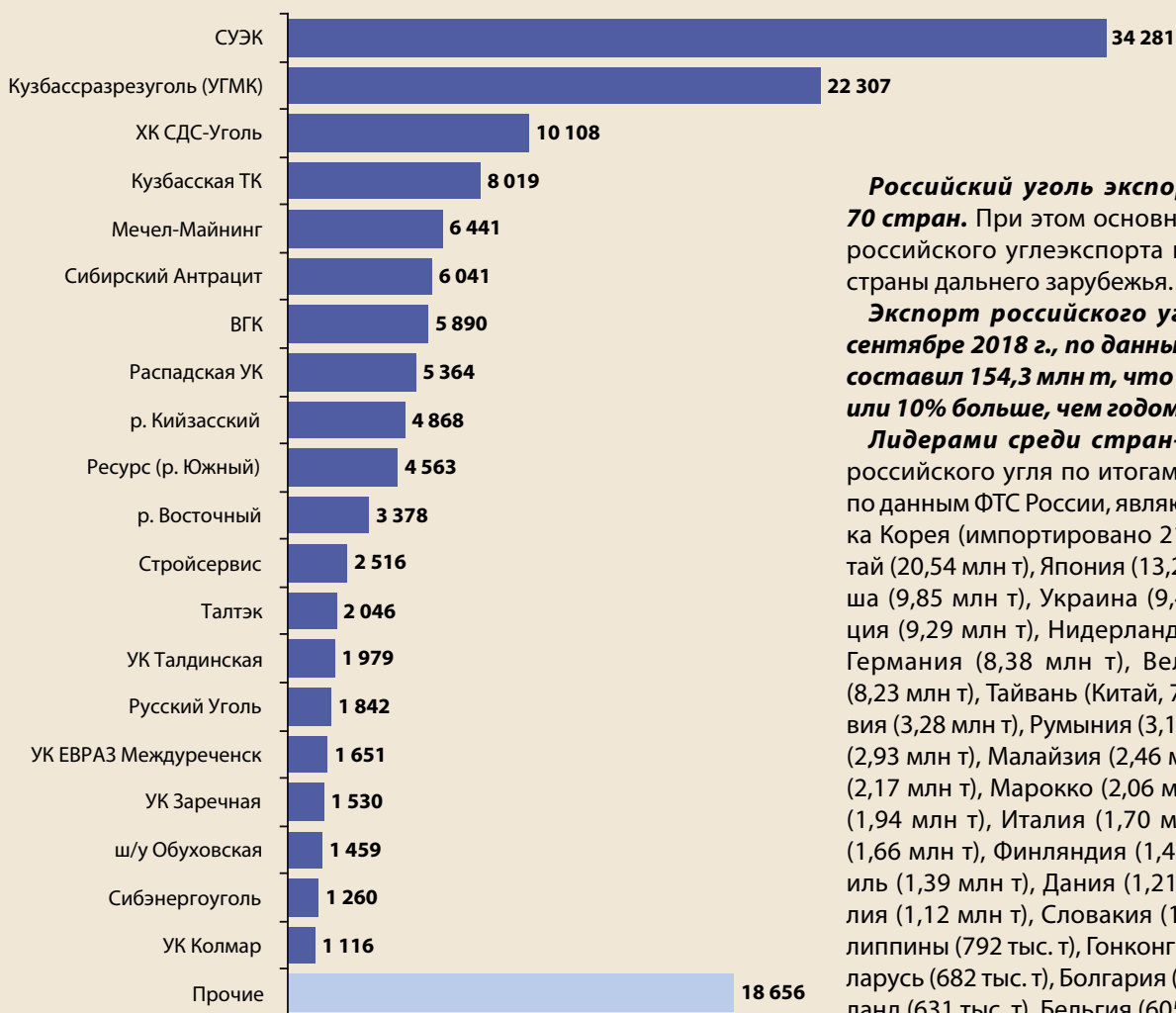
**В России крупнейшими компаниями-экспортерами угля выступают:** АО «СУЭК», АО «УК «Кузбассразрезуголь», АО ХК «СДС-Уголь», ПАО «Кузбасская Топливная Компания», ОАО «Мечел-Майнинг» и др.; они же являются и крупнейшими поставщиками энергетических углей на экспорт. Основными поставщиками коксующихся углей на экспорт являются: АО ХК «Якутуголь» (ОАО «Мечел-Майнинг»), АО «СУЭК-Кузбасс», ООО «Распадская угольная компания» (ЕВРАЗ), АО «УК «Кузбассразрезуголь» (УГМК) и др.

**Экспорт российского угля в январе-сентябре 2018 г., тыс. т**  
(по отчетным данным уголедобывающих компаний)

Крупнейшие экспортеры угля	9 мес. 2018	к 9 мес. 2017, %	Крупнейшие страны-импортеры*	9 мес. 2018	к 9 мес. 2017, %
АО «СУЭК»	34 281	98,7	Япония	25 235	93,6
АО «УК «Кузбассразрезуголь»	22 307	91,9	Великобритания	19 298	94,5
АО ХК «СДС-Уголь»	10 108	59,1	Китай	14 765	97,2
ПАО «Кузбасская ТК»	8 019	128,5	Республика Корея	9 683	90,1
ОАО «Мечел-Майнинг»:	6 441	83,8	Украина	8 158	121,3
– ПАО «Южный Кузбасс»	2 580	90,5	Польша	8 016	157,5
– АО ХК «Якутуголь»	2 396	63,9	Латвия	3 659	108,3
– ООО «Эльгауголь»	1 465	135,0	Турция	3 601	73,6
АО «Сибирский Антрацит»	6 041	126,8	Германия	3 500	12,9 раз
ООО «ВГК»	5 890	147,4	Финляндия	3 081	56,4
ООО «Распадская УК»	5 364	119,6	Швейцария	3 013	218,4
ООО «Разрез Кийзасский»	4 868	101,9	Румыния	1 372	86,3
ООО «Ресурс»	4 563	101,5	Индия	1 117	95,7
ООО «Разрез Восточный»	3 378	139,3	Словакия	1 094	120,4
ЗАО «Стройсервис»	2 516	119,9	Испания	967	98,7
АО «Талтэк»	2 046	104,6	Литва	924	3,7 раза
ООО «УК Талдинская»	1 979	73,0	Бельгия	744	47,2
АО «Русский Уголь»	1 842	89,2	Филиппины	663	116,9
ООО «УК «ЕВРАЗ Междуреченск»	1 651	98,1	Таиланд	608	101,7
ООО «УК «Заречная»	1 530	151,9	Тайвань	562	166,6

\* Без учета части экспортных данных ООО «Распадская УК», ООО «УК Талдинская» и некоторых филиалов АО «СУЭК».

Основные экспортеры российского угля в январе-сентябре 2018 г., тыс. т  
(всего экспортировано 143 815 тыс. т)

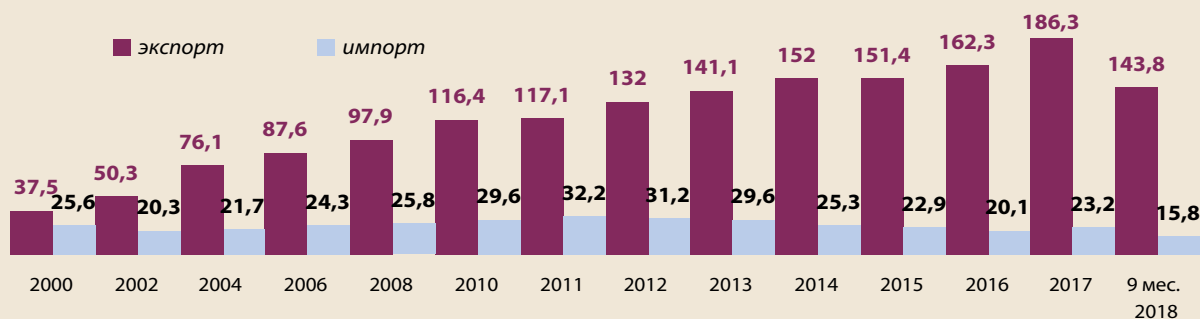


**Российский уголь экспортируется в 70 стран.** При этом основная часть (90%) российского углеэкспорта приходится на страны дальнего зарубежья.

**Экспорт российского угля в январе-сентябре 2018 г., по данным ФТС России, составил 154,3 млн т, что на 13,9 млн т, или 10% больше, чем годом ранее.**

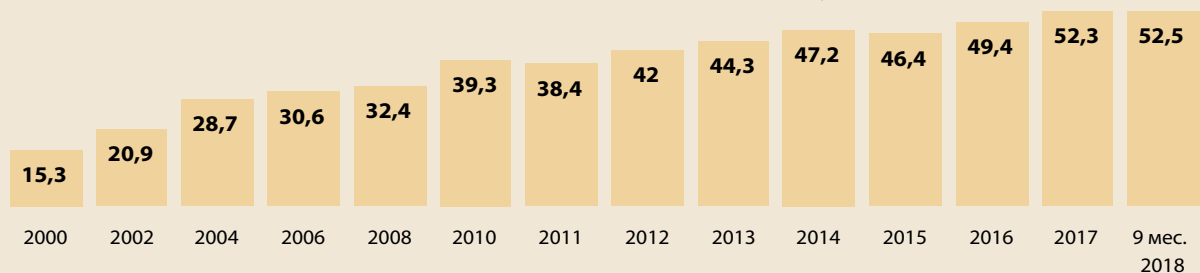
**Лидерами среди стран-импортеров** российского угля по итогам 9 мес. 2018 г., по данным ФТС России, являются: Республика Корея (импортировано 21,53 млн т), Китай (20,54 млн т), Япония (13,29 млн т), Польша (9,85 млн т), Украина (9,44 млн т), Турция (9,29 млн т), Нидерланды (9,17 млн т), Германия (8,38 млн т), Великобритания (8,23 млн т), Тайвань (Китай, 7,54 млн т), Латвия (3,28 млн т), Румыния (3,11 млн т), Индия (2,93 млн т), Малайзия (2,46 млн т), Испания (2,17 млн т), Марокко (2,06 млн т), Франция (1,94 млн т), Италия (1,70 млн т), Вьетнам (1,66 млн т), Финляндия (1,49 млн т), Израиль (1,39 млн т), Дания (1,21 млн т), Бразилия (1,12 млн т), Словакия (1,08 млн т), Филиппины (792 тыс. т), Гонконг (759 тыс. т), Беларусь (682 тыс. т), Болгария (647 тыс. т), Таиланд (631 тыс. т), Бельгия (605 тыс. т).

Динамика экспорта и завоза (импорта) угля по России, млн т



Соотношение завоза к экспорту угля составляет 0,11

Доля экспорта в объемах поставки российского угля, %



## Основные показатели работы угольной отрасли России за январь-сентябрь 2018 г.

Показатели	9 мес. 2018	9 мес. 2017	к 9 мес. 2017, %
<b>Добыча угля, по данным Росстата, всего, тыс. т</b>	<b>324 290</b>	<b>302 036</b>	<b>107,4</b>
<b>Добыча угля, по данным ЦДУ ТЭК, всего, тыс. т:</b>	<b>319 251</b>	<b>301 001</b>	<b>106,1</b>
– подземным способом	80 541	80 458	100,1
– открытым способом	238 710	220 543	108,2
Добыча угля на шахтах, тыс. т	80 661	80 912	99,7
Добыча угля на разрезах, тыс. т	238 590	220 089	108,4
<b>Добыча угля для коксования, тыс. т</b>	<b>71 596</b>	<b>65 691</b>	<b>108,9</b>
<b>Переработка угля, всего тыс. т:</b>	<b>150 021</b>	<b>147 131</b>	<b>101,9</b>
– на фабриках	147 084	143 039	102,8
– на установках механизированной породовыборки	2 937	4 092	71,8
<b>Поставка российских углей, всего тыс. т</b>	<b>273 987</b>	<b>260 355</b>	<b>105,2</b>
– из них потребителям России (по данным ЦДУ ТЭК)	130 172	119 745	108,7
– экспорт угля (по данным ЦДУ ТЭК)	143 815	140 610	102,3
<b>Экспорт угля, по данным ФТС России, тыс. т</b>	<b>154 326</b>	<b>140 433</b>	<b>109,9</b>
Экспорт угля, по данным ОАО «РЖД», тыс. т	153 107	142 417	107,5
<b>Завоз и импорт угля, тыс. т</b>	<b>15 793</b>	<b>16 809</b>	<b>94,0</b>
<b>Поставка угля потребителям России с учетом завоза и импорта, тыс. т</b>	<b>145 965</b>	<b>136 554</b>	<b>106,9</b>
Средняя численность работников предприятий угледобычи и переработки, чел.	143 859	139 833	102,9
Среднесписочная численность работников по основному виду деятельности, чел.	138 806	134 432	103,3
<b>Среднесписочная численность рабочих по добыче угля (квартальная, предварительные данные), чел.:</b>	<b>89 170</b>	<b>86 504</b>	<b>103,1</b>
– на шахтах	38 299	37 831	101,2
– на разрезах	50 871	48 673	104,5
<b>Среднемесячная производительность труда рабочего по добыче угля (квартальная), т</b>	<b>340,3</b>	<b>325,5</b>	<b>104,5</b>
– на шахтах	238,8	223,2	107,0
– на разрезах	416,6	405,0	102,9
Среднемесячная заработная плата одного работника, руб.	55 237	50 722	108,9
<b>Среднесуточная добыча угля из одного действующего очистного забоя, т</b>	<b>4 852</b>	<b>4 728</b>	<b>102,6</b>
Среднесуточная добыча угля из одного комплексно-механизированного забоя, т	5 081	5 053	100,6
<b>Проведение подготовительных выработок, тыс. м</b>	<b>319</b>	<b>315</b>	<b>101,2</b>
Вскрышные работы, тыс. куб. м	1 660 085	1 440 347	115,3

UDC 622.33(470):658.155 © I.G. Tarazanov, 2018

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 60-69

## Title

RUSSIA'S COAL INDUSTRY PERFORMANCE FOR JANUARY – SEPTEMBER 2018

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-60-69>

## Author

Tarazanov I.G. 1

1 Ugol' Journal Edition LLC, Moscow, 119049, Russian Federation

## Authors' Information

Tarazanov I.G., Mining Engineer, General Director, Deputy Chief Editor of the Russian Coal Journal (Ugol'), e-mail: [ugol1925@mail.ru](mailto:ugol1925@mail.ru)

## Abstract

The paper provides an analytical review of Russia's coal industry performance for January-September, 2018 on the basis of statistical, technical & economic and production figures. The review contains diagrams, tables and comprehensive statistical data.

## Keywords

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

## References

1. Yanovsky A.B. Osnovnye tendentsii i perspektivy razvitiya ugol'noy promyshlennosti Rossii [Main trends and prospects of the coal industry development in Russia]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 8, pp. 10-14. doi: 10.18796/0041-5790-2017-8-10-14. Available at: <http://www.ugolino.ru/Free/082017.pdf> (accessed 15.11.2018).
2. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promyshlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2017 [Russia's coal industry performance for January – December 2017]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 3, pp. 58-73. doi: 10.18796/0041-5790-2018-3-58-73. Available at: <http://www.ugolino.ru/bgdev/Jour/032018.pdf> (accessed 15.11.2018).
3. Glinina O.I. Ugol'naya promyshlennost' v Rossii: 295 let istorii i novye vozmozhnosti [The coal industry in Russia: 295 year history and new opportunities]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 10, pp. 4-11. Available at: <http://www.ugolino.ru/Free/102017.pdf> (accessed 15.11.2018).

## Никольский участок АО «Разрез Тугнуйский» досрочно выполнил годовой план по добыче угля

*8 ноября 2018 г. горняки Никольского участка АО «Разрез Тугнуйский» досрочно завершили выполнение годовой программы по добыче в объеме 3 млн т угля.*

Досрочное выполнение годового плана стало возможным благодаря грамотному планированию и организации горных работ, слаженной работе горняцких коллективов, строгому соблюдению требований промышленной безопасности и, разумеется, увеличению единиц техники – за 2018 год на Никольском участке были введены в эксплуатацию два экскаватора KOMATSU PC-4000, три автосамосвала БелАЗ-7530 и новая буровая установка ReichDrill C-700D.



Отметим, что 7 декабря 2017 г. на Никольском месторождении был досрочно выполнен годовой план по добыче в объеме 2 млн т, а это значит, что за год объемы добычи значительно увеличились.

*«Благодаря добросовестной работе коллектива с начала текущего года добыто 3 млн т высококачественного угля. Это яркое и достойное свидетельство высокого уровня профессионализма и настойчивости в достижении лучших результатов своей работы. Всем подразделениям выражаю искреннее уважение и глубокую признательность за безупречный и самоотверженный труд», – отметил технический директор АО «Разрез Тугнуйский» Александр Каинов.*

## Сенатор Совета Федерации от Республики Бурятия посетил Никольское месторождение и оценил эффективность инвестиционных соглашений СУЭК и Правительства Республики Бурятия

*Угольщики в Мухоршибирском районе берут новые вершины при добыче продукции, и, без сомнения, впереди у них много новых побед. В этом убедился представитель от Правительства Республики Бурятия в Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации Вячеслав Наговицын во время недавней поездки в середине ноября 2018 г. на Тугнуйский разрез и обогатительную фабрику.*



*«С руководством муниципалитета, техническим директором АО «Разрез Тугнуйский» Александром Каиновым побывали на Никольском месторождении и обогатительной фабрике, объектах соци-*

*альной инфраструктуры, построенной в рамках соглашения о социальном партнерстве между районом и компанией СУЭК. Все объекты сделаны для полноценного восстановления здоровья людей. Еще раз убедился, насколько эффективным оказалось инвестиционное соглашение с компанией СУЭК, поддержанное Правительством Бурятии и Народным Хуралом республики в 2013 г.*

*Компания успешно развивает добычу угля на бурятской территории месторождения «Никольское», провела полное техническое перевооружение. Во многом благодаря труду специалистов тугнуйских предприятий район и республика имеют значительные поступления в бюджет», – отметил сенатор.*

*Для справки: в 2004 г. АО «Разрез Тугнуйский» выиграло аукцион на право разработки части Никольского месторождения, общая площадь которого 15 кв. км, а промышленные запасы определены в 261 млн т. Добыча здесь ведется с декабря 2013 г., отгружено за это время более 5 млн т угля.*





# Методика анализа организации производственного процесса автовокрыши

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-71-76>

В статье представлена методика анализа организации производственного процесса автовокрыши. В основе методики расчет производительного времени работы оборудования, то есть времени, в течение которого выполняются необходимые операции с рациональными параметрами, с точки зрения эффективности и безопасности. Рассмотрено применение методики для анализа организации процесса автовокрыши в условиях разреза «Харанорский», что позволило выявить возможности повышения эффективности процесса автовокрыши, а также определить основные направления его совершенствования: более рациональное распределение автосамосвалов по экскаваторам, улучшение качества технологических дорог, усиление контроля расстановки горнотранспортного оборудования.

**Ключевые слова:** организация производства, эффективность, безопасность, автовокрыша, производительное время работы.

## ВВЕДЕНИЕ

**Организация производственного процесса** – это сфера деятельности руководителей предприятия по распределению и соединению в пространстве и во времени работников и средств производства в едином технологическом процессе [1, 2]. При разработке, планировании и реализации мероприятий по организации производственного процесса необходимо учитывать социально-экономические интересы двух ключевых субъектов предприятия: наемных работников и акционеров предприятий [3, 4]. Организация производственного процесса должна обеспечивать достижение взаимного соответствия между рабочими циклами различного оборудования, между операциями, выполняемыми работниками, а также во взаимодействии работников [5, 6].

Анализ организации производственного процесса направлен на выявление рассогласований в этом процессе, устранение которых, позволит повысить уровень взаимного соответствия различных элементов процесса и реализовать имеющиеся резервы экономии времени, роста качества и эффективности производства [7, 8]. В качестве критерия, позволяющего выявить несоответствия в различных технологических процессах целесообразно применять производительное время работы оборудования.

**Производительное время работы** – это время, в течение которого выполняются необходимые операции с рациональными параметрами, с точки зрения эффективности и безопасности. Единица измерения – производительные машино-часы в месяц (маш.-ч/мес.), которые могут определяться за любой период времени (за смену, квартал, год и т.д.) [9].



**ЦИНОШКИН Георгий Михайлович**

Канд. техн. наук,  
генеральный директор  
АО «Разрез Харанорский»,  
674608, пгт. Шерловая Гора,  
Забайкальский край, Россия,  
e-mail: OfficeMan@suek.ru



**САМОЙЛЕНКО Алексей Геннадьевич**

Канд. техн. наук,  
первый заместитель  
генерального директора –  
технический директор  
АО «Разрез Харанорский»,  
674608, пгт. Шерловая Гора,  
Забайкальский край, Россия,  
e-mail: OfficeMan@suek.ru



**ДЕМЕНТЬЕВА**

**Светлана Александровна**

Инженер по нормированию труда  
АО «Разрез Харанорский»,  
674608, пгт. Шерловая Гора,  
Забайкальский край, Россия,  
e-mail: DementevaSA@suek.ru



**КОРКИНА Татьяна Александровна**

Доктор экон. наук,  
профессор кафедры государственного  
и муниципального управления  
Челябинского государственного  
университета,  
заведующая лабораторией  
управления развитием персонала  
ООО «НИИОГР»,  
454048, г. Челябинск, Россия,  
e-mail: kort2005@mail.ru



**ЯБЛОНСКИХ Наталья Викторовна**

Канд. экон. наук,  
старший научный сотрудник  
ООО «НИИОГР»,  
454048, г. Челябинск, Россия,  
e-mail: nata\_niiogr@mail.ru

Процесс автовскрыши включает два технологических подпроцесса – экскавацию и транспортирование, соответственно, методика анализа должна включать разделы расчета производительного времени работы оборудования в этих двух подпроцессах и их сбалансированности.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ РАБОТЫ АВТОСАМОСВАЛОВ**

Для того чтобы рассчитать производительное время работы автосамосвала за смену, необходимо знать его технологически возможную часовую производительность при рациональных параметрах осуществления процесса. Производительное время работы автосамосвала ( $T_{па}$ ) определяется по формуле:

$$T_{па} = \frac{V_{см}}{Q_a}, \tag{1}$$

где:  $V_{см}$  – фактический объем перевезенной горной массы,  $m^3(т)$ ;  $Q_a$  – рациональная (соответствующая цели и учитывающая реальные условия, состояние автосамосвалов, навыки водителей) часовая производительность автосамосвала,  $m^3/ч$  ( $т/ч$ ), определяется по формуле:

$$Q_a = \frac{60}{T_p} \times q_a, \tag{2}$$

где:  $T_p$  – нормативное время рейса, мин.;  $q_a$  – емкость кузова,  $m^3$  (грузоподъемность), т.

$$T_p = T_{погр.} + T_{разг.} + T_m + T_{дв.}, \tag{3}$$

где:  $T_{погр.}$  – время погрузки, мин.;  $T_{разг.}$  – время разгрузки, мин.;  $T_m$  – время маневров, мин.;  $T_{дв.}$  – время движения, мин.

Время погрузки автосамосвала определяется исходя из времени цикла работы экскаватора:

$$T_{погр.} = \frac{q_a}{E_k} \times \frac{T_{цикл}}{60}, \tag{4}$$

где:  $T_{цикл}$  – технологически возможная продолжительность цикла экскавации при рациональных параметрах процесса с учетом особенностей технологии производства погрузки, с;  $E_k$  – вместимость ковша с учетом коэффициента наполнения,  $m^3$ ; 60 – количество секунд в минуте.

Нормативное время движения автосамосвала зависит от скорости движения и профиля дороги. Поэтому при его определении необходимо применять показатель приведенного расстояния ( $l_{пр.}$ ), учитывающего уклоны и повороты дороги и позволяющего привести фактическое расстояние транспортирования к горизонтальному пути [10].

Время движения определяется по формуле:

$$T_{дв.} = 2l_{пр.} \times \frac{60}{V_{ср.}}. \tag{5}$$

Приведенное расстояние транспортирования горной массы определяется по формуле [1]:

$$l_{пр.} = l_{факт.} + \sum h_{п.} \cdot k_{пр.} + \sum h_{с.} \cdot k_{пр.} + n \cdot 0,1, \tag{6}$$

где:  $l_{факт.}$  – фактическое расстояние транспортирования, км;  $\sum h_{п.}$  – суммарная высота подъема, км;  $\sum h_{с.}$  – суммарная высота спуска, км;  $k_{пр.}$  – коэффициент приведения к горизонтальному пути (табл. 1);  $n$  – количество поворотов с углом более  $90^\circ$ .

Для определения нормативного времени рейса определяется приведенная к горизонтальному пути среднерейсовая скорость, то есть скорость, с которой движется автосамосвал по дороге без уклона:

**Коэффициент приведения в зависимости от расстояния [10]**

Фактическое расстояние транспортирования, км	Значение коэффициента	
	к высоте подъема	к высоте спуска
≤ 1,5	10	6,5
1,5-3	12	8
3-5	13	9
> 5	14	9,5

$$V_{ср.} = \frac{2l_{пр.}}{(l_{пр.} - l_{3.0}) * (\frac{V_{гр.} + V_{п.}}{V_{гр.} \times V_{п.}}) + \frac{2l_{3.0}}{V_{3.0}}}, \tag{7}$$

где:  $l_{3.0}$  – суммарная длина забойных и отвальных участков дороги, км;  $V_{3.0}$  – скорость движения самосвала по забойным и отвальным участкам, км/ч, определяется на основе хронометражных наблюдений либо по данным автоматизированных систем диспетчеризации;  $V_{гр.}$  и  $V_{п.}$  – приведенная скорость движения груженого и порожнего автосамосвалов, соответственно.

При расчете приведенной среднерейсовой скорости не учитывается время погрузки, разгрузки и маневров. Приведенная скорость порожнего автосамосвала принята за 80% от технически возможной, обусловленной мощностью двигателя, приведенная скорость груженого – 80% скорости от порожнего. Такой выбор обусловлен тем, что при 80% использования скоростных возможностей достигается максимальный КПД автосамосвала [11, 12]. При этом обеспечиваются минимальный расход энергии и рациональное использование ресурсов и автосамосвала. Расчетные значения приведенной скорости движения груженого и порожнего автосамосвалов уточняются на основе хронометражных наблюдений либо по данным автоматизированных систем диспетчеризации.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ЭКСКАВАТОРОВ**

Для того чтобы рассчитать производительное время работы оборудования, необходимо знать его технологически возможную производительность при рациональных параметрах. По аналогии с определением производительного времени автосамосвалов производительное время работы экскаватора ( $T_{пэ.}$ ) определяется по формуле:

$$T_{пэ.} = \frac{Q_{ф.}}{Q_{час}^{техн.}}, \tag{8}$$

где:  $Q_{ф.}$  – фактический объем отгруженной экскаватором горной массы,  $m^3$ ;  $Q_{час}^{техн.}$  – технологически возможная часовая производительность экскаватора при рациональных параметрах процесса,  $m^3/маш.-ч$ , определяется по формуле:

$$Q_{час}^{техн.} = \frac{3600}{T_{цикл}} \times E_k, \tag{9}$$

где: 3600 – количество секунд в 1 ч;  $E_k$  – вместимость ковша с учетом коэффициента наполнения,  $m^3$ ;  $T_{цикл}$  – технологически возможная продолжительность цикла при рациональных параметрах процесса, с.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ**

Рассмотрим применение представленной методики для анализа организации процесса автовскрыши в условиях разреза «Харанорский».

**Расчет производительного времени работы автосамосвала БелАЗ-75306**

- Исходные условия:
    - погрузка горной массы ведется экскаватором в автосамосвалы грузоподъемностью 220 т;
    - объем горной массы в кузове такого автосамосвала в целике в условиях разреза составляет 110 м<sup>3</sup>;
    - принятое время цикла экскавации при фронтальном забое – 30 с, при тупиковом – 35,5 с;
    - объем горной массы в ковше экскаватора ЭКГ-12,5 в целике – 10,1 м<sup>3</sup>.
  - Параметры дороги:
    - фактическое расстояние транспортирования – 2,1 км;
    - суммарная высота подъема – 8 м;
    - суммарная высота спуска – 52,7 м;
    - количество поворотов с углом более 90° – 2.
  - Суммарная длина забойных и отвальных участков – 0,15 км;
  - Скорость движения самосвала по забойным и отвальным участкам дороги – 12 км/ч.
  - Технически возможная скорость движения порожнего автосамосвала по горизонтальной дороге – 50 км/ч.
  - Общее время маневров под экскаватором и на отвале – 2,3 мин.
  - Время разгрузки – 1,1 мин.
- Фактический объем горной массы, перевезенной за смену, приведен в табл. 2.

1. Определяем время погрузки:

$$T_{\text{погр.}} = \left(\frac{110}{10,1} - 1\right) \times \frac{30}{60} = 4,94 \text{ мин.}$$

2. Определяем время движения:

– приведенное расстояние:

$$l_{\text{пр.}} = 2,1 + 0,008 \cdot 6,5 + 0,0527 \cdot 10 + 2 \cdot 0,1 = 2,9 \text{ км};$$

– средней скорости:

$$V_{\text{ср.}} = \frac{2l_{\text{пр.}}}{(l_{\text{пр.}} - l_{\text{з.о.}}) \cdot \left(\frac{V_{\text{гр.}} + V_{\text{п.}}}{V_{\text{гр.}} \times V_{\text{п.}}}\right) + \frac{2l_{\text{з.о.}}}{V_{\text{з.о.}}}} = \frac{2 \cdot 2,9}{(2,9 - 0,15) \cdot \frac{(50 \cdot 0,8 + (50 \cdot 0,8)) \cdot 0,8}{(50 \cdot 0,8) \cdot (50 \cdot 0,8)} + \frac{2 \cdot 0,15}{12}} = 32,3 \text{ км/ч};$$

– время движения:  $T_{\text{дв.}} = (2,9 \cdot 2 \cdot 60) / 32,3 = 10,8 \text{ мин.};$

3. Определяем время рейса:  $T_{\text{р}} = 4,94 + 1,1 + 2,3 + 10,8 = 19,14 \text{ мин.}$

4. Определяем рациональную часовую производительность автосамосвала:

$$Q_{\text{а}} = 60 / 19,14 \cdot 110 = 344,9 \text{ м}^3.$$

Аналогичным образом рассчитывается рациональная часовая производительность автосамосвала при различном приведенном расстоянии (табл. 3).

5. Определяем фактическое производительное время работы автосамосвала в первой и последующих сменах ( $T_{\text{на}^2}$  маш. · ч):  $T_{\text{на}^1} = 2046 / 344,9 = 5,9.$

Пример учета производительного времени работы автосамосвала приведен в табл. 4. Смены, в которых обоработано отработало производительно менее 7 ч, выделены красным цветом, 7-8 ч – желтым, 8 ч и более – зеленым, что позволяет визуализировать учет.

**Расчет производительного времени работы экскаватора ЭКГ-12,5**

Погрузка горной массы ведется экскаватором в автосамосвалы грузоподъемностью 220 т. Объем горной массы

Таблица 2

**Фактический объем горной массы, перевезенной за смену**

Смена	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем горной массы, тыс. м <sup>3</sup>	2046	2056	1724	2387	2952	2842	2114	2363	2595	2554

Таблица 3

**Параметры работы БелАЗ 220 т при различном приведенном расстоянии**

Приведенное расстояние, км	Средней скорости приведенная скорость, км/ч, $V_{\text{пр.}}$	Время погрузки, мин.		Время рейса, мин.		Количество рейсов за час		Часовая производительность, м <sup>3</sup> /ч		Часовая производительность, т/ч	
		Тупик	Фронт	Тупик	Фронт	Тупик	Фронт	Тупик	Фронт	Тупик	Фронт
2,2	31,4	5,9	4,9	17,68	16,77	3,4	3,6	<b>373,3</b>	<b>393,5</b>	746,6	786,9
2,3	31,5	5,9	4,9	18,02	17,11	3,3	3,5	<b>366,3</b>	<b>385,7</b>	732,6	771,4
2,4	31,7	5,9	4,9	18,36	17,45	3,3	3,4	<b>359,6</b>	<b>378,2</b>	719,1	756,5
2,5	31,8	5,9	4,9	18,69	17,79	3,2	3,4	<b>353,1</b>	<b>371,1</b>	706,1	742,1
2,6	31,9	5,9	4,9	19,03	18,12	3,2	3,3	<b>346,8</b>	<b>364,2</b>	693,6	728,3
2,7	32,1	5,9	4,9	19,37	18,46	3,1	3,2	<b>340,8</b>	<b>357,5</b>	681,5	715,0
2,8	32,2	5,9	4,9	19,71	18,80	3,0	3,2	<b>334,9</b>	<b>351,1</b>	669,8	702,2
2,9	32,3	5,9	4,9	20,04	19,14	3,0	3,1	<b>329,3</b>	<b>344,9</b>	658,6	689,8
3,0	32,4	5,9	4,9	20,38	19,47	2,9	3,1	<b>323,8</b>	<b>338,9</b>	647,7	677,8
3,2	32,6	5,9	4,9	21,06	20,15	2,8	3,0	<b>313,5</b>	<b>327,6</b>	626,9	655,1
3,4	32,7	5,9	4,9	21,73	20,82	2,8	2,9	<b>303,7</b>	<b>316,9</b>	607,4	633,9

Таблица 4

**Пример учета производительного времени работы автосамосвала**

Смена	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительное время работы автосамосвала, ч	5,9	6,0	5,0	6,9	8,5	8,2	6,1	6,8	7,5	7,4

**Фактический сменный объем погрузки при фронтальном забое**

Смена	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Объем погрузки, тыс. м <sup>3</sup>	12853	8702	7066	9126	11231	9504	9487	9135	7800	6803	8397

Таблица 6

**Параметры работы экскаватора ЭКГ-12,5 при вместимости ковша 10,1 м<sup>3</sup> в целике**

Производительное время, ч	Объемы экскавации, м <sup>3</sup>	
	Забой	
	Тупиковый	Фронтальный
1	1024	1212
2	2048	2424
3	3072	3636
4	4096	4848
5	5120	6060
6	6144	7272
7	7168	8484
8	8192	9696
9	9216	10908
10	10240	12120
11	11264	13332
12	12288	14544

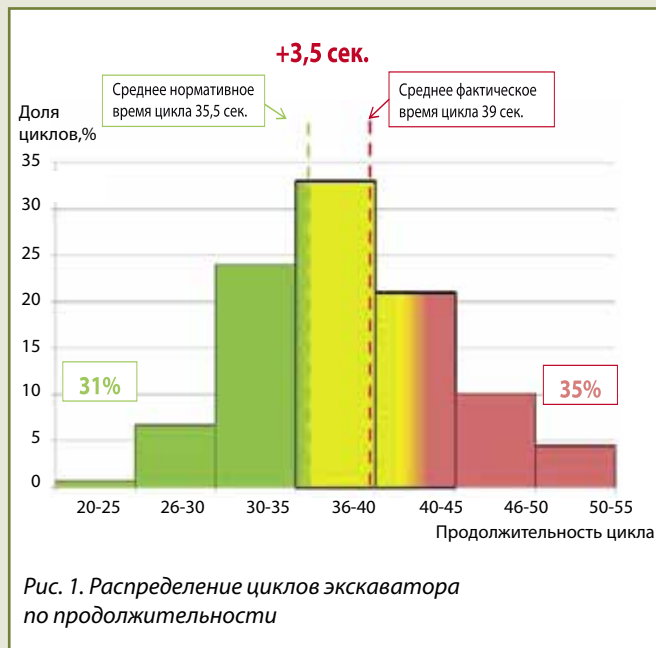


Таблица 7

**Пример учета производительного времени работы экскаватора**

Смена	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Производительное время работы, ч	10,6	7,2	5,8	7,5	9,3	9,3	9,3	8,9	7,6	6,6	8,2

в кузове такого автосамосвала в целике составляет 110 м<sup>3</sup>. Принятое рациональное время цикла экскавации при фронтальном забое – 30 с, при тупиковом забое с учетом времени обмена автосамосвалов – 35,5 с, объем горной массы в целике при геометрической вместимости ковша 12,5 м<sup>3</sup> – 10,1 м<sup>3</sup>. Фактический сменный объем погрузки при фронтальном забое приведен в табл. 5.

1. Определяем часовую производительность экскаватора  $Q_{\text{час}}^{\text{техн.}}$ , м<sup>3</sup>/ч (количество циклов погрузки горной массы в автосамосвал округляем до целого числа ковшей):

– при тупиковом забое:

$$Q_{\text{час}}^{\text{техн.}} = \left( \frac{3600}{35,5} \right) \times 10,1 = 1024;$$

– при фронтальном забое:

$$Q_{\text{час}}^{\text{техн.}} = \left( \frac{3600}{30} \right) \times 10,1 = 1212.$$

Далее определяются параметры работы экскаватора при различном количестве производительных часов (табл. 6).

2. Определяем производительное время работы экипажа для первой смены  $T_{\text{пз}}$  маш.-ч:

$$T_{\text{пз}} = \frac{12853}{1212} = 10,6 \text{ ч.}$$

Аналогичным образом определяем  $T_{\text{пз}}$  для каждой смены. Результаты представляем в табл. 7.

Анализ результатов за месяц показал, что среднее фактическое время цикла у экскаваторов составляет 39 с, это на 30% выше рационального (рис. 1).

Среднее сменное производительное время по двум экскаваторам существенно различается – от 6,3 до 8,3 ч. Проведенные расчеты показали, что одной из основных причин такой разницы является недостаточное количество автосамосвалов у одного экскаватора и избыточное у другого. При погрузке экскаватором ЭКГ-12,5 в четыре самосвала БелАЗ грузоподъемностью 220 т простои из-за ожидания погрузки в сумме за смену составляют более 10 ч (рис. 2).

Вследствие значительных простоев из-за ожидания погрузки в среднем фактическая продолжительность рейса в 1,4 раза больше расчетной (20 мин. при приведенном расстоянии 2,9 км) (рис. 3).

Изменение такой ситуации возможно при условии более рациональной расстановки горнотранспортного оборудования. Так, анализ и моделирование расстановки автосамосвалов в одну из смен (табл. 8) показали, что если бы БелАЗ-75135, часовая производительность которого у экскаватора № 82 составила 200 м<sup>3</sup>/ч при  $L_{\text{пр}} = 2,7$  км, был перемещен от этого экскаватора к экскаватору № 93 и его часовая производительность стала 186,7 м<sup>3</sup>/ч при  $L_{\text{пр}} = 3$  км, то расчетный дополнительный объем экскаватора № 93 составил бы:  $6,3 \text{ ч} \times 186,7 = 1176 \text{ м}^3$ , а дополнительное производительное время экскаватора № 93:  $1176 / 1024 = 1,1 \text{ ч}$ .

**ВЫВОДЫ**

Таким образом, ежесменный учет производительного времени работы экскаваторов и автосамосвалов, анализ

**Список литературы**

1. Взаимосвязь организации и технологии горного производства / В.Б. Артемьев, А.Б. Клилин, В.А. Галкин, А.М. Макаров. В кн. Открытые горные работы в XXI веке. Материалы III Международной научно-практической конференции. Т.1 // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 12 (специальный выпуск № 37-1). С. 68-76.
2. Gelte M. Comparative corporate governance: Old and new. Understanding the Company: Corporate Governance and Theory, 2017. Pp. 37-59.
3. Kujala J., Lämsä A.-M., Riivari E. Company stakeholder responsibility: An empirical investigation of top managers' attitudinal change // Baltic Journal of Management. 2017. Vol. 12(2). Pp. 114-138.
4. Development of Organizational-Economic Relations as a Condition of Enterprise Viability / T.A. Korkina, S.I. Zakharov, E.V. Golovanov, S.V. Aliukov. Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference (IBIMA) Vision 2020: Sustainable

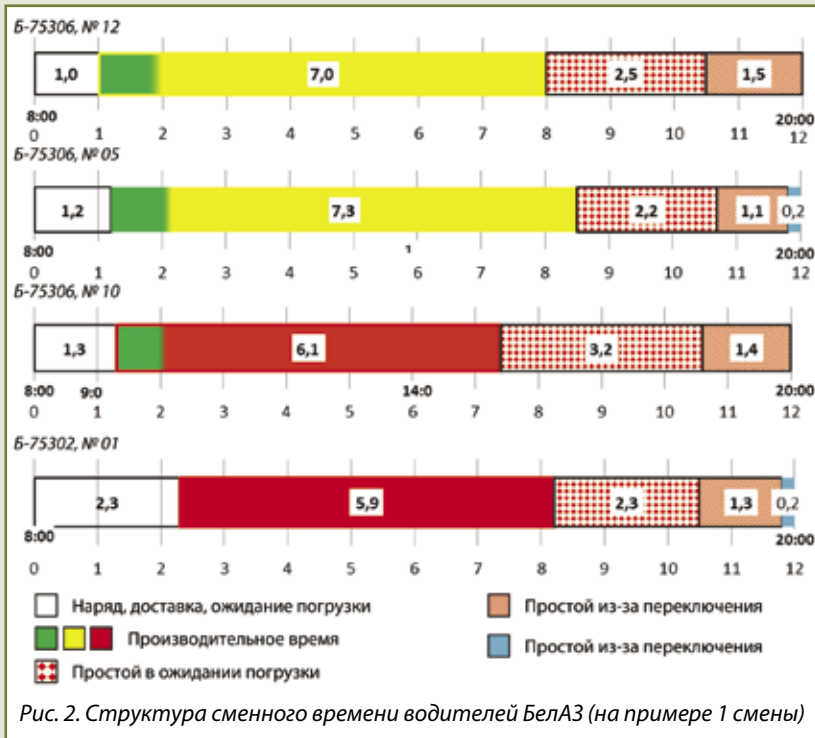


Рис. 2. Структура сменного времени водителей БелАЗ (на примере 1 смены)

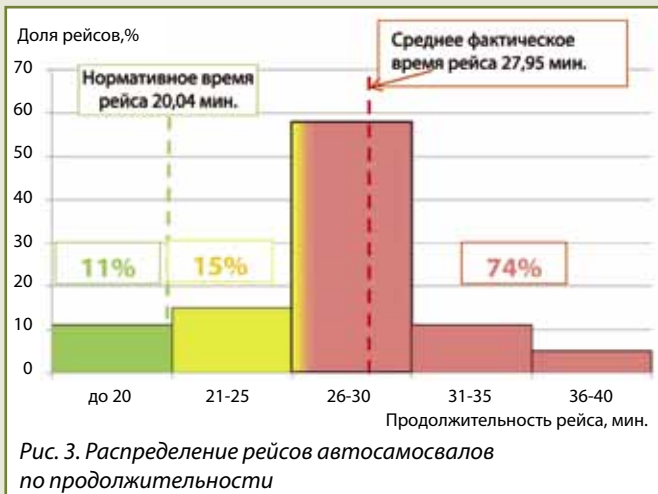


Рис. 3. Распределение рейсов автосамосвалов по продолжительности

полученных результатов позволили выявить возможности повышения эффективности процесса автовскрыши, а также определить основные направления его совершенствования: более рациональное распределение автосамосвалов по экскаваторам, улучшение качества технологических дорог, усиление контроля расстановки горнотранспортного оборудования.

Economic development, Innovation Management, and Global Growth. 8-9 November 2017. Madrid, Spain. Pp. 1662-1669.

5. Оценка резервов повышения уровня организации работы автосамосвалов БелАЗ на разрезе «Черногорский» / Г.Н. Шаповаленко, С.Ф. Зубарев, В.А. Хажиев, С.И. Захаров. В кн. Развитие угледобывающего производственного объединения // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 11 (специальный выпуск № 62). С. 153-159.

6. The missing link in mining-company productivity: People / N. Flesher, J. Parsons, P.K. Rai, J. Thibert. McKinsey & Company, 2018. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/ourinsights/mining-for-leadership-with-lean-management> (дата обращения: 15.11.2018).

7. O'Boyle E.H., Patel P.C., Gonzalez-Mulé E. Employee ownership and firm performance: a meta-analysis // Human Resource Management Journal. 2016. Vol. 26(4). Pp. 425-448.

8. Лапаев В.Н., Пикалов В.А., Соколовский А.В. Организационно-технологические возможности повышения производительности основного горнотранспортного оборудования карьеров // Горный журнал. 2017. 12. С. 74-77.

9. Методика расчета операционного рычага и применения управляющей связи «производительное время – удельная производительность – себестоимость» / А.В. Фе-

Таблица 8

**Результаты сравнения сменной производительности экскаваторов и самосвалов при различной расстановке горно-транспортного оборудования**

Оборудование	Производительное время		Оборудование	Производительное время	
	Фактическое	Расчетное при изменении расстановки		Фактическое	Расчетное при изменении расстановки
<b>Экскаваторы</b>					
ЭКГ-12,5 №82	7,9 ч	7,9 ч	ЭКГ-12,5 №93	6,9 ч	8,0 ч
<b>Самосвал</b>					
Б-75302	6,7 ч	7,9 ч	Б-75306 (2)	8,8 ч	8,8 ч
Б-75306	7,2 ч	8,4 ч	Б-75306	8,2 ч	8,2 ч
Б-75306	6,1 ч	7,3 ч	Б-75122	6,7 ч	6,7 ч
Б-75135	6,3 ч	-	Б-75135	-	6,3 ч

доров, А.В. Великосельский, В.Н. Кулецкий и др. Отдельная статья Горного информационно-аналитического бюллетеня. М.: Горная книга, 2011. 24 с. (Сер. «Б-ка горного инженера-руководителя» Вып. 14).

10. Галкин В.А., Zubovich A.V. Совершенствование методики расчета норм выработки на транспортировку горной массы автосамосвалами БелАЗ // Цветная металлургия. 1983. № 3. С. 38-41.

11. Рыбинский А.Б., Горохов А.В., Довженок А.С. Совершенствование управления использованием рабочего времени карьерных автосамосвалов в ОАО «Разрез Тугнуй-

ский» В кн. Открытые горные работы в XXI веке – 2. Материалы II международной научно-практической конференции. Т. 2 // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 10 (специальный выпуск № 45-2). С. 328-332.

12. Каинов А.И. Обоснование способов и показателей концентрации горных работ на угольных разрезах с большим грузным автомобильным транспортом. В кн. Открытые горные работы в XXI веке – 2. Материалы II международной научно-практической конференции. Т. 2 // Горный информационно-аналитический бюллетень 2015. № 10 (специальный выпуск № 45-1). С. 260-274.

## PRODUCTION SETUP

UDC 658.511.3:622.271.4:656.13 © G.M. Tsinoskhin, A.G. Samoylenko, S.A. Dementieva, T.A. Korkina, N.V. Yablonskikh, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 71-76

## Title

## A METHODOLOGY OF ANALYZING THE AUTOMATED OVERBURDEN REMOVAL PRODUCTION SETUP

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-71-76>

## Authors

Tsinoshkin G.M.<sup>1</sup>, Samoylenko A.G.<sup>1</sup>, Dementieva S.A.<sup>1</sup>, Korkina T.A.<sup>2,3</sup>, Yablonskikh N.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> "Kharanorsky Open-pit mine" JSC, urban settlement Sherlovaya Gora, Trans-Baikal Territory, 674608, Russian Federation

<sup>2</sup> Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, 454048, Russian Federation

<sup>3</sup> Institute of efficiency and safety of mining production ("NII OGR" LLC), Chelyabinsk, 454048, Russian Federation

## Authors' Information

**Tsinoshkin G.M.**, PhD (Engineering), General Director, e-mail: OfficeMan@suek.ru

**Samoylenko A.G.**, PhD (Engineering), First Deputy General Director - Technical Director, e-mail: OfficeMan@suek.ru

**Dementieva S.A.**, Labour Norming Engineer, e-mail: DementevaSA@suek.ru

**Korkina T.A.**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Department of State and Municipal Administration, Head of the Laboratory of Personnel Development Management, e-mail: kort2005@mail.ru

**Yablonskikh N.V.**, PhD (Economic), Senior Researcher, e-mail: nata\_niiogr@mail.ru

## Abstract

The paper presents a methodology of analyzing the automated overburden removal production setup. The methodology is based on the calculation of the productive time of the equipment, that is, the time during which the necessary operations are performed with rational parameters, in terms of efficiency and safety. The paper considers application of the methodology of analysis of the automated overburden removal production setup in conditions of the "Kharanorsky" open-pit mine, which made it possible to identify the effectiveness of the automated overburden removal process, as well as to identify the main directions for its improvement: a more rational distribution of dump trucks by excavators, improving the quality of technological roads, and increasing control over the deployment of mining equipment.

## Keywords

Production setup, Efficiency, Safety, Automated overburden removal, Productive time.

## References

1. Artemiev V.B., Kilin A.B., Galkin V.A. & Makarov A.M. *Vzaimosvyaz' organizatsii i tekhnologii gornogo proizvodstva* [Relationship of mining production setup and technology]. In the book *Surface mining operations in the 21st century. Materials of the 3d International Scientific Practical Conference. Vol. 1. Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2017, No. 12 (special issue No. 37-1), pp. 68-76.
2. Gelte M. Comparative corporate governance: Old and new. *Understanding the Company: Corporate Governance and Theory*, 2017, pp. 37-59.
3. Kujala J., Lämsä A.-M. & Riivari E. Company stakeholder responsibility: An empirical investigation of top managers' attitudinal change. *Baltic Journal of Management*, 2017, Vol. 12(2), pp. 114-138.
4. Korkina T.A., Zakharov S.I., Golovanov E.V. & Aliukov S.V. Development of Organizational-Economic Relations as a Condition of Enterprise Viability. Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference (IBIMA) Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth. 8-9 November 2017. Madrid, Spain, pp. 1662-1669.

5. Shapovalenko G.N., Zubarev S.F., Hazhiev V.A. & Zakharov S.I. Otsenka rezervov povysheniya urovnya organizatsii raboty avtosamosvalov BelAZ na razreze "Chernogorskiy" [Evaluation of reserves to improve the level of organization of work of BelAZ dump trucks in the "Chernogorsky" open-pit mine]. In the book *Development of a coal production association. Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2015, No. 11 (special issue No. 62), pp. 153-159.

6. Flesher N., Parsons J., Rai P.K. The missing link in mining-company productivity: People. J. Thibert. McKinsey & Company, 2018. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/ourinsights/mining-for-leadership-with-lean-management> (accessed 15.11.2018).

7. O'Boyle E.H., Patel P.C. & Gonzalez-Mulé E. Employee ownership and firm performance: a meta-analysis. *Human Resource Management Journal*, 2016, Vol. 26(4), pp. 425-448.

8. Lapaev V.N., Pikalov V.A. & Sokolovsky A.V. Organizatsionno-tekhnologicheskiye vozmozhnosti povysheniya proizvoditel'nosti osnovnogo gornotransportnogo oborudovaniya kar'yerov [Organizational and technological possibilities for improvement of the performance of the main mining equipment of open pits]. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2017, No. 12, pp. 74-77.

9. Fedorov A.V., Velikoselsky A.V., Kuletsky V.N. et al. *Metodika rascheta operatsionnogo rychaga i primeneniya upravlyayushchey svyazi "proizvoditel'noye vremya - udel'naya proizvoditel'nost' - sebestoimost'"* [Methodology for computing operating leverage and use of control communication "productive time - specific performance - cost price"]. Separate article of *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*. Moscow, Gornaya kniga Publ., 2011, 24 p. (Series "Library of Chief Mining Engineer", Issue 14).

10. Galkin V.A. & Zubovich A.V. Sovershenstvovaniye metodiki rascheta norm vyrabotki na transportirovku gornoy massy avtosamosvalami BelAZ [Improving the methodology for calculating production rates for the transportation of rock mass by BelAZ dump trucks]. *Tsvetnaya metallurgiya – Non-ferrous metallurgy*, 1983, No. 3, pp. 38-41.

11. Rybinskiy A.B., Gorokhov A.V. & Dovgenok A.S. Sovershenstvovaniye upravleniya ispol'zovaniyem rabocheho vremeni kar'yernykh avtosamosvalov v ОАО "Razrez Tugnuyskiy" [Improving the management of the use of working time of dump trucks at "Tugnuysky Open-pit mine" JSC] In the book *Surface mining operations in the 21st century - 2. Materials of the 2d International Scientific Practical Conference. Vol. 2. Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2015, No. 10 (special issue No. 45-2), pp. 328-332.

12. Kainov A.I. *Obosnovaniye sposobov i pokazateley kontsentratsii gornykh rabot na ugol'nykh razrezakh s bol'shegruznym avtomobil'nyim transportom* [Substantiation of methods and indicators of the concentration of mining operations at coal strip mines with heavy motor transport]. In the book *Surface mining operations in the 21st century - 2. Materials of the 2d International Scientific Practical Conference. Vol. 2. Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2015, No. 10 (special issue No. 45-1), pp. 260-274.

# Добыча угольного метана для получения газового топлива

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-77-79>

## ВАСЮЧКОВ Юрий Федорович

Доктор техн. наук, профессор кафедры

«Геотехнологии освоения недр»

Горного института НИТУ «МИСиС»,

119049, г. Москва, Россия,

тел.: +7 (916) 676-50-81,

e-mail: vas-yury@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы промышленного использования угольного метана. Важным элементом технологии выработки высококалорийного газового топлива на угольных месторождениях является его добыча. Угольные пласты являются особым коллектором метана, извлечение которого для промышленных нужд ограничено низкой проницаемостью и неравномерностью его распределения в угольных пластах. Показано, что методы интенсификации метаноотдачи угля позволяют обеспечить утилизацию метана в углегазоэлектрических комплексах.

**Ключевые слова:** угольный пласт, газовое топливо, обогащение сингаза метаном, методы интенсификации метаноотдачи угля, локальные углегазоэлектрические комплексы.

## ВВЕДЕНИЕ

Россия обладает огромными ресурсами метана, сосредоточенного в угольных месторождениях. По разным оценкам, их насчитывается 60-70 трлн м<sup>3</sup> [1]. В метановых зонах месторождений чистого угольного метана содержится 94-96%, что является экономически привлекательным. Однако сфера его промышленного освоения ограничена различием в газовой зональности угольных месторождений и низкой природной метаноотдачей угольных пластов. В промышленных запасах угольных месторождений России содержится 260 млрд м<sup>3</sup> метана [2].

Но, несмотря на такие ограничения, проблема промышленного использования угольного метана и сейчас весьма актуальна для комплексного освоения газоносных угольных месторождений и повышения энергоэффективности углеэнергетического комплекса. Например, в США годовая добыча угольного метана в период с 1989 по 2019 г. возросла более чем в 20 раз (до 54 млрд м<sup>3</sup>), в Канаде за период с 2003 по 2010 г. – более чем в 15 раз (до 7,5 млрд м<sup>3</sup>), в Австралии с середины девяностых до 2010 г. – в 10 раз (до 5,5 млрд м<sup>3</sup>) и в КНР за этот же период – в 10 раз (до 5,8 млрд м<sup>3</sup>). В России угольный метан используется как местное топливо в котельных, калориферных установках и в установках поршневого типа.

В угольных пластах угольный метан находится в двух фазах – свободной и связанной с микропористой структурой

угля физико-химическими силами. Если свободная фаза метана (примерно 10-15% от природной метаноносности угля) достаточно легко поддается извлечению, то оставшая часть связанного метана выходит из угля крайне медленно, в основном в диффузионном режиме.

Связанная фаза метана удерживается в ископаемом угле силами различной природы [3]: за счет адсорбции, твердого раствора метана в угле (абсорбции) и внутрикристаллических связей в полимерных цепях органического материала углей.

Предложено использовать Локальные углегазоэлектрические комплексы (ЛУГЭК), вырабатывающие газовое топливо с теплотой сгорания 24 МДж/м<sup>3</sup> из очищенного от негорючих компонентов и СО<sub>2</sub> генераторного газа с его последующим обогащением добываемым метаном до высшей теплоты сгорания природного газа (34 МДж/м<sup>3</sup>) для использования в генерирующих газотурбинных установках комбинированного цикла (ГТУКЦ) с высшей энергетической эффективностью (КПД 50% и более) [4]. Выработка на газоносном угольном месторождении очищенного и обогащенного синтетического газа (сингаза) является технологией подготовки газового топлива для дальнейшей тепло- и электрогенерации.

Перевод традиционной углеэнергетической цепочки на выработку из метаноносных угольных пластов сингаза открывает путь к практически неограниченным углеводородным ресурсам на многие столетия вперед. Областью применения технологии ЛУГЭК являются трудноизвлекаемые запасы угля, нерабочие угольные пласты и нарушенные участки шахтных полей.

## РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ УГОЛЬНОГО МЕТАНА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ОЧИЩЕННОГО ГАЗОВОГО ТОПЛИВА

Теплота сгорания сингаза обеспечивает проектную тепловую мощность ТЭС. В случае с обогащением сингаза угольным метаном исходной расчетной формулой мощности ТЭС служит формула:

$$N_T = N_{o.g} + N_M = q_{o.g} \cdot Q_{o.g} + q_M \cdot Q_M, \quad (1)$$

где:  $N_T$  – тепловая мощность угольной электростанции, МВт;  $N_{o.g}$  – долевая мощность очищенного генераторного сингаза, МВт;  $N_M$  – долевая мощность угольного метана, МВт;  $q_{o.g}$  – расход очищенного сингаза, м<sup>3</sup>/с;  $Q_{o.g}$  – теплота сгорания очищенного сингаза, МДж/м<sup>3</sup>;  $q_M$  – расход угольного метана, м<sup>3</sup>/с;  $Q_M$  – теплота сгорания угольного метана, МДж/м<sup>3</sup>. Преобразуя (1), получаем исходное уравнение численного моделирования связи расхода очищенного сингаза с расходом метана, позволяющее достаточно точно определить с соотношением указанных двух газовых потоков:

$$q_m = \frac{N_T - 24 \cdot q_{ог}}{34} \quad (2)$$

Эти данные необходимы для проектирования технологии и оборудования наземного и подземного комплексов ЛУГЭК, а в принципе – и любой газодобывающей системы на угольном газовом месторождении.

В ходе решения задачи (2) приняты в качестве констант: теплота сгорания добываемого из скважин угольного метана 34 МДж/м<sup>3</sup> и очищенного генераторного газа 24 МДж/м<sup>3</sup>. Численное моделирование проведено для трех значений тепловых мощностей комплекса  $N_T = 10, 50$  и 100 МВт. Результаты расчетов по формуле (2) приведены в таблице.

Сравнение трех моделей показывает, что предлагаемую технологию выработки сингаза целесообразно ориентировать на ЛУГЭК мощностью до 100 МВт, который обеспечивает локальный район или некрупную городскую электросеть.

### ОЦЕНКА ДОБЫВАЕМОСТИ УГОЛЬНОГО МЕТАНА

Дебиты угольного метана оценивают как для дегазационных скважин угольных шахт, так и для добычи метана с целью его утилизации. Значительные исследования скорости метаноотдачи угольных пластов в процессе предварительной дегазации проведены ИГД им. А.А. Скопинского, МакНИИ, ВостНИИ и МГИ-МГУ. Основным вывод таких исследований заключался в установлении закономерностей очень медленного выделения метана из угля в процессе его дегазации, низкой метанодобываемости вертикальных скважин с поверхности и низкой эффективности извлечения метана пластовыми скважинами предварительной дегазации под вакуумом. Типичная эффективность дегазации угольных пластов пластовыми параллельными скважинами под вакуумом не превышала 15-20%. Так, в работе [2] на основе наблюдений в шахтах Кузнецкого и Печорского бассейнов показано, что удельный дебит метана в вертикальную скважину составляет 0,18-0,5 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·сут.

Низкая природная метаноотдача угольных пластов привела к созданию методов ее интенсификации – гидрорасчленению (ГРП), гидроразрыву (ГР), физико-химической обработке ФХО (РФ), пневмокавитации (ПК) с закреплением трещин пропантантами (США). Первые три метода в угольной промышленности России являются нормативными. Их эффективность по извлечению метана и снижению метаносности пласта составляет соответственно: ГРП 35-40%, ГР 25-45%, ГРП+ФХО 60-65%.

Работы по извлечению угольного метана ведутся в США в 15 штатах [5], в том числе в Сан-Хуане, Рио-Арибе и Коллак-Уэстэсе, где он является важным источником экономики. Эти методы являются основой поставки угольного метана в газораспределительную сеть. Рыночная стоимость СВМ 0,18 дол. США за 1 м<sup>3</sup>. Нью-Мексико в настоящее время занимает первое место в производстве и запасах угольного метана в США. Этот опыт следует внедрять, в частности, в технологии ЛУГЭК.

Работы по интенсификации метаноотдачи угольных пластов путем их под- или надработки проведены в КНР на шахте Luling угольного месторождения Sunan провинции Anhui, где осуществили добычу метана из подработанных

### Потребный объем обогащения сингаза (СГ) угольным метаном (МТ)

$N_T$ , МВт	Тип газа	Расход газа, м <sup>3</sup> /с					
		0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	
10	СГ	0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	При $q_{гг} \leq 0,4$
	МТ	0,29	0,22	0,15	0,08	0,01	
50	СГ	0,1	0,5	1	1,5	2	При $q_{гг} \leq 2$
	МТ	1,47	1,12	0,76	0,41	0,06	
100	СГ	0,1	1	2	3	4	При $q_{гг} \leq 4,2$
	МТ	2,87	2,23	1,53	0,82	0,12	

Примечание:  $q_{гг}$  – расход генераторного сингаза, м<sup>3</sup>/с.

ной угольной свиты пластов № 8 и № 9 общей мощностью 15,3 м с газопроницаемостью 0,0007 мД, газоемкостью 37,6 м<sup>3</sup>/т, газовым давлением 5 МПа на глубине 800 м через нижележащий пласт № 10 мощностью 1,92 м [6]. Ежемесячные дебиты скважины составляли 100-450 тыс. м<sup>3</sup>, т.е. максимальный дебит метанодобывающей скважины при этом был равен 0,174 м<sup>3</sup>/с, соответствующий мощности ЛУГЭК 10 МВт (см. таблицу). Замеренный радиус зоны дренирования угольного пласта колебался в интервале 200-300 м.

Мировой опыт извлечения угольного метана в промышленных целях подтверждает принципиальную возможность использования во многих газосносных бассейнах России технологии ЛУГЭК и местной утилизации угольного метана

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснованная технология добычи угольного метана для производства высококачественного сингаза может быть рекомендована для строительства углеэнергетических комплексов ЛУГЭК в Кузбассе, Печорском угольном бассейне, на газосносных месторождениях Дальнего Востока.

### Список литературы

1. Малышев Ю.Н., Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. Фундаментально-прикладные методы решения проблемы метана угольных пластов. М.: Издательство АГН, 2000. 519 с.
2. Метан в шахтах и рудниках России. Прогноз, извлечение, использование / А.Д. Рубан, В.С. Забурдаев, Г.С. Забурдаев, Н.Г. Матвиенко. М.: ИПКОН РАН, 2006. 14 с.
3. Васючков Ю.Ф. Формы связи метана с углем и эффективность дегазации угольных пластов // Горный журнал. 2016. № 10. С. 82-87.
4. Васючков Ю.Ф. Отработка угольных запасов бесшахтным способом с использованием подземного сжигания пласта и получением тепловой и/или электрической энергии непосредственно на горном предприятии / Сборник докладов конференции «Комплексное изучение и эксплуатация месторождений полезных ископаемых». Новочеркасск, 1995. С. 28-33.
5. Coalbed Methane Extraction: Detailed Study Report. 2010 / EPA-820-R-10-022. URL: <http://large.stanford.edu/courses/2013/ph240/iskhakov1/docs/epa-820-r-10-022.pdf> (дата обращения 15.11.2018).
6. Technologies for Coalbed Methane recovery in deep and multiple seams / Wang Liang, Liu Shimin, Cheng Yuanping, Yin Guangzhi, Zhang Dongming, Guo Pinkun. IJMST. China, 2017. doi://10.1016/j.ijmst.2017.01.026 (дата обращения 15.11.2018).



UDC 622.817.47:662.765 © Yu.F. Vasyuchkov, 2018  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 77-79

**Title**  
**EXTRACTION COAL METHANE MINING FOR RECEIVING GAS FUEL**

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-77-79>

**Author**

Vasyuchkov Yu.F.<sup>1</sup>

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

**Authors' Information**

**Vasyuchkov Yu.F.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of "Geotechnologies of mineral resources extraction" of Mining Institute, tel.: +7 (916) 676-50-81, e-mail: vas-yury@yandex.ru

**Abstract**

The paper examines the industrial use of the coal methane. An important element of the technology for producing high-calorific gas fuel in the coal fields is its mining. Coal seams are a special collector of methane, the extraction of which for industrial needs is limited by low permeability and non-uniformity of its distribution in the coal seams. The paper shows that the methods of intensification of coal methane extraction allow the methane utilization in coal-gas-electric complexes.

**Keywords**

Coal seam, Gas fuel, Syngas beneficiation using methane, Methods for intensifying coal methane yield, Local coal-gas-electric complexes.

**References**

1. Malyshev Yu.N., Trubetskoy K.N. & Airuni A.T. *Fundamental'no prikladnyye metody resheniya problemy metana ugol'nykh plastov*. [Fundamentally applied

methods for solving the problem of coal seam methane]. Moscow, Academy of Mining Science Publ., 2000, 519 p.

2. Ruban A.D., Zaboruyaev V.S., Zaboruyaev G.S. & Matvienko N.G. *Metan v shakhtakh i rudnikakh Rossii. Prognoz, izvlecheniye, ispol'zovaniye* [Methane in mines of Russia. Forecast, extraction, use]. Moscow, IPKON RAS Publ., 2006, 14 p.

3. Vasyuchkov Yu.F. *Formy svyazi metana s uglem i effektivnost' degazatsii ugol'nykh plastov* [Methane-coal reaction forms and coal seam degassing efficiency]. *Gornyi Zhurnal – Mining Journal*, 2016, No. 10, pp. 82-87.

4. Vasyuchkov Yu.F. *Otrabotka ugol'nykh zapasov besshakhtnym sposobom s ispol'zovaniyem podzemnogo szhiganiya plasta i polucheniym teplovoy i/ili elektricheskoy energii neposredstvenno na gornom predpriyatii* [Coal mining reserves using the mine-free technique with underground seam firing and obtaining heat and/or electrical energy directly at a mining facility]. Collection of reports of the conference "Integrated study and exploitation of mineral deposits". Novocheboksak, 1995, pp. 28-33.

5. Coalbed Methane Extraction: Detailed Study Report. 2010 / EPA-820-R-10-022. Available at: <http://large.stanford.edu/courses/2013/ph240/ishakov1/docs/epa-820-r-10-022.pdf> (accessed 15.11.2018).

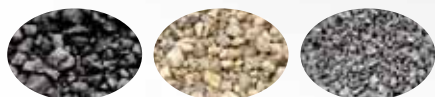
6. Wang Liang, Liu Shimin, Cheng Yuanping, Yin Guangzhi, Zhang Dongming, Guo Pinkun. Technologies for Coalbed Methane recovery in deep and multiple seams IJMST. China, 2017. doi: /10.1016/j.ijmst.2017.01.026

we process the future

# 413.199.509

## ТОНН СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА В ГОД

Система BIVITEC – гениальное решение, которое в течение уже нескольких десятилетий является синонимом эффективного грохочения труднопросеиваемых сыпучих материалов в различных отраслях промышленности. Динамическое движение просеивающих полотен обеспечивает высокую точность просеивания даже при работе с влажным материалом, а долгий срок службы сит гарантирует существенную экономию времени и средств.



[www.binder-co.com](http://www.binder-co.com)



РЕКЛАМА

**binder+co**

# «Восток1520» поддерживает растущий вывоз кузбасского угля



На прошедшем в начале ноября 2018 г. заседании правительства министр транспорта России Евгений Дитрих рассказал о важнейших итогах «Российских железных дорог» в 2018 г. и прогнозах развития на ближайшие годы. Объем погрузки по сети РЖД достигнет 1,289 млрд т. Рост к уровню 2017 г. составит 28 млн т, или 2,2%. По словам министра, увеличение погрузки будет обеспечено в первую очередь за счёт каменного угля – рост на 5%.

РЖД направляет значительные инвестиции на проекты обновления инфраструктуры. Основные барьерные места находятся на Восточном полигоне сети. В то же время прогнозы обещают дальнейший рост перевозок, которые нужно обеспечивать даже в условиях инфраструктурных ограничений. В соответствии с прогнозом в 2019 г. объём погрузки составит более 1,3 млрд т, что превысит уровень 2018 г. на 20 млн т, или 1,5%. Основное увеличение (3,2%) придёт на экспорт. Наибольшее увеличение объёмов погрузки ожидается по углю – это более половины уровня роста. Министр отметил, что «РЖД» принимает необ-

ходимые меры по созданию и модернизации инфраструктуры для выполнения задач в рамках майского указа президента.

Для железнодорожных операторов, работающих на Кузбассе и занимающихся перевозкой угля, основной задачей становится синхронизация планов угольщиков по вывозу продукции с возможностями транспортной инфраструктуры. Совместно с «РЖД» операторы разрабатывают специальные технологии. Например, активно используется технология тяжеловесного движения по перевозке грузов в вагонах повышенной грузоподъемности. Угольщики Кузбасса одними из первых среди грузовладельцев увидели преимущества таких перевозок и используют их в течение пяти лет.

Технология дает ощутимые результаты. Так, со станций Западно-Сибирской железной дороги оператор «Восток1520» (входит в состав «Первой Тяжеловесной Компании») за 10 мес. 2018 г. отправил 540,9 тыс. вагонов. Объем погрузки составил 40,6 млн т. Благодаря использованию вагонов нового поколения грузоподъемностью 75 т перевезено на 3,3 млн т больше грузов, чем если бы перевозка осуществлялась в типовых вагонах. И это без увеличения вагонотока! Основные станции зарождения грузопотока на дороге – Ерунаково (с нее в вагонах «Восток1520» отправлено 13,9 млн т угля) и Мереть (отправлено 7,6 млн т угля). Это составляет более по-

ловины всех погрузок станций. На Западно-Сибирской дороге «Восток1520» сотрудничает более чем с 75 предприятиями.

Кроме экспортных отправок топлива, «Восток1520» наращивает и внутрироссийские в адрес предприятий энергетики и ЖКХ, выполняя социально-значимые перевозки. В октябре 2018 г. во внутрироссийском сообщении было перевезено 1,3 млн т, это 24% всех отправок. За 10 мес. 2018 г. в адрес предприятий энергетики компания перевезла 4,8 млн т угля, что в 1,7 раза выше показателей аналогичного периода прошлого года. Среди основных получателей – крупнейшие предприятия российских регионов: АО «СИБЭКО», АО «Бийскэнерго», Хабаровская и Приморская генерация АО «ДГК», АО «Барнаульская ТЭЦ-3», ОАО «Кузбассэнерго и др. «Восток1520» постоянно улучшает логистику – за счет технологичности транспортировки угля в большегрузных вагонах ведется бесперебойная подача подвижного состава и снижается срок доставки грузов конечным потребителям.

Пресс-служба АО ХК «СДС-Уголь» информирует

## На разрезе «Черниговец» продемонстрировали инновационный подход к проведению буровзрывных работ

**СДС**  
**УГОЛЬ**

*В октябре 2018 г. в рамках рабочего совещания по обмену опытом представителей АО «Азот-Взрыв» на базе Сибирского филиала ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» в Кемерово руководители предприятий ознакомились с особенностями ведения горных работ на разрезе «Черниговец» (АО ХК «СДС-Уголь»). В мероприятии приняли участие представители компаний, осуществляющих обращение с взрывчатыми материалами и производящих буровзрывные работы на территории России и Казахстана.*

Со смотровой площадки Горного участка № 3 гости наблюдали взрывные работы с комбинированным применением сразу двух систем инициирования – электронной DaveyTronic и неэлектрической «Коршун-М». Объем взрываваемого блока составил 416 тыс. куб. м горной массы, при этом было использовано 324 т промышленного взрывчатого вещества Нитронит Э-100.

Специалисты наглядно смогли оценить разницу в работе двух современных систем взрывания в одном массовом взрыве. Система электронного взрывания DaveyTronic позволяет получить минимальные показатели сейсмического воздействия и разлета кусков породы, именно ее используют на разрезе при взрывных работах, производимых вблизи охраняемых объектов – зданий и сооружений, линий электропередач, подземных горных работ, либо в случаях, требующих специальных технических решений согласно проектной документации. В условиях ведения открытых горных работ также используется неэлектрическая система инициирования «Коршун-М».

В ходе визита делегация также посетила пункт производства невзрывчатых компонентов эмульсионных взрывчатых веществ ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС», который находится на территории АО «Черниговец» и обеспечивает предприятие всей необходимой продукцией для проведения взрывных работ без затрат времени и средств на транспортировку. Здесь же вниманию гостей предстал го-



товящийся к запуску цех сборки неэлектрических систем инициирования («Коршун-М») Обособленного Предприятия «Муромец-Сибирь» АО «Муромец», входящего в группу компаний «АЗОТ-ВЗРЫВ».

ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» (входит в группу компаний АО «Азот-Взрыв») давно и успешно сотрудничает с предприятиями ХК «СДС-Уголь» в направлении оказания комплекса буровзрывных работ. «На разрезе «Черниговец» АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС производит наибольший объем буровзрывных работ в Кузбассе, – говорит генеральный директор АО «Черниговец» **Юрий Дерябин**. – Четкое соблюдение всех норм и стандартов, а также постоянная экологическая оптимизация производственного процесса на предприятии, использование самого современного оборудования и инновационных разработок позволяют нам вместе достигать значительного снижения воздействия на окружающую среду».

По словам Юрия Дерябина, разрез стал своего рода площадкой для практической части традиционного ежегодного совещания руководителей группы компаний «Азот-Взрыв», которое в этот раз проводилось в Кемерово.

*«Внимание участников совещания был продемонстрирован массовый взрыв с применением всех наилучших доступных технологий, используемых в области буровзрывных работ в России. Это стало возможным благодаря долгосрочной совместной работе специалистов ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» и АО «Черниговец». Результатом применения передовых технологий в настоящее время стало лидерство наших компаний в области качества, безопасности и экологичности буровзрывных и горных работ, что в целом позволяет повысить эффективность бизнеса партнеров», – отметил **Владислав Борисенко**, директор Сибирского филиала ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС».*



## Бородинский РМЗ намерен встретить свой юбилей досрочным выполнением годового плана

ООО «Бородинский ремонтно-механический завод (РМЗ), сервисное подразделение Сибирской угольной энергетической компании в Красноярском крае, готовится к 45-летию.

**К юбилейной дате на предприятии приурочили Трудовую вахту.**

«Повышенные производственные обязательства взяли на себя все участки и цеха, – говорит начальник производственного отдела Бородинского РМЗ **Олег Тучков**. – Выполнив их, мы досрочно «закроем» план 2018 года. Настроение в коллективе боевое, все стремятся показать наилучший результат».

Итоги юбилейной трудовой вахты заводчане подведут в начале декабря, накануне юбилейных торжеств. Досрочное выполнение годового плана станет одним из подарков к 45-летию завода. К этой дате на предприятии также намерены ввести в эксплуатацию новое здание для ремонта думпкаров, запустить экологичную электропечь в литейном цехе и издать книгу о РМЗ.

Добавим, Бородинский РМЗ – одно из наиболее оснащенных и перспективных ремонтных предприятий в системе СУЭК. На него возложены задачи по ремонту горнодобывающей и горнотранспортной техники не толь-



ко крупнейшего в России Бородинского разреза имени М.И. Щадова, но и других подразделений компании от Кузбасса до Приморья.

На предприятии освоен выпуск целого спектра инновационного и импортозамещающего оборудования. Предприятие включено в краевую программу импортозамещения до 2020 г., принятую Правительством Красноярского края.

За последние годы Бородинскому РМЗ удалось более чем в 2,5 раза нарастить объем выпуска товарной продукции. Почти на 100 человек увеличена численность трудового коллектива.

*Наша справка.*

АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) – одна из ведущих угледобывающих компаний мира, крупнейший в России производитель угля, крупнейший поставщик угля на внутренний рынок и на экспорт, один из ведущих производителей тепла и электроэнергии в Сибири. Добывающие, перерабатывающие, энергетические, транспортные и сервисные предприятия СУЭК расположены в 11 регионах России. На предприятиях СУЭК работают более 66 000 человек. Основной акционер – Андрей Мельниченко.

## Разрез «Распадский» выполнил годовой план досрочно

В октябре 2018 г. коллектив разреза «Распадский» добыл 3 млн 572 тыс. т при годовом плане 3 млн 100 тыс. т угля. Предприятие выполнило годовой план за 10 мес. При этом в сентябре и октябре удалось добиться рекордных показателей по добыче угля – соответственно 516 и 535 тыс. т.

Разрез «Распадский» добывает уголь марок ГЖ и ГЖО, используемый в металлургии и коксохимическом производстве. Предприятие оснащено современной техникой ведущих мировых производителей. Подготовка к взрывным работам ведется с помощью 6 буровых установок. Уголь и горную массу перевозят 80 самосвалов, на добыче и вскрышных работах задействован 21 экскаватор. Со склада разреза уголь поступает на обогатительную фабрику «Распадская».

На разрезе «Распадский» регулярно обновляется оборудование, внедряются современные цифровые технологии. В феврале 2018 г. приобретены два квадрокоптера и специальное программное обеспечение, которые позволиликратно увеличить скорость проведения маркшейдерских расчетов. В октябре производственный парк пополнился смесительно-зарядной машиной и буровым станком. В ближайшие три месяца на разрез поступят еще один буровой станок, а также производственный комплекс из экскаватора и 5 самосвалов.

Разрез «Распадский» находится под управлением Распадской угольной компании. Угольные запасы разреза составляют более 100 млн т.

**С НОВЫМ ГОДОМ!**

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

## Бородинский разрез досрочно выполнил производственный план 2018 года по добыче угля

**Филиал АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова», входящий в состав Сибирской угольной энергетической компании, досрочно 26 ноября 2018 г. выполнил годовой производственный план по добыче угля, который составлял 19 млн т угля. До конца календарного года предприятие намерено отгрузить потребителям еще свыше 2 млн т твердого топлива.**



*зультата стало возможным благодаря напряженному и плодотворному труду, профессионализму и ответственному отношению к делу всех работников предприятия», – отметил он в поздравитель-*

*ной телеграмме, пожелав горнякам семейного благополучия, безопасной и безаварийной работы, дальнейших успехов в их нелегком труде.*

Тенденция роста на Бородинском разрезе продолжится и в 2019 г.: для этого будет введена в работу дополнительная горная техника – уже монтируется экскаватор ЭКГ-12,5 № 99, вскоре доставят на разрез драглайн ЭШ-10/70. Еще две машины будут выведены из резерва, отремонтированы и модернизированы.

Как подчеркнул генеральный директор АО «СУЭК-Красноярск» **Андрей Федоров**, бородинцы первыми из краевых подразделений компании достигли плановых показателей. «На общий результат успешно работали все участки разреза, а также предприятия – партнеры угольщиков, – пояснил он. – Интенсивный темп набрал вскрышной участок – на текущий момент он отправил в отвалы на 7 млн куб. м породы больше, чем в прошлом году, что обеспечило и «фронт» для бесперебойной добычи угля, и достойный задел на перспективу. Большой вклад в общий результат внесли и сотрудники Бородинского погрузочно-транспортного управления – смежного предприятия промышленного железнодорожного транспорта: они провели масштабную реконструкцию двух ключевых станций, что позволило увеличить их пропускную способность и нарастить объемы перевозок угля. За исправностью горно-транспортного оборудования тщательно следили специалисты Бородинского ремонтно-механического завода».

С трудовой победой бородинцев поздравил заместитель генерального директора – директор по производственным операциям АО «СУЭК» **Владимир Артемьев**. «Достижение такого высокого производственного ре-



## Трудовые отряды СУЭК из Приморья встретились в Москве с руководством СУЭК

**1 ноября 2018 г. в головном офисе АО «СУЭК» в Москве прошла встреча участников трудового отряда СУЭК из п. Новошахтинского Приморского края с заместителями генерального директора АО «СУЭК»: директором по производственным операциям Владимиром Артемьевым и директором по связям и коммуникациям, президентом Фонда «СУЭК-РЕГИОНАМ» Сергеем Григорьевым.**

Шестеро проявивших себя наилучшим образом и в трудовой и в творческой деятельности участников трудовых отрядов СУЭК при поддержке Фонда «СУЭК-РЕГИОНАМ» приехали в Москву в рамках закрытия летнего сезона. На встрече топ-менеджеры СУЭК и лучшие приморские трудотрядовцы обсудили перспективы развития п. Новошахтинского и повышения качества жизни его жителей и планы молодых жителей поселка на взрослую жизнь.

**Инна Тарасова**, ученица 10 класса: «Нам, конечно же, хочется, чтобы наш поселок развивался, чтобы мы приходили работать не только в парке – новом и прекрасном, открытом благодаря СУЭК, но и на другие участки нашего родного Новошахтинского».

Одиннадцатиклассница **Анна Бойко**: «Время работы в трудотрядах – прекрасное время. Мы находили много общих и новых знакомых, развивались, творчески себя показывали. Каждый день ставили перед собой цель, а когда цель есть, то проживать каждый новый день намного интересней. Нам очень радостно проходить мимо парка, по поселковым улицам и видеть плоды своей работы. Хочется, чтобы следующее поколение также работало в этом направлении под крылом СУЭК, чтобы поселок наш процветал».

Руководитель группы, заместитель директора школы № 1 по учебно-воспитательной работе, учитель математики и физики **Светлана Клец**: «Трудовые отряды СУЭК необходимы поселку. Денежно-финансовая часть, бесспорно, один из стимулов. Но как преподаватель скажу, что трудотряды, это – раскрепощение, они учатся разговаривать и без стеснения общаться. Порой приходят дети

совершенно зажатые, а через какое-то время мы видим, какой прогресс идет. Я еще и участник проекта СУЭК «Инновационное мышление». В его рамках ребята создали рекламное представление того, как будет выглядеть поселок в 2078 г., какая будет инфраструктура, зоны для отдыха, жилье. Они так хорошо накреативили, что нам теперь на самом деле есть к чему стремиться».

После беседы и обсуждения планов на образование и работу участников трудотряда **Сергей Григорьев** отметил: «Ваш визит не эпизодический, хочу, чтобы вы оставались частью нашей семьи СУЭК, чтобы была обратная связь. Очень важно, что мы можем от вас, от первоисточника, знать о том, как живет Новошахтинский. СУЭК сможет не только помочь в летнем трудоустройстве и выборе профессии, но и содействовать поступлению в вуз и другим необходимым вещам».

В свою очередь **Владимир Артемьев** пожелал жителям Новошахтинского дальнейшего успешного участия в жизни поселка и предложил приходить на работу на предприятия СУЭК и попробовать свои силы в горняцких инженерных профессиях.

В рамках московской поездки юные новошахтинцы также успели побывать на Красной площади, сходить в Мавзолей, в парк на ВДНХ, погулять по историческим улицам Москвы и посетить театр «Школа современной пьесы».

Проект «Трудовые отряды СУЭК» по обеспечению временной занятости подростков шахтерских городов и районов во время каникул СУЭК реализует с 2005 г. В Приморье проект стартовал в 2013 г.



## Разрез «Восточный» ООО «Читауголь» досрочно выполнил годовой план

*Разрез Восточный ООО «Читауголь», входящий в состав Сибирской угольной энергетической компании, досрочно в середине ноября выполнил годовой производственный план 2018 года в объеме 1 млн 100 тыс. т угля.*



*но и тех, кто на вспомогательных работах. У нас коллектив дружный, и все работают с энтузиазмом».*

Кстати, работают угольщики на новом экскаваторе Komatsu PC-1250, который пополнил парк техники предприятия еще

Подняли на-гора оставшийся до выполнения производственной задачи объем твердого топлива горняки в ночную смену. Утром коллектив предприятия бригаду встречал аплодисментами. Угольщики приехали из забоя с символическим куском угля с надписью «1 100 000». Именно такого показателя – 1 млн 100 тыс. т угля – необходимо было достичь для выполнения годового плана.

В честь этого события на разрезе прошло торжественное собрание, на котором чествовали бригаду. 11 горняков получили благодарственные письма. В их числе и главный диспетчер ООО «Читауголь» **Евгений Иванов**: «Нам выпала честь вывезти тонну угля, которая ознаменовала выполнение годового плана. Это слаженная работа всего коллектива, не только тех, кто на добыче работает,

в начале 2018 года. Нарращивать технические мощности помогает инвестиционная программа СУЭК. Разрез также получил новый 130-тонный БелАЗ, грейдер и несколько единиц вспомогательной техники. Развитие производства, как отмечают горняки предприятия, идет полным ходом.

*«Внедрили смесительно-зарядную машину для механизации буровзрывных работ для зарядки скважин. Постепенно уходим от ручного труда. Пытаемся внедрить автоматизацию в процессы. Сейчас время диктует новые технологии, диктует новую политику подхода к производству. Все движется постепенно в сторону улучшения»,* – рассказал главный технолог ООО «Читауголь» **Денис Ключко**.

К концу 2018 года горняки планируют выполнить объем по добыче в 1 млн 300 тыс. т угля.

## В рамках экологической программы в АО «ММТП» введена в эксплуатацию новая техника

*В Мурманском морском торговом порту приняты в эксплуатацию два универсальных высокопроизводительных трактора Valtra T144A. В комплекте с ними специально по заказу предприятия изготовлены и поставлены две цистерны «Merprozet» PN-1/12A – каждая объемом 12 куб. м.*

Главное назначение новой техники – орошение штабелей специальным составом, изготовленным на основе целлюлозы. Он позволяет покрывать сыпучие материалы специальной коркой, которая препятствует ветровой эрозии. С помощью новой техники орошение достигает дальности 60 м.

*«Благодаря новой технике будет производиться орошение штабелей с сыпучими грузами специальным составом с добавлением поверхностных активных веществ (ПАВ). Их состав был разработан специально по заказу Мурманского морского торгового порта и предназначен для эксплуатации в том числе при низких температурах»,* – сказал технический директор АО «ММТП» **Евгений Гуляев**.

Еще одна отличительная черта новой техники – ее многофункциональность. Цистерны – это один из трех вариантов навесного оборудования, поставленного в порт. На производственной площадке также будут использоваться отвал и подметальная щетка.

*«Цистерны – это уникальная техника, также сделанная специально по заказу АО «Мур-*

*манский морской торговый порт» отечественными производителями. Они оснащены лафетным стволом, высокопроизводительным компрессором, а на заполнение емкости требуется всего пять минут»,* – пояснил технический директор ООО «РегионКомплект» **Игорь Говорков**.

Приобретение новой техники и внедрение новых технологических решений являются частью масштабной экологической программы АО «ММТП», разработанной на основе лучшего мирового опыта. Ее общая стоимость составляет около 3 млрд руб.



# Энергетическая модель самовозгорания углепородных отвалов

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-86-91>

## **АЛИЕВ Самат Бикитаевич**

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

## **ЗАХАРОВ Валерий Николаевич**

*Доктор техн. наук,  
профессор, член-корр. РАН,  
директор ИПКОН РАН,  
111020, г. Москва, Россия,  
e-mail: dir\_ipkonran@mail.ru*

## **КЕНЖИН Болат Маулетович**

*Доктор техн. наук, профессор,  
ТОО «Eskolit»,  
100019, г. Караганда,  
Республика Казахстан,  
e-mail: kbmzk@mail.ru*

## **СМИРНОВ Юрий Михайлович**

*Доктор техн. наук, профессор,  
заведующий кафедрой физики  
Карагандинского государственного  
технического университета,  
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,  
e-mail: smirnov\_y\_m@mail.ru*

*Сформулирована рабочая гипотеза инициирования возгорания углепородного отвала при его формировании и длительном хранении. Разработаны физическая и математическая модели процессов, происходящих при отбойке горной массы и формировании отвалов. Установлены основные параметры и показатели, влияющие на степень самовозгораемости отвалов, приведен алгоритм расчета. Сформулированы две основные задачи, решение которых обеспечивают условия безопасности при хранении отвалов. Разработаны алгоритмы их решения с использованием конкретных начальных условий. Установлен алгоритм процедур исследования математических моделей.*

**Ключевые слова:** самовозгорание, углепородный отвал, хранение, модель, степень самовозгораемости, алгоритм расчета, исходные данные, выходные показатели.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящая публикация осуществлена в рамках подпроекта «Коммерциализация энергосберегающих технологий производства газостекло- и пеностеклобетон», финансируемого в рамках проекта «Стимулирование продуктивных инноваций», поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан. Основные выводы

и рекомендации могут не отражать официальной позиции Всемирного Банка и Правительства Республики Казахстан.

В основе исследований самовозгорания углепородных массивов при проведении открытых горных работ лежат физико-химические предпосылки, обусловленные степенью проникновения кислорода в массив [1, 2, 3, 4, 5, 6]. При этом не рассматриваются энергетические показатели отбойки полезного ископаемого и процессов формирования геометрии отвала. Предлагаемые исследования основаны на рабочей гипотезе о том, что затраченная на разрушение угольного пласта энергия тратится на его измельчение и сообщение фрагментам разрушения дополнительного запаса внутренней энергии, которая инициирует возгорание массы при ее длительном хранении и взаимодействии с кислородом воздуха.

## **ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ**

Физическая модель инициирования и формирования предпосылок к самовозгоранию углепородных отвалов на открытых горных работах может быть разработана на основе анализа преобразования энергии в процессах от разрушения вскрышных и углесодержащих пластов до их складирования и хранения (рис. 1).

Процесс начинается от разрушения пластов, при котором в пласт закачивается энергия, позволяющая разрушить силы молекулярного сцепления внутри вещества, а также внешние силы между различными веществами, слагающими пласты. При проведении открытых горных работ это энергия взрыва, однако могут быть и другие виды.

Потребленная энергия расходуется на механическую работу разрушения, а также остаточную тепловую энергию разрушенных фрагментов, не получившую реализацию при разрушении. Перераспределение между этими частями зависит от вида пород и полезного ископаемого, условий их залегания, свойств и состояния окружающей среды.

В дальнейшем величина механической работы определяет степень разрыхляемости материала и параметры разлета фрагментов от эпицентра разрушения. Остаточная тепловая энергия формирует внутри фрагментов величину и перераспределение внутренней энергии. Такое преобразование определяется величиной энергоемкости разрушения пород, их теплоемкостью, теплоотдачей и тепловыделением. Следует также отметить, что степень неоднородности массива требует использования удельных величин этих показателей, то есть отнесенных либо к величине массы, либо к величине объема. Перераспределение внутренней энергии фрагментов характеризуется также прочностью слагаемых пород, поскольку оно зависит от кинетической энергии движения молекул и потенциальной энергии внутренних сил между ними.



Образовавшиеся фракции и форма разлета определяют технологию отвалообразования и непосредственно форму отвалов. При этом используются критерии логистики при транспортировке, экономические, экологические и социальные рекомендации. Следует также отметить, что величина отвалообразующей массы, ее качественный и гранулометрический составы, а также форма в значительной степени влияют на степень воспламеняемости угольных фрагментов и возгорания отвала в целом. Остаточная внутренняя энергия, основную часть которой составляет тепловая, становится основой для формирования критической температуры массива отвала, при которой происходит интенсивная реакция с кислородом, высвобождение накопившейся тепловой энергии и появляются предпосылки к самовозгоранию.

Естественная форма отвала определяется, в значительной мере, фракционным составом фрагментов, их физико-механическими показателями и состоянием окружающей среды [7, 8, 9]. Однако зачастую принимаемая форма провоцирует процесс самовозгорания из-за наличия свободного доступа кислорода вглубь массива. В связи с этим необходимо формировать искусственное отвалообразование. Технология этого процесса должна быть направлена на минимизацию площади отвала при минимальной его высоте. Такое формирование отвала определяет его критическую массу, которая также является инициатором возгорания.

Приведенная физическая модель определяет не только основные этапы преобразования энергии при формировании углепородных отвалов, но и основные критерии, способствующие возникновению самовозгорания. Это, в первую очередь, критическая масса  $M_{кр.}$ , оптимальная форма  $\Phi_{опт.}$  и критическая температура. Параметры и показатели, определяющие эти величины, для различных условий залегания различны, что говорит о различных численных значениях отмеченных критериев.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ**

Для унификации процесса проектирования и формирования отвала необходима разработка основных расчетных номограмм и диаграмм, позволяющих производить выбор оптимальных значений для каждого конкретного месторождения. Это возможно только при составлении и исследовании математической модели процесса самовозгорания углепородного отвала [11-14].

Модель составляется на основе физической модели и представляет собой систему уравнений, описывающих каждую из переходных фаз преобразования энергии с установлением взаимосвязи параметров и показателей. В основе уравнений использованы основные законы механики и термодинамики.

При прохождении первой фазы механическая энергия разрушения пласта [A] расходуется на энергию непосредственно разрушения внутренних связей веществ, слагающих пласт,  $A_{раз.}$ , сообщение фрагментам кинетической энергии для их разлета  $A_{мех.}$ , запасение остаточной тепловой внутренней энергии фрагментов  $\Delta Q$ :

$$[A] = A_{раз.} + A_{мех.} + \Delta Q, \tag{1}$$

где:  $A_{раз.}$  – энергия внутренних связей веществ, слагающих пласт;  $A_{мех.}$  – работа, затраченная на разлет фрагментов и формирование зоны разлета;  $\Delta Q$  – остаточная тепловая энергия фрагментов разлета.



Рис. 1. Физическая модель формирования предпосылок к самовозгоранию углепородных отвалов на открытых разработках

Fig. 1. Physical model of the formation of the prerequisites for spontaneous combustion of carbonaceous dumps on surface mining

В учебной и научно-технической литературе необходима энергия разрушения определяется энергоемкостью разрушения:

$$A_{раз.} = [G] * V, \tag{2}$$

где: [G] – удельная энергоемкость разрушения, Дж/м<sup>3</sup>; V – разрушенный объем.

Для практического использования выражения (2) необходимо знать качественный и количественный состав пород, слагающих углепородный массив, а также объемы отбитого материала. Тогда выражение (2) примет вид:

$$A_{раз.} = \sum_{k=1}^n [G_k] \cdot V_k \cdot K_k, \tag{3}$$

где: [G<sub>k</sub>] – удельная энергоемкость разрушения каждого компонента пласта; V<sub>k</sub> – объем, занимаемый им в массиве; K<sub>k</sub> – коэффициент, определяющий процентное содержание компонента в пласте.

Энергия разлета фрагментов во многом является субъективным фактором и на сегодняшний день не может быть описана математически. Однако физическое представление процесса может быть описано формулой:

$$A_{мех.} = M g [R], \tag{4}$$

где: M – взорванная масса массива; g – ускорение свободного падения; [R] – средняя длина разлета фрагментов.

Имея в виду, что

$$M = \sum_{k=1}^n m_k = \sum_{k=1}^n V_k \cdot \rho_k \cdot K_k, \tag{5}$$

где  $\rho_k$  – плотность вещества каждого фрагмента, получим:

$$A_{\text{мех.}} = g \sum_{k=1}^n V_k \cdot \rho_k \cdot K_k \quad (6)$$

Остаточная тепловая энергия фрагментов разлета обусловлена приведенным количеством теплоты, которую получает соответствующая система. Эта величина определяется теплоемкостью вещества:

$$\Delta Q = \Delta T \sum_{k=1}^n C_k \cdot V_k \cdot \rho_k \cdot K_k \quad (7)$$

где:  $\Delta T$  – разность температур взрыва и критической, при которой происходит самовозгорание отвала;  $C_k$  – удельная теплоемкость вещества фрагмента массива.

Таким образом, получены выражения, определяющие физический процесс преобразования энергии от разрушения углеродного массива до складирования отвала. В результате может быть получено выражение:

$$[A] = \sum_{k=1}^n V_k \times \times K_k \left\{ \sum_{k=1}^n [Q_n] + gR \sum_{k=1}^n \rho_k + (T_{\text{взр.}} - T_{\text{кр.}}) \times \sum_{k=1}^n C_k \rho_k \right\} \quad (8)$$

На этапе формирования отвала вступает в термодинамический процесс фаза взаимодействия разрушенной массы с кислородом окружающей среды. Этот процесс подробно рассмотрен в работе Д.М. Захаренко [14]. В ней представлены теоретические основы формирования и протекания процесса самовозгорания бурого угля с учетом тепловыделения от химических реакций окисления. При этом установлена и исследована зависимость:

$$Q_o = U \cdot q_o \quad (9)$$

где:  $U$  – скорость химической реакции окисления;  $q_o$  – тепловой эффект реакции.

Исходя из теории Аррениуса, в работе рекомендована также зависимость:

$$U = A_c^{nc} \cdot A_{O_2}^{nO_2} e^{-E_{ox}/RT} \quad (10)$$

где:  $A_c$  и  $A_o$  – соответственно концентрации составляющих угля и кислорода, способных вступить в химические реакции;  $E_{ox}$  – энергия активации реакции окисления;  $n$  – порядок окисления, принимаемый для угля – 0, для кислорода – 1.

С учетом этого величина тепловой энергии, поступающей в отвал от окисления, равна:

$$U = A_c^{nc} \cdot A_{O_2}^{nO_2} e^{-E_{ox}/RT} \quad (11)$$

При введении этой составляющей в модель формирования тепловой энергии получим:

$$[A] = \sum_{k=1}^n V_k \cdot K_k \left\{ \sum_{k=1}^n [Q_n] + gR \sum_{k=1}^n \rho_k + (T_{\text{взр.}} - T_{\text{кр.}}) \times \sum_{k=1}^n C_k \rho_k \right\} + q_o A_{O_2} e^{-E_{ox}/RT_{кр.}} \quad (12)$$

Полученное выражение определяет математическую модель преобразования энергии рассматриваемого процесса.

Реализация модели может основываться на следующих исходных данных: количественный и качественный состав разрабатываемого массива ( $V_k, K_k$ ), удельная энергоемкость разрушения [ $G_k$ ], средняя длина разлета фрагментов [ $R$ ], физические показатели веществ массива ( $\rho_k, C_k$ ), а также параметры взрывания ( $[A]$  и  $T_{\text{взр.}}$ ) и характеристики химического взаимодействия с кислородом воздуха ( $q_o, A_{o_2}, E_{ox}$ ). В результате решения модели устанавливаются критическая масса  $M_{\text{кр.}}$  и температура  $T_{\text{кр.}}$ , а также оптимальная форма отвала.

Основной особенностью модели является наличие большого количества параметров и показателей либо задаваемых априори, либо определяемых экспериментально для рассматриваемого условия разработки ископаемого. Это касается как условий залегания углеродных пластов, их качественных и количественных характеристик, так и технологических схем взрывания, разработки взорванной массы, формирования отвалов. Эти показатели должны быть установлены в качестве исходных данных при реализации модели.

**Реализация модели основывается на выполнении следующих этапов:**

1. Выбор и назначение исходных данных, касающихся технологии транспортировки, хранения полезного ископаемого и сопутствующих пород, энергетических и экономических показателей;
2. Алгоритм расчета параметров и выходных показателей разработки на основании требований к технологическим процессам с точки зрения экологии, энергосбережения и охраны окружающей среды;
3. Выбор математического инструмента проведения расчетов и методов его использования, позволяющего варьировать в широких пределах внутренние параметры модели, выявлять их взаимосвязь, производить анализ и сравнение вариантов, устанавливать выходные показатели процессов;
4. Назначение критериев оценки результатов решения, соответствующих основным технологическим и эксплуатационным требованиям, в зависимости от набора исходных данных и устанавливаемых выходных показателей;
5. Непосредственно решение математической модели, анализ и оптимизация принимаемых решений и рекомендаций с учетом выбранных критериев оценки.

**В СВЕТЕ ОТМЕЧЕННЫХ ПУНКТОВ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОИЗВОДЯТСЯ В СЛЕДУЮЩЕЙ ПОСТАНОВКЕ**

Исходными данными для углеродного массива месторождения являются качественный и количественный состав, а также параметры взрывных работ.

В зависимости от набора выходных показателей и их взаимосвязи с параметрами технологического процесса могут быть произведены решения двух основных задач.

**Прямая задача:** при заданных качественных и количественных показателях углеродного массива и по заданным параметрам взрывания определить параметры складирования взорванной массы.

**Обратная задача:** при заданных качественных и количественных показателях углеродного массива и параметрах складирования взорванной массы определить параметры взрывания.

С учетом этого разработаны два алгоритма расчета параметров технологического процесса (рис. 2, 3).

При решении  $G_k$  первой (прямой) задачи по заданным величинам вычисляется величина  $V_k, K_k, [L_k]$  вычисляется величина энергии, необходимой для разрушения планируемого объема углеродного массива  $A_{\text{раз}}$ , зависимость (2). С использованием выражения (6), а также величин  $\rho_k$  и  $[R]$  устанавливается величина энергии, необходимой для достижения заданной степени разрыхления массива, достаточной для выемки и складирования  $A_{\text{мех.}}$ . Остаточная

тепловая энергия во фрагментах массива определится выражением (7) с использованием задаваемых величин  $\Delta T$  и  $C_k$ .

После суммирования результатов этих вычислений определяется величина общих затрат энергии, реализованной при взрыве массива  $[A]$ , выражение (8). Далее производится сравнение этой величины с затраченной энергией на разрушение массива  $A_{\text{взр.}}$ . При  $[A] \leq A_{\text{взр.}}$  определяются критическая масса взрываемой массы массива  $M_k$  и критическая температура  $T_{\text{кр.}}$ . Установленные показатели принимаются в качестве исходных для определения рациональной формы отвала. В качестве контроля принятого решения используется выражение (12). При  $[A] > A_{\text{взр.}}$  вносятся коррективы в исходные данные и внутренние параметры процессов.

Решение второй (обратной) задачи производится в последовательности, обратной первой задаче. Исходя из условий залегания полезного ископаемого и специфических требований к складированию назначаются параметры отвала – его критическая масса и форма. С соблюдением приведенной выше последовательности определяются параметры взрыва  $[A]$  и  $T_{\text{взр.}}$ , соблюдение которых обеспечивает реализацию технологического цикла. Соответственно, при несоблюдении условий  $[A] \leq A_{\text{взр.}}$  и  $T_{\text{кр.}} \leq T_{\text{св}}$  вводятся коррективы в исходные данные, и алгоритм расчета повторяется.

Для реализации описанных алгоритмов расчета параметров выбирается соответствующий математический инструмент. На сегодняшний день существует множество методов компьютерных расчетов инженерных задач, в том числе и для горнодобывающей промышленности. Они в той или иной степени позволяют не только произвести решение поставленных задач, но и проанализировать полученный результат, произвести сопоставление вариантов и получить оптимальный результат. На основании анализа возможностей этих программ для исследований выбрана лицензионная прикладная программа ANSYS.

**ПРОГРАММА ANSYS**

Программа позволяет производить имитационное моделирование физических процессов в механических системах, основных закономерностей взаимодействия их основных элементов. При ее использовании представляется возможность проводить теоретические исследования процессов с наглядным представлением результатов. Это позволяет без про-

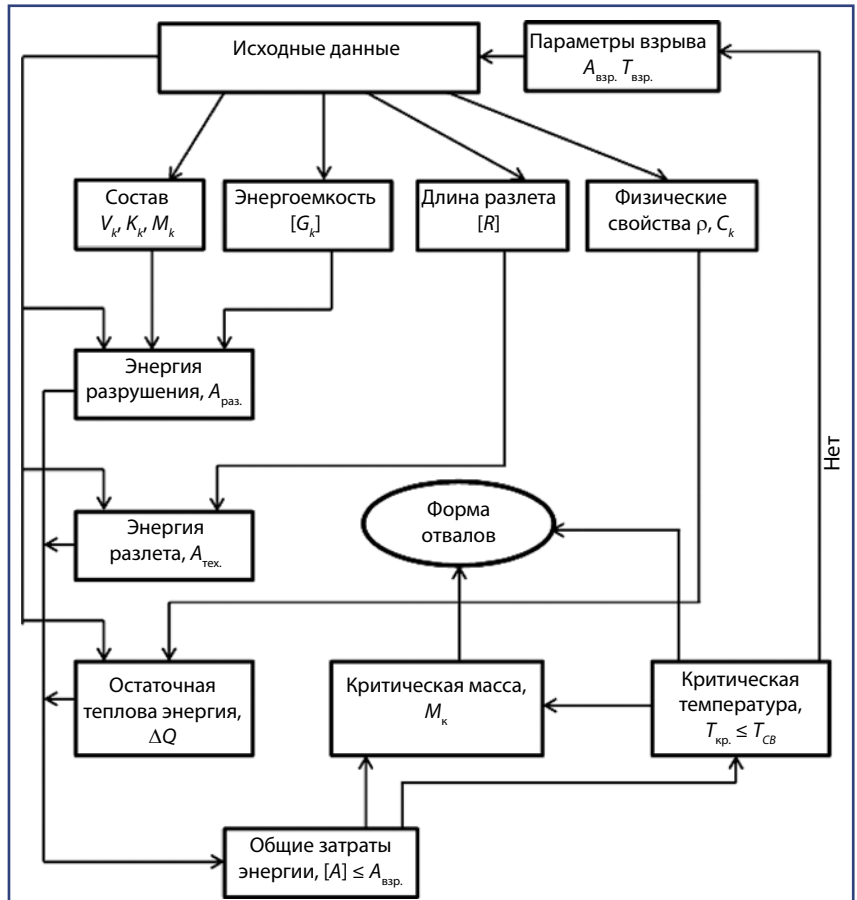


Рис. 2. Алгоритм решения прямой задачи  
Fig. 2. Algorithm for solving a direct problem

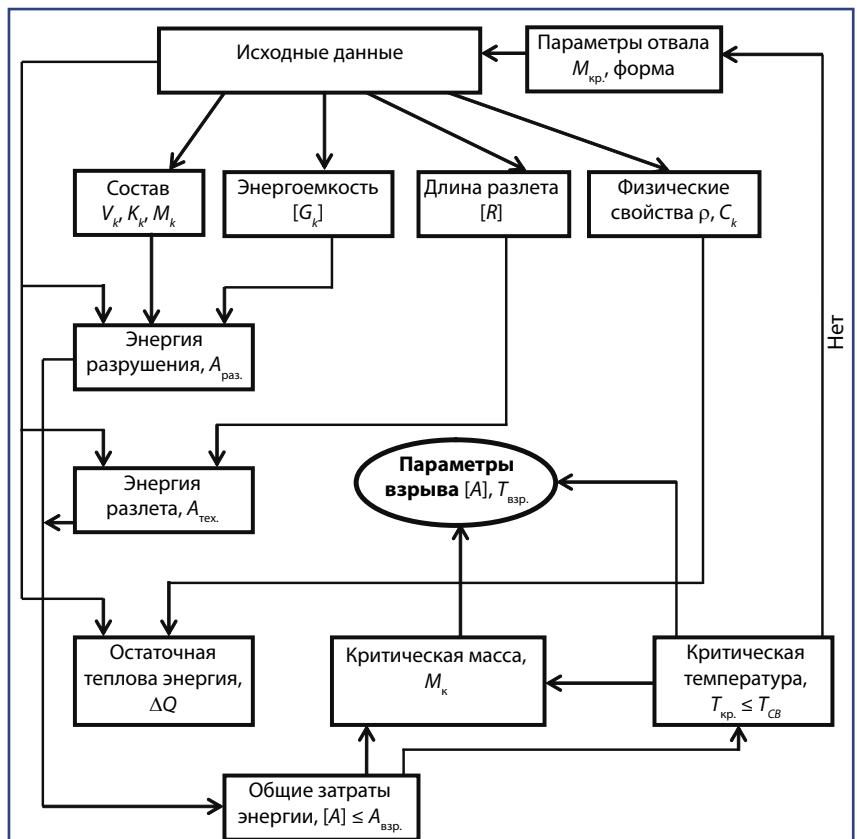


Рис. 3. Алгоритм решения обратной задачи  
Fig. 3. Algorithm for solving the inverse problem

ведения дорогостоящих экспериментов определять оптимальные величины внутренних параметров систем и их выходных показателей.

Поскольку исследуемый процесс разрушения углеродного массива и формирования отвала относится к весьма дорогостоящему виду технологических процессов горного производства, использование программы ANSYS выглядит вполне оправданным и целесообразным.

Программа отличается широкими возможностями, в том числе: прочностной, тепловой, магнитной, гидравлической, термомеханической и смешанной виды расчета; твердотельное моделирование; процессорная обработка результатов моделирования; графическая интерпретация; сравнение и выбор вариантов.

**Особенности работы программы ANSYS:** с использованием препроцессора в базу записываются данные о математической модели, а именно, поэлементное разбиение операций, исходные данные, требования к сопоставлению результатов промежуточных вычислений, критерии сравнения и т.д. Результаты промежуточных вычислений, анализа и сравнения по мере появления также вводятся в базу процессора. При этом сохраняется возможность выбора конечных элементов, корректировки твердотельных моделей и их разбиения на элементы, граничных условий. Для дальнейшего использования модели задаются тип и параметры анализа полученных результатов и специфические опции исследуемого процесса. В конкретном случае это перебор и сравнение энергетических параметров, температурных и тепловых показателей, установление степени их соответствия с исходными данными и технологическими требованиями, выявление их оптимальных величин. Это дает возможность выбора уравнений из математической модели и, если это необходимо, их корректировки.

Фаза постпроцессорной обработки предназначена для выполнения операций с результатами, полученными в процессе решения. Результаты могут быть получены в графическом виде или в табличной форме. Программа располагает также подсистемой геометрического моделирования, которая воссоздает особенности геометрии исследуемых систем и их элементов, позволяя корректировать ее для перебора вариантов и их оптимизации.

Следующим этапом является разбиение модели конечно-элементной сеткой. Каждый элемент при этом представляется пространственной конструкцией с соответствующими начальными и конечными условиями. Для этого используется элемент SOLID-95, включающий двадцать узлов, имеющих по три степени свободы относительно узловой системы координат. Элемент способен описывать модели с произвольными границами и позволяет устанавливать свойства элемента с механической, энергетической, тепловой, термодинамической точек зрения. При этом соблюдается максимальная степень точности по отношению к математической модели.

Для исследования модели массива использован оболочный элемент SHELL-93, для модели нарушения пласта – SHELL-163, которые позволяют проводить исследование по описанной схеме.

С использованием описанной последовательности определяется зона концентрации максимальных механических энергетических, тепловых и термодинамических

показателей с выделением узла, имеющего эти значения, близкие к критическим (критический узел). Применительно к нему и строится объемная модель для ее дальнейшего исследования.

Подобная методика выделения и построения узлов массива на основе твердотельного моделирования позволяет учесть нелинейности математической модели, наличия нарушений в углеродном массиве и устанавливает картину распределения внутренних параметров модели, близкую к реальной. При построении конечно-элементной сетки модели учитывались также особенности физической модели процесса, а именно:

- в зонах возрастания термодинамических показателей устанавливается более мелкая сетка в сравнении со стандартной;
- при возрастании нелинейности сетка строится с учетом провоцирования и появления экстремума, возможности увеличения числа точек интегрирования и, как следствие, использования возможности сравнения и анализа результатов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с принятой методикой разработан алгоритм процедур расчета и исследования математической модели. Он заключается в следующем:

1. Определение энергетических затрат на каждом этапе технологического процесса;
2. Установление параметров, оказывающих определяющее влияние на формирование тепловой энергии в углеродном отвале;
3. Получение взаимопределяющих зависимостей между параметрами, формирующими уровень тепловой энергии;
4. Установление зависимостей величин и соотношение параметров на формирование критических величин и массы отвала и температуры;
5. Анализ зависимостей критических величин массы и температуры от величины исходных данных и их соотношения;
6. Разработка рекомендаций по формированию геометрии отвала и параметров взрыва.

## Список литературы

1. Горынская Ф.А., Смирнова О.С., Никонов Р.А. Прогноз самовозгорания углей угольного пласта 19 поля шахты «Распадская» Кузнецкого бассейна // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 1. С. 281-287.
2. Брагина П.С. Самовозгорание угольных отвалов в Кемеровской области // Вестник Кузбасской государственной педагогической академии. 2013. № 4. С. 57-64.
3. Васильева И.В. Геологические факторы влияния на возникновение эндогенных пожаров в угольных шахтах // Сборник научных трудов УкрГГРИ. 2016. № 4. С. 64-69.
4. Булгаков Ю., Костенко В., Завьялова Е. Синергетические процессы при формировании очагов самонагрева в деформированном угольном пласте. Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2012.
5. Miron Yael, Smith Alex C., Lazzara Charles P. Sealed flask test for evaluating the self-heating tendencies of coals // Rept Invest./ Bur. Mines US Dep. Inter. 1990. N 9390. Pp. 1-18.
6. Амосов А.П., Сежарскш Б.С. Тепловая теория воспламенения и горения. Куйбышев: Куйбышевский политехнический институт, 1989. 86 с.

7. Rfdioglu Y., Varamaz V. The effect of moisture content and air-drying on spontaneous combustion characteristics of two Turkish lignites // *Fuel* 2003. Vol. 82. Pp. 1685-1693.

8. Bo-tao Q., Lei-lin Z., De-ming W., Qin X. The characteristic of explosion under mine gas and spontaneous combustion coupling / The 6th International Conference on Mining Science & Technology // *Procedia Earth and Planetary Science*. 2009. Vol. 1. Pp. 186–192.

9. Бородкин А.Н., Молчадский И.С., Шамонин В.Г. Воспламенение горючих твердых тел в начальной стадии пожара. Пиролиз при радиационном нагреве // *Пожарная безопасность*. 2000. № 1. С. 88-103.

10. Луговцова Н.Ю., Портола В.А. Влияние предварительно охлажденного угля на развитие процесса самовозгорания // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 6.

11. Gavalas G.R., Cheong P.H., Jain R. Model of coal pyrolysis. 1. Qualitative development // *Industr. Eng. Chem. Fundam.* 1981. Vol. 20, N 2. Pp. 113-122.

12. Глузберг Е.И. Теоретические основы прогноза и профилактики шахтных эндогенных пожаров. М.: Недра, 1986. 161 с.

13. Дубич В.В., Быков В.И. Математическое моделирование пожаровзрывобезопасности потоков угольной пыли // *Проблемы информатизации региона: труды Четвертой всероссийской конференции*. Красноярск: Диалог-Сибирь, 1998. С. 557.

14. Захаренко Д.М. Особенности развития теплофизических процессов самовозгорания и взрыва пыли бурых углей: дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2001. 137 с.

## MINERALS RESOURCES

UDC 622.693.26:622.271.45:622.822.22 © S.B. Aliev, V.N. Zakharov, B.M. Kenzhin, Yu.M. Smirnov, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 86-91

## Title

## ENERGY MODEL OF COAL WASTE HEAP SPONTANEOUS COMBUSTION

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-86-91>

## Authors

Aliev S.B.<sup>1</sup>, Zakharov V.N.<sup>1</sup>, Kenzhin B.M.<sup>2</sup>, Smirnov Yu.M.<sup>3</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> "Eskolit" LLC, Karaganda, 100019, Republic of Kazakhstan

<sup>3</sup> Karaganda State Technical University, Karaganda, 100024, Republic of Kazakhstan

## Authors' Information

**Aliev S.B.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Senior Researcher, tel.: +7 (495) 360-89-60, e-mail: alsamat@gmail.com

**Zakharov V.N.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Director, e-mail: dir\_ipkonran@mail.ru

**Kenzhin B.M.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: kbmzk@mail.ru

**Smirnov Yu.M.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of physics, e-mail: smirnov\_y\_m@mail.ru

## Abstract

The paper formulates the working hypothesis of initiating of a coal waste heap combustion during its formation and long-term storage. It has developed physical and mathematical models of the processes taking place during the breaking of the rock mass and waste heap formation. It set up the main parameters and indicators affecting the degree of the waste heap spontaneous combustion, it results the calculation algorithm. The article formulated two main tasks, the solution of which provides safety conditions for the waste heap storage. It developed algorithms of their solution using specific initial conditions. It sets up the algorithm of procedures for study of mathematical models.

## Keywords

Spontaneous combustion, Coal waste heap, Storage, Model, Self-ignition degree, Calculation algorithm, Input data, Output indicators

## References

- Gorynskaya F.A., Smirnova O.S. & Nikonov R.A. Prognoz samovozgoraniya ugley ugol'nogo plasta 19 polya shakhty "Raspadskaya" Kuznetskogo basseyna [Forecast of spontaneous combustion of the coal seam of 19 field at the "Raspadskaya" mine of the Kuznetsk basin]. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' – Mining Information and Analytical Bulletin*, 2016, No. 1, pp. 281-287.
- Bragina P.S. Samovozgoraniye ugol'nykh otvalov v Kemerovskoy oblasti [Spontaneous combustion of coal waste heaps in the Kemerovo region]. *Vestnik Kuzbasskoy gosudarstvennoy pedagogicheskoy akademii – Bulletin of the Kuzbass State Pedagogical Academy*, 2013, No. 4, pp. 57-64.
- Vasilieva I.V. Geologicheskiye faktory vliyaniya na vozniknoveniye endogennykh pozharov v ugol'nykh shakhtakh [Geological factors of influence on the occurrence of endogenous fires in coal mines]. *Sbornik nauchnykh trudov*

*UkrGGRI – Collection of scientific works of the UkrGGRI*, 2016, No. 4, pp. 64-69.

4. Bulgakov Yu., Kostenko V. & Zavyalova E. *Sinergeticheskiye protsessy pri formirovaniy ochagov samonagrevaniya v deformirovannom ugol'nom plaste* [Synergistic processes during formation of self-heating places in a deformed coal seam]. Donetsk, Donetsk National Technical University Publ., 2012.

5. Miron Yael, Smith Alex C., Lazzara Charles P. Sealed flask test for evaluating the self-heating tendencies of coals. *Rept Invest. Bur. Mines US Dep. Inter*, 1990, No. 9390, pp. 1-18.

6. Amosov A.P. & Sezhyarsksh B.S. *Teplovaya teoriya vosplamneniya i goreniya* [Thermal theory of ignition and burning]. Kuybyshev, Kuibyshev Technological Institute Publ., 1989, 86 p.

7. Rfdioglu Y. & Varamaz V. The effect of moisture content and air-drying on spontaneous combustion characteristics of two Turkish lignites. *Fuel*, 2003, Vol. 82, pp. 1685-1693.

8. Bo-tao Q., Lei-lin Z., De-ming W. & Qin X. The characteristic of explosion under mine gas and spontaneous combustion coupling. The 6th International Conference on Mining Science & Technology. *Procedia Earth and Planetary Science*, 2009, Vol. 1, pp. 186–192.

9. Borodkin A.N., Molchadsky I.S. & Shamonin V.G. Vosplamneniye goryuchikh tverdykh tel v nachal'noy stadii pozhara. Piroлиз pri radiatsionnom nagreve [Ignition of combustible solids in the initial stage of a fire. Pyrolysis with radiation heating]. *Pozharnaya bezopasnost' – Fire safety*, 2000, No. 1, pp. 88-103.

10. Lugovtsova N.Yu. & Portola V.A. Vliyaniye predvaritel'no okhlazhdenogo uglya na razvitiye protsessa samovozgoraniya [Pre-cooled coal impact on spontaneous combustion process development]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*, 2013, No. 6.

11. Gavalas G.R., Cheong P.H. & Jain R. Model of coal pyrolysis. 1. Qualitative development. *Industr. Eng. Chem. Fundam.*, 1981, Vol. 20, No. 2, pp. 113-122.

12. Gluzberg E.I. *Teoreticheskiye osnovy prognoza i profilaktiki shakhtnykh endogennykh pozharov* [Theoretical bases of the forecast and prevention of mine endogenous fires]. Moscow, Nedra Publ., 1986, 161 p.

13. Dubich V.V. & Bykov V.I. *Matematicheskoye modelirovaniye pozharovzryvobezopasnosti potokov ugol'noy pyli* [Mathematical modeling of fire and explosion safety of coal dust flows]. Problems of the region informatization: Proceedings of the 4-th All-Russia Conference. Krasnoyarsk, Dialogue-Siberia Publ., 1998, p. 557.

14. Zakharenko D.M. *Osobennosti razvitiya teplofizicheskikh protsessov samovozgoraniya i vzryva pyli burykh ugley*. Dis. kand. tekhn. nauk [Features of development of thermophysical processes of spontaneous combustion and dust explosion of brown coals. PhD (Engineering) diss.]. Krasnoyarsk, 2001, 137 p.

# Полукоксование низкозольного коксующегося угля и специальные минеральные добавки, применяемые непосредственно на углеобогащательной фабрике для повышения качества кокса

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-92-97>



**КОЗЛОВ Вадим Анатольевич**  
Канд. техн. наук, доцент,  
главный технолог компании  
«Коралайна Инжиниринг»,  
105005, г. Москва, Россия,  
e-mail: vak@coralina.ru



**ГАРБЕР Владимир**  
Доктор техн. наук,  
директор компании  
FTT-Ing.-Büro Feuerungs  
und Trocknungstechnologien  
(технологии горения и сушки),  
г. Дюссельдорф, Германия,  
e-mail: dr.w.garber@gmx.de

В связи с дефицитом коксующихся углей в Российской Федерации планируется вовлекать в разработку труднодоступные в транспортном отношении месторождения угля. Исследования качественных характеристик коксующегося угля спекающих марок на некоторых новых крупных месторождениях выявили существенное ограничение их доли участия в шихте для коксования. Эти ограничения связаны с химическим составом и степенью метаморфизма угольного вещества. С одной стороны, имеются запасы таких коксующихся углей, исчисляемые миллиардами тонн, с другой стороны, имеются значительные ограничения в доли их использования в процессе коксования.

Проектно-конструкторская компания «Коралайна Инжиниринг» (Россия) со своим партнером – компанией Ing. Büro FTT (Германия) разработали способы физико-химического и термического преобразования концентратов из таких

углей с целью улучшения качества и увеличения объема сбыта продукции углеобогащательных фабрик. Способ физико-химического изменения состава угля основан на присоединении к низкозольному концентрату специальных минеральных добавок. Термический способ предполагает процесс полукоксования, в результате которого снижается содержание летучих веществ в угле до требуемых значений. Смесь концентрата спекающегося угля с полукоксом из этого же угля значительно улучшит такие показатели, как CRI и CSR в коксе, получаемом на коксохимических заводах. Это увеличит долю компонента в шихте для коксования и выпуск продукции углеобогащательной фабрикой, что особенно актуально для переработки углей с первоначально неблагоприятными физико-химическими характеристиками.

**Ключевые слова:** обогащение угля, стадия метаморфизма угля, коксуетость угля, шихта для коксования, полукокс, зольность, выход летучих веществ, влага, сушка кипящего слоя

## ВВЕДЕНИЕ

Определяющим условием для получения качественного кокса является подбор компонентов угольной шихты перед коксованием. Шихта составляется из углей различных марок, доля которых и определяет их востребованность на рынке кокса. В работе [1] предлагается при подготовке шихты пользоваться комплексными показателями ценности углей, входящих в шихту. Показатели технологической ценности углей рассчитываются на основе прочности кокса  $M_{25}$ ,  $M_{40}$  и  $M_{10}$  [2], реакционной способности кокса CRI и прочности кокса после его реакции с двуокисью углерода CSR [3, 4]. Учитываются также петрографические характеристики углей: показатель отражения витринита  $R_{o,r}$ , содержание спекающих компонентов СК, выход летучих веществ  $V^{daf}$ , толщина пластического слоя  $u$ , зольность шихты  $A_{sh}^d$  и химический состав золы. По химическому составу золы вычисляется основность золы  $I_o$  как отношение содержаний основных и кислых оксидов в золе шихты. Основность золы тесно связана с показателями CRI и CSR.

Технологическая ценность углей определяется отклонениями их характеристик от значения показателя эталонной шихты. Например, эталонная шихта из углей Куз-

нецкого бассейна будет следующего состава по маркам [1]: Ж – 30%, ГЖ – 9%, К – 18%, КО – 17% и КС – 26%. Эта шихта имеет значения:  $R_{or} = 1,158$ ;  $S_R = 0,192\%$ ;  $V_t = 66\%$ ;  $V^{daf} = 26,5\%$ ;  $y = 18$  мм и др.

Из базовой эталонной шихты получают в узкокамерных печах при периоде коксования 17 часов кокс с показателями  $M_{25} > 89$ ;  $M_{10} < 7,5$ ;  $CSR > 60$  и  $CRI < 30$ , при мокром тушении кокса. При этом итоговые значения показателей CSR и CRI кокса имеют большое влияние на уровень закупочной цены угольных концентратов, являющихся компонентами этой шихты.

Во многих исследовательских работах отмечается, что показатели CRI и CSR сильно зависят от величины «индекса основности», расчет которого индийская фирма Tata Steel предлагает производить по следующей формуле [5, 6]:

$$I_o = 100 \cdot A_{ш}^d \cdot I_o / (100 - V^{daf}) = A_{к}^d \cdot I_o, \% \quad (1)$$

где:  $A_{к}^d$  – приведенная зольность кокса;  $I_o$  – основность золы.

Для получения качественного кокса с  $CSR > 65\%$  необходимо чтобы шихта имела индекс основности  $I_o < 2,5\%$  ( $I_o = 0,115$ ).

В работе [7] приводится удельный вес основных марок углей в структуре шихты, используемой при производстве кокса на коксохимических заводах России (см. таблицу).

В последние годы в коксохимической отрасли наблюдается дефицит углей спекающихся марок ГЖ, Ж, КЖ. В связи с этим проводятся исследования по их замене в шихте, например на нефтяные спекающие добавки типа гудрона. Но вовлечение в разработку новых месторождений коксующегося угля в Республике Тыва и в других районах РФ позволит восполнить недостаток спекающих компонентов шихты для коксования.

Оказалось, что угли некоторых участков новых месторождений, например Каа-Хемского и Межгегейского, находящихся в Республике Тыва, обладают неблагоприятным химическим составом золы и повышенным выходом летучих веществ. В работе [1] указывается, что для угля Каа-Хемского месторождения марок ГЖ и Ж основность золы  $I_o = 0,944$ , что значительно снижает ценность этого угля. Это значение в 8 раз превышает показатели для угля марок ГЖ и Ж, добываемых на шахтах «Распадская», «Осинниковская», «Полосухинская», «Абашевская», «Воркутинская», так как для эталонной шихты  $I_o = 0,115$ .

Так, для угля Каа-Хемского месторождения  $CRI = 44,4\%$  и  $CSR = 32,3\%$ , что существенно хуже показателей эталонной шихты, для которой, как приводилось выше,  $CRI < 30\%$  и  $CSR > 60\%$ .

**Основные марки углей в структуре шихты, используемой при производстве кокса на коксохимических заводах России**

Коксохимическое предприятие	Доля марок угля в шихте, %			
	К, КС	Ж, ГЖ	СС	Г
Новолипецкий КХЗ	21	34	15	-
Кемеровский КХЗ	42	25	-	17
Алтайский КХЗ	28	14	-	38
Магнитогорский МК	18	55	10	-
Нижнетагильский МК	18	52	22	-
Челябинский МК	43	23	17	-

Пробные коксования с участием спекающихся марок Каа-Хемского угля показали, что его использование в шихте не должно превышать 10%, чтобы существенно не ухудшить показатели кокса.

В аналитическом обзоре [8] работы угольной промышленности России за 2017 г. говорится, что в 2017 г. в России было обогащено 91,8 млн т коксующихся углей. Прогнозируется рост добычи и обогащения коксующихся углей в 2020 г. до 110 млн т, в 2025 г. – до 120 млн т, в 2030 г. – до 125 млн т. Выпуск концентрата коксующихся марок составил в 2017 г. 58,4 млн т. Из этого количества на коксохимические заводы России было поставлено 31,8 млн т. Учитывая долю спекающихся марок угля в шихте на уровне 30-50%, предполагаем, что потребность в 2018-2019 гг. в этих марках для коксохимических предприятий России составит 10-15 млн т.

Но упомянутые выше ограничения в доле участия в шихте для коксования угля Каа-Хемского месторождения предполагают объем реализации концентрата из этого угля на российском рынке на уровне не более 1,5 млн т в год и с сомнительными перспективами реализации на международном рынке. Запасы угля на этом месторождении исчисляются десятками млрд т, что обосновывает поиск способов «преобразования» этого угля в продукт более высокого качества. Технологические линии «преобразования» угля экономически целесообразно устанавливать на вновь строящихся горно-обогатительных предприятиях, чтобы снизить транспортные затраты на перевозку угля и увеличить прибавленную стоимость продукции углеобогатительных фабрик.

**НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОКСУЮЩИХСЯ УГЛЕЙ НА СТАДИИ ПРОЕКТА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК**

Учитывая вышесказанное, выбраны следующие три направления повышения качества коксующихся углей, аналогичных углям Каа-Хемского месторождения, на стадии проекта углеобогатительных фабрик, это:

1. Обогащение рядового угля до возможно низкой зольности концентрата, для чего в схемах обогатительных фабрик применять технологические процессы, позволяющие разделять уголь по возможно низкой плотности;
2. При поступлении на склад готовой продукции присадка к низкозольному концентрату специальных минеральных добавок [9], меняющих химический состав угля;
3. Полукоксование низкозольного концентрата, как вариант, в установках кипящего слоя с целью снижения летучих веществ.

*Первое направление* предполагает применение наиболее эффективного процесса обогащения на сегодняшний момент – тяжелосреднего обогащения для крупного и мелкого угля в магнетитовой суспензии. На практике представляется возможным обеспечить работу обогатительных аппаратов на низкой плотности 1300-1350 кг/м<sup>3</sup> с обеспечением условий стабилизации суспензии и полной автоматизации процесса поддержания ее плотности.

*Второе направление* предполагает техническое обеспечение присоединения к низкозольному концентрату коксующегося угля специальных минеральных добавок перед укладкой его на склад.

*Третье направление* предполагает вместо процесса сушки угля до равновесной влаги провести процесс полукок-

сования низкозольного концентрата с целью удаления из него влаги и летучих веществ. Процесс полукоксования предлагаем осуществлять в установках кипящего слоя.

Если первые два направления в практическом применении углеобогатителям, в общем, понятны, то на третьем направлении, относящемся к смежному коксохимическому производству, остановимся более подробно.

**Полукоксование угля** – это способ физико-химического изменения угля нагреванием до 500-550°C без доступа воздуха. Результатом этого процесса является: полукокк с выходом 50-70% от массы исходного топлива, первичная смола – 5-25%, горючий газ и подсмольная вода.

Получать полукокк можно непосредственно на углеобогатительных фабриках в сушильно-топочных отделениях при сушке угля на стандартных сушильных агрегатах. Производство полукоккса обеспечивает значительное расширение ассортимента товарной продукции углеобогатительным фабрикам с повышенными потребительскими характеристиками и стоимостью.

При получении полукоккса используется технология «кооперации ресурсов» (рис. 1), в которой имеются все преимущества двойного использования продуктов и оборудования УОФ и ТЭС, без дополнительного строительства.

**Ресурс-1.** Летучие компоненты, удаляемые из угля, сжигаются как газовое топливо в генераторах горячих газов для сушки угля и установках полукоксования, а также в камерах сгорания котельных установок как основное топливо.

**Ресурс-2.** Для очистки отходящих газов при получении полукоккса используется существующее оборудование тех-

нологических линий сушки угля или оборудование котельного агрегата.

**Ресурс-3.** При получении полукоккса в топке кипящего слоя котельного агрегата раскаленный полукокк передает свое тепло для нагрева воды или воздуха и производит подсушку влажного угля, который в то же время охлаждает полукокк при транспортировке на склад товарной продукции.

Технологии кооперации ресурсов реализуются с минимальными капиталовложениями на любой углеобогатительной фабрике (УОФ), тепловой электрической станции (ТЭС), в котельной, в угольных или мазутных котлах металлургических предприятий.

**ТЕХНОЛОГИЯ КИПЯЩЕГО СЛОЯ НА БАЗЕ КОТЛОВ**

Топки кипящего слоя энерготехнологических котлов можно использовать для получения полукоккса, который выводится из слоя через шлюз. Выделившиеся из угля летучие вещества, сжигаются как газовое топливо котла. В кипящем слое проходит интенсивный процесс теплообмена твердых частиц размером 5-30 мм, продуваемых снизу воздухом через сопла. В кипящем слое обеспечивается передача тепла в пять раз более интенсивно, чем конвекцией между горячими газами и твердыми частицами угля в движущемся неразрыхленном слое. Постоянное движение частиц угля в кипящем слое препятствует их спеканию между собой, исключается образование крупных спеков полукоккса.

При получении полукоккса, для подачи кускового угля в кипящий слой используют стандартное оборудование:

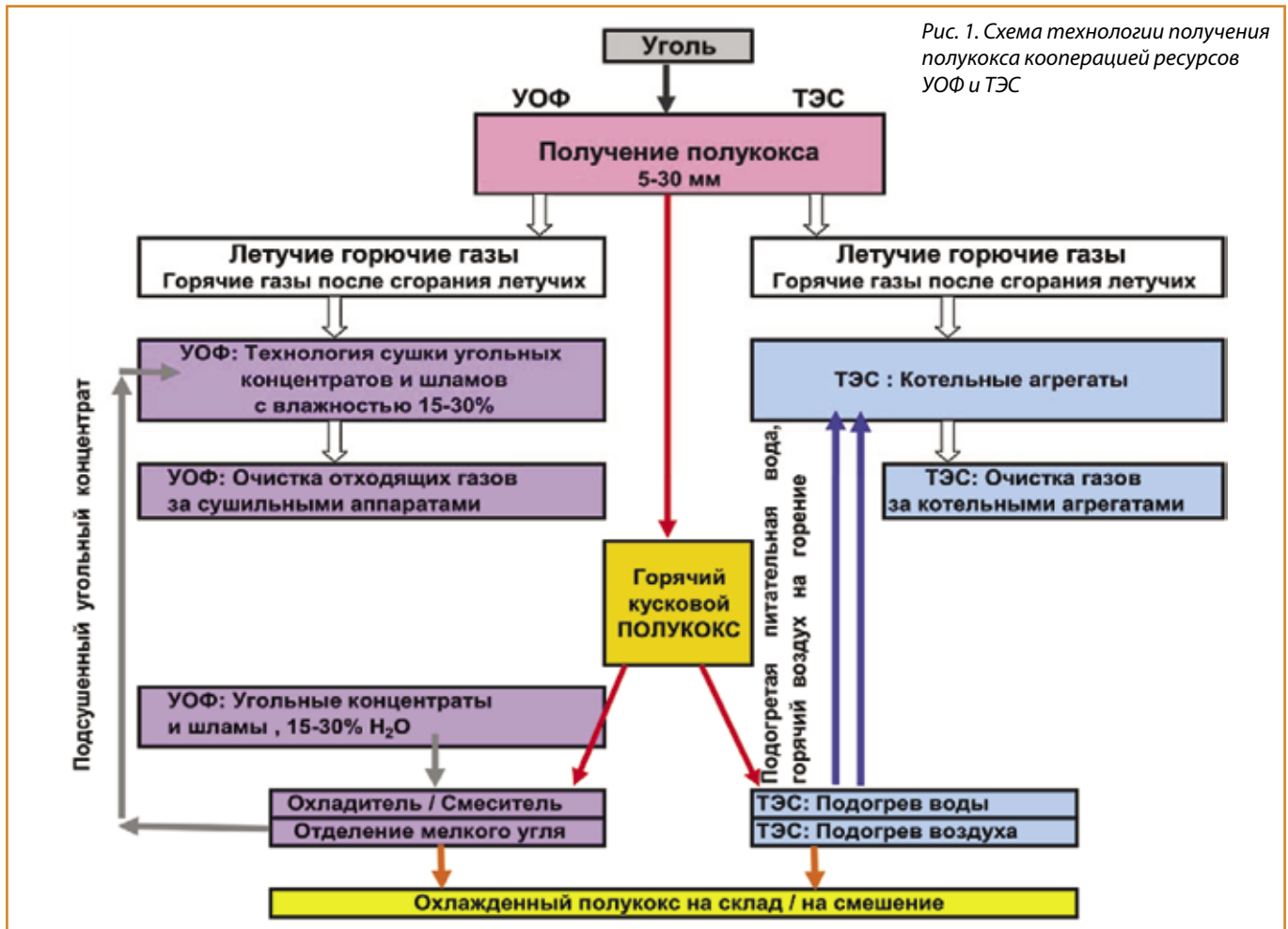


Рис. 1. Схема технологии получения полукоккса кооперацией ресурсов УОФ и ТЭС



забрасыватели, тетки, шнеки и др. Основной элемент аппаратов кипящего слоя – подовая решетка с соплами, через которые снизу подается воздух. Старт топки кипящего слоя начинается с разогрева до 450-550°C инертного наполнителя – шлака или песка на решетке. Разогрев выполняется подачей снизу газов от стартовой камеры сгорания, на которой установлена стартовая горелка. После разогрева инертного наполнителя на него сверху подают первые порции топлива. Операция старта из холодного состояния занимает от 20 до 40 минут.

Общее время нахождения частиц угля в кипящем слое и камере сгорания может регулироваться в широком диапазоне в зависимости от требуемых характеристик полукокса. Это обеспечивает возможность получать полукоксы с различным остаточным содержанием летучих веществ, позволяет регулировать степень выгорания жидкой и летучей органики в исходных углях. Полукоксы удаляют вниз под решетку кипящего слоя через водоохлаждаемые шлюзы и водоохлаждаемую арматуру на охлаждающий конвейер или в смесительные устройства, где полукоксы смешиваются с влажным углем.

Кипящий слой используется также для удаления из угля серы. Добавление в кипящий слой молотого известняка позволяет связать серу и вывести часть ее из процесса в виде гипса в составе сухой золы.

Предлагаемая технология получения полукокса удовлетворяет самым высоким требованиям по защите окружающей среды, так как двухступенчатое сжигание летучих компонентов угля и смол обеспечивает низкое содержание окислов азота в отходящих газах.

Положительные моменты получения полукокса в кипящем слое топки энерготехнологического котла:

- потери с механическим недожогом не превышают 1,5%;
- расширяется предел регулирования температуры перегретого пара;
- расширяется диапазон регулирования – 30-100%;
- снижение в 2 раза, относительно слоевых и факельных топок, выбросов оксидов азота, когда за счет двухстадийного горения и низких температур слоя во всем регулируемом диапазоне нагрузок, при любых избытках воздуха в топке максимальная концентрация NOx не превышает 200 мг/м<sup>3</sup>;
- исключены значительные потери с химическим недожогом, концентрация окиси углерода за счет дожига не превышает 100 ppm;
- часть используемого тепла будет отбираться через трубные экраны, расположенные в кипящем слое, где теплообмен, по меньшей мере, в пять раз интенсивнее, чем на поверхностях нагрева, контактирующих с газами.

**ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛУКОКСА В ГЕНЕРАТОРАХ ГОРЯЧИХ ГАЗОВ С ТОПКОЙ КИПЯЩЕГО СЛОЯ**

В технологии кипящего слоя используются генераторы горячих газов, работающие на угле (рис. 2). Генераторы горячих газов с температурами 500-1000°C при сжигании угля в топках кипящего слоя и сухим удалением 60-80% золы под решетку предназначены для цеха сушки углебогатительных фабрик (рис. 3). Такие газогенераторы позволяют не только сжигать низкокачественные угли и высокозольные отходы [10], но могут также использоваться при получении полукокса.

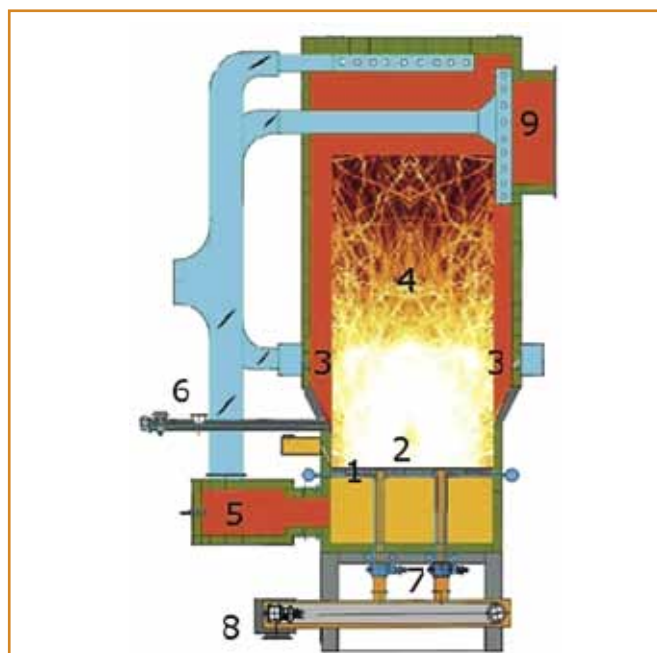


Рис. 2. Генератор горячих газов 30 МВт с топкой кипящего слоя для получения полукокса: 1 – воздушно-распределительная решетка; 2 – зона кипящего слоя; 3 – сопла подачи воздуха на дожигание; 4 – зона дожигания летучих веществ; 5 – стартовая камера сгорания; 6 – подача сырьевого угля; 7 – охлаждающие каналы выпуска полукокса; 8 – транспортер выгрузки полукокса; 9 – канал выхода горячих газов с регулируемой температурой

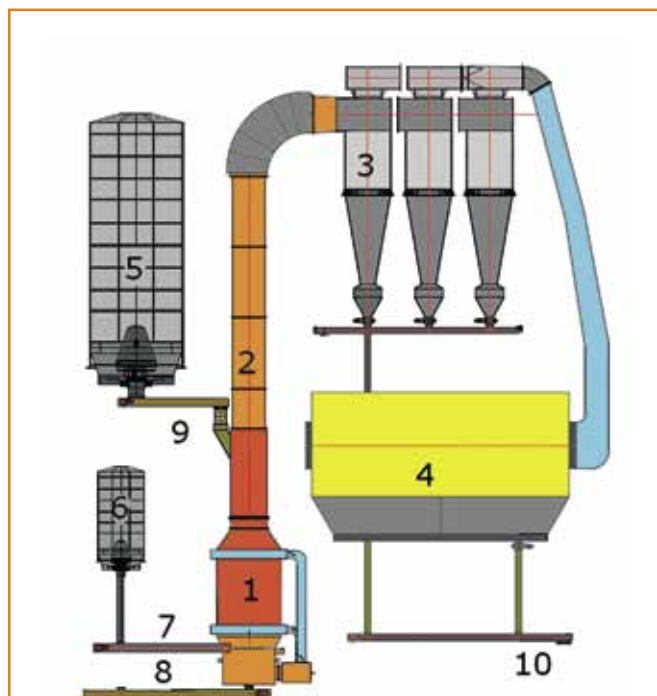


Рис. 3. Генератор горячих газов с топкой кипящего слоя для сушильной линии: 1 – генератор горячих газов; 2 – труба-сушилка; 3 – циклоны; 4 – рукавный фильтр; 5 – бункер влажного мелкого угля (шлама, концентрата); 6 – бункер кускового угля; 7 – подача угля в КС; 8 – выгрузка полукокса; 9 – подача угольного шлама на сушку; 10 – выгрузка угольного шлама после сушки материала

Использование генераторов горячих газов для получения полукокса повторяет работу топки котла с кипящим слоем. Полукокс после удаления летучих веществ выводится из кипящего слоя через шлюз. Горячие газы от сжигания летучих и смол направляются в сушильный аппарат, отходящие газы очищаются в газоочистке сушильной линии.

Комбинация сушки с получением полукокса обеспечивает чистые горячие газы, которые вносят минимальное количество золы в подсушиваемый продукт, аналогично сжиганию природного газа. Минеральные компоненты угля остаются в полукоксе, не превращаясь в летучую золу. В режиме возгонки и выжигания летучих веществ из угля генераторы, кроме горячих газов, производят нужный в металлургии полукокс при минимальном попадании золы в продукты сушки или гранулирования. Это позволяет использовать уголь в чистых технологиях, где попадание золы в продукты нежелательно.

В настоящее время полукокс применяется в следующих производствах:

- при получении ферросплавов с улучшением технических и экономических показателей;
- при подготовке шихты для коксования в количестве 20-30%, замещая тощие угли, обеспечивая получение кокса с повышенными показателями качества;
- при изготовлении коксобрикетов, полукокс как основной наполнитель;
- при вдувании в доменные печи пылеугольного топлива (ПУТ).

В технологии получения полукокса в кипящем слое раздельное выделение жидких и газообразных продуктов термического разложения не осуществляется, они сжигаются непосредственно в топке кипящего слоя. Это обеспечивает минимальные инвестиции и максимальную простоту процесса по сравнению с другими способами полукоксования с переработкой газов и смол в химическую продукцию высокой товарной стоимости, представляющими собой сложные химические производства.

Смесь угольного концентрата спекающихся марок с полукоksom будет иметь более высокую стоимость на рынке, на 30-50 дол. США за 1 т выше, чем стоимость низкосольного концентрата коксующегося угля, а для качественного полукокса цена будет больше на 50-150 дол. США за 1 т. Полукокс может заменить коксовый орешек ценой 230 дол. США за 1 т, крупнокусковой полукокс заменяет литейный кокс ценой 430-450 дол. США за 1 т, а пылеугольное топливо (ПУТ) из полукокса при вдувании в доменные печи заменяет в шихте более 15% доменного кокса ценой 350-400 дол. США за 1 т.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Получение полукокса является первым шагом к технологиям глубокой термической переработки углей в химические продукты высокой стоимости с устойчиво растущим спросом. Термическое разделение угля на твердый полукоксостаток и горючие летучие газы для сжигания или дальнейшей комплексной переработки является процессом с хорошими экономическими показателями и окупаемостью инвестиций за 2-2,5 года.

2. Предлагаемая технология кооперации ресурсов обеспечивает возможность постепенного наращивания про-

изводства полукокса, начиная с малых объемов, без значительных инвестиций. Технология кипящего слоя является одним из вариантов реализации экономичного производства полукокса.

3. Для самих углеобогащительных фабрик и ГОКов это обеспечит:

- повышение суммарной стоимости товарной продукции УОФ до 2 раз;
- сокращение транспортных расходов вследствие усадки угля при полукоксовании и снижение массы транспортируемой влаги;
- обеспечение стабильного качества продукции по влаге, зольности, содержанию серы, калорийности, а в случае коксующихся углей – также по основным показателям качества кокса;
- повышение объема сбыта продукции УОФ вследствие повышенной калорийности и стабильных показателей качества коксующихся углей;
- получение до 50% готовой шихты для коксования от одного поставщика, использующего смеси коксующихся углей спекающихся марок с полукоksom. Например, для угля Каа-Хемского месторождения предлагаемая технология позволит увеличить потенциал сбыта продукции для производства кокса до 15 млн т в год.

### Список литературы

1. Станкевич А.С., Золотухин Ю.А. Комплексный показатель характеристики технологической ценности углей и концентратов углеобогащительных фабрик // Черная металлургия. 2015. № 9. С. 15-25.
2. ГОСТ 5953-93 (ИСО 556:1980). Кокс с размером кусков 20 мм и более. Определение механической прочности. М.: ИПК изд-во стандартов, 1996.
3. ГОСТ Р 54250-2010 (ИСО 18894:2006). Кокс. Определение реакционной способности кокса (CRI) и прочности кокса после реакции (CSR). М.: Стандартинформ, 2011.
4. ГОСТ 32248-2013. Кокс каменноугольный с размером кусков 20 мм и более. Определение прочности после реакции с двуокисью углерода. М.: Стандартинформ, 2014.
5. Prasad H.N., Singh B.K., Chattejee A. Production of High CSR Coke by Stamp Charging-Possibilities and limitation // Cokemaking International. 1999. N 2. Pp. 50-59.
6. Улановский М.Л., Лихенко А.Н. Изменение минерального состава углей при обогащении и коксовании // Кокс и химия. 2009. № 6. С. 13-20.
7. Комплексная переработка углей и повышение эффективности их использования. Каталог-справочник / Под общей ред. В.М. Щадова. Сост. Г.С. Головин, А.С. Малолетнев. М.: НТК «Трек», 2007. С. 292.
8. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2017 года // Уголь. 2018. № 3. С. 58-73. doi: 10.18796/0041-5790-2018-3-58-73. URL: <http://www.ugolinfo.ru/bgdev/Jour/032018.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).
9. Патент РФ № 2530109. Способ подготовки угля, в том числе высокосернистого, к коксованию. Авт. Козлов В.А., Новак В.И. 2013.
10. Гарбер В., Козлов В.А. Сжигание высокосольных шламов как путь к безотходной технологии обогащения углей // Уголь. 2017. № 8. С.140-145. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf> (дата обращения 15.11.2018).

UDC 622.7:622.794.42:622.742 © V.A. Kozlov, W. Garber, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 92-97

**Title**  
**SEMI-COKING OF LOW-ASH COKING COAL AND THE SPECIAL ASH ADDITIVES USED DIRECTLY AT THE COAL PREPARATION PLANT TO IMPROVE THE QUALITY OF COKE**

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-92-97>

**Authors**

Kozlov V.A.<sup>1</sup>, Garber W.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> "Coraline Engineering" LLC, Moscow, 105005, Russian Federation

<sup>2</sup> FTT-Ing.-Büro Feuerungs- und Trocknungstechnologien (Combustion and Drying Technologies), Düsseldorf, Germany

**Authors' Information**

**Kozlov V.A.**, PhD (Engineering), Associate Professor, Chief Technologist Coal Department, e-mail: vak@coralina.ru  
**Garber W.**, Doctor of Engineering Sciences, Managing Director, e-mail: dr.w.garber@gmx.de

**Abstract**

In connection with the deficit of coking coals in the Russian Federation, it is planned to involve hard-to-reach coal deposits in the development. Investigations of qualitative characteristics of coking coal of sintering grades in some new large deposits have revealed a significant limitation of their share in the coal blend for coking. These limitations are related to the chemical composition and degree of metamorphism of coal matter. On the one hand, there are reserves of such coking coals, estimated in billions of tons, but on the other hand there are significant limitations in the share of their use in the coking process. The design and engineering company "Coraline Engineering" (Russia) together with its partner Ing. Büro FTT (Germany) have developed methods for physicochemical and thermal conversion of concentrates from such coals in order to improve the quality and increase the sales volume of the products of coal preparation plants. The method of physicochemical changes in the composition of coal is based on the addition of special mineral additives to the low-ash concentrate. The thermal method involves a semi-coking process, which reduces the content of volatiles in coal to the required values. A mixture of sintered clean coal with semi-coke from the same coal will significantly improve CRI and CSR factors in coke produced at coke plants. This will increase the share of components in the coal blend for coking and CPP output, which is of great importance when preparing coal with initially unfavorable physicochemical characteristics.

**Keywords**

Coal preparation, Coal metamorphism rang, Coal coking ability, Coal Blend, Semi-coke, Ash content, Volatile matter yield, Moisture, Fluidized bed drying.

**References**

1. Stankevich A.S. & Zolotukhin Yu.A. Kompleksnyj pokazatel' kharakteristiki tekhnologicheskoy tsennosti uglej i kontsentratov ugleobogatitel'nykh fabrik

[Complex indicator of the technological value of coal and clean coal of coal preparation plants]. *Chernaya metallurgiya – Ferrous Metallurgy*, 2015, No. 9, pp. 15-25.

2. GOST 5953-93 (ISO 556: 1980). Coke from the sizes of pieces of 20 mm and more. Determination of mechanical strength. Moscow, IPK Ed. Standards Publ., 1996.

3. GOST R 54250-2010 (ISO 18894: 2006). Coke. Determination of the reactivity of coke (CRI) and coke strength after the reaction (CSR). Moscow, Standartinform Publ., 2011.

4. GOST 32248-2013. Coal coke with the size of pieces of 20 mm and more. Determination of strength after reaction with carbon dioxide. Moscow, Standartinform Publ., 2014.

5. Prasad H.N., Singh B.K. & Chatterjee A. Production of High CSR Coke by Stamp Charging-Possibilities and limitation. *Cokemaking International*, 1999, No. 2, pp. 50-59.

6. Ulanovskiy M.L. & Likhenko A.N. Izmenenie mineral'nogo sostava uglej pri obogashhenii i koksovaniy [Change in the mineral composition of coals during enrichment and coking]. *Koks i khimiya – Coke and Chemistry*, 2009, No. 6, pp. 13-20.

7. *Kompleksnaya pererabotka uglej i povyshenie ehffektivnosti ikh ispol'zovaniya. Katalog-spravochnik* [Complex processing of coals and increasing the efficiency of their use. Manual]. Under the general ed. V.M. Shchadov. Comp. G.S. Golovin, A.S. Maloletnev. Moscow, NTK "Track" Publ., 2007, p. 292.

8. Tarazanov I.G. Itogy raboty ugol'noy promishlennosti Rossii za yanvar – dekabr 2017 [Russia's coal industry performance for January – December 2017]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, No. 3, pp. 58-73. doi: 10.18796/0041-5790-2018-3-58-73. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/bgdev/Jour/032018.pdf> (accessed 15.11.2018).

9. Patent of the Russian Federation No. 2530109. The method of preparing coal, including high-sulfur, for coking. Authors: Kozlov V.A., Novak V.I., 2013.

10. Garber W. & Kozlov V.A. Szhiganie vysokozol'nykh shlamov kak put' k bezotkhodnoj tekhnologii obogashheniya uglej [Burning of high ash sludge as a way to waste-free technology of coal preparation]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2017, No. 8, pp. 140-145. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf> (accessed 15.11.2018).

## АО «СУЭК-Кузбасс» получило гран-при Второго Сибирского экологического форума

**Компания «СУЭК-Кузбасс» удостоена гран-при в рамках II Сибирского экологического форума, прошедшего в г. Новокузнецке в конце октября 2018 г.**

Компанией «СУЭК-Кузбасс» были представлены экспонаты, представляющие передовые технологии водоочистки в обеспечении экологической безопасности шахт «Талдинская-Западная – 1» и им. А.Д. Рубана, а также перспективные технологии защиты атмосферного воздуха от антропогенного загрязнения на предприятии УДИУМ. Проекты, объединенные названиями «Чистая вода» и «Чистый воздух», представленные на конкурс «Лучший экспонат», были награждены главным призом экологического форума.



На протяжении многих лет в АО «СУЭК-Кузбасс» реализуется комплексная природоохранная программа. Обеспечение экологической безопасности, минимизация экологических рисков производства и охрана природы являются неотъемлемой частью стратегии устойчивого развития СУЭК. Компания реализует комплекс мероприятий по охране воздушных ресурсов (дегазация шахт и утилизация метана), охране водных ресурсов (очистка сточных вод), энергоэффективности, рекультивации земель и сохранению биоразнообразия. С 2011 по 2017 г. на эти цели было направлено 4 млрд руб. В планах на ближайшие пять лет инвестиции в экологию составят еще 5 млрд руб.

# Изучение лимитирующих факторов биологической рекультивации на отвалах гребневой формы отсыпки угледобывающих предприятий Хакасии

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-98-101>

## ЛАВРИНЕНКО Алексей Тимофеевич

*Заведующий группой рекультивации земель  
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт  
аграрных проблем Хакасии»,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия,  
тел.: +7 (39032) 2-56-09,  
e-mail: aleks233@yandex.ru*

## ОСТАПОВА Наталья Анатольевна

*Канд. техн. наук,  
старший научный сотрудник  
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт  
аграрных проблем Хакасии»,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия,  
тел.: +7 (39032) 2-56-09,  
e-mail: niterlin@yandex.ru*

*В результате проведенных исследований установлено, что основными факторами, лимитирующими процесс самозарастания гребневых форм рельефа, являются степень их расчлененности и литогенный состав. Оптимальные условия для развития высшей растительности складываются на частично выположенных и мелкогребневых формах, отсыпанных смесью потенциально плодородного слоя (ППС), плодородного слоя почвы (ПСП) и вмещающих пород – углестых аргиллитов. Самые неблагоприятные условия создают крупногребневые формы, осложненные включением крупных камней и глыб, представленных самыми крепкими из вмещающих пород – песчаниками.*

**Ключевые слова:** рекультивация, лимитирующие факторы, формы микрорельефа, Республика Хакасия.

## ВВЕДЕНИЕ

Горнодобывающая промышленность является одной из базовых отраслей экономики Республики Хакасия. Учитывая перспективность и актуальность угледобывающей отрасли для республики, необходимо понимать механизмы воздействия угледобычи на компоненты окружающей среды и формировать экологически ответственный подход в принятии решений [1].

Проведение работ по рекультивации нарушенных земель в степных, засушливых районах Хакасии имеет свои

особенности. Суровые климатические условия затормаживают процессы самовосстановления отвалов. Исследования на отвалах угольных разрезов в Сибири показывают, что продуктивность естественно возникающих фитоценозов низка и процесс самозарастания протекает медленно [2].

В свою очередь, применение технологий рекультивации по ГОСТам, как показала практика и многолетние научные исследования, также не решает проблемы ускоренного и эффективного возврата разрушенных территорий в хозяйственный оборот республики. Это напрямую связано с тем, что в районах разработки угольных месторождений Хакасии запасов плодородного слоя почвы чрезвычайно мало и при нанесении его на поверхность отвалов происходит иссушение рекультивированной поверхности, что приводит к деградации гумусового слоя и дефляции нанесенного корнеобитаемого горизонта [3].

Для выхода из сложившейся ситуации сотрудниками НИИ аграрных проблем Хакасии были созданы запатентованные технологии рекультивации [4, 5, 6, 7], прошедшие длительный период апробации на угледобывающих разрезах. Согласно данным разработкам техническую рекультивацию ведут в процессе отсыпки отвалов частично выположенной формы или созданием гребневых форм. Сущность данной технологии заключается в накоплении мелкозема и влаги в понижениях искусственно созданных форм микрорельефа на поверхности отвалов, что способствует созданию оптимальных по тепловым и влажностным параметрам агротехнических условий для биологической рекультивации [8]. В свою очередь на этапе биологической рекультивации осуществляется подбор особо устойчивого ассортимента семян многолетних трав и саженцев древесных и кустарниковых пород, адаптированных для региона, с целью создания очагов разрастания в этих понижениях с использованием биопрепаратов.

В последние годы проводился мониторинг развития растительного и почвенного покровов на частично выположенных и гребневых, в разной степени расчлененных формах рельефа. Основным смыслом этих исследований заключается в том, чтобы найти и снять лимитирующий фактор, то есть понять, что именно на данной территории не дает полноценно развиваться процессам почвообразования и растениям [9].

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ОТСЫПКИ ОТВАЛОВ

В 2016–2017 гг. обследован внешний платообразный отвал 1990-х гг., на котором по степени расчлененности рельефа гребневой формы выделены следующие пробные площади: № 1 – частично выположенные, № 2 – мелкогребневые, № 3 – крупногребневые. В связи с неоднородностью рельефа и почвообразующих пород, техногенный ландшафт для доступности исследования делят на участки, относительно однородные по рельефу и составу пород, – так называемые геоморфологические участки или техногенные местообитания [10].

В предыдущие годы на каждом из участков были заложены и зафиксированы на местности пробные площади по 500 м<sup>2</sup> каждая, типичные по рельефу и растительности. На частично выположенном рельефе точки отбора почвенных проб и, соответственно укосов фитомассы расположены на трех гипсометрических уровнях: в верхней, средней и нижней частях склоновой поверхности либо равномерно по площади на ровной поверхности, на гребневом рельефе – на вершине, склонах двух экспозиций и во впадине.

Для территории характерна каменистость, на поверхности сохранились крупноглыбистые слабо выветрелые породы. Преобладает каменисто-щебнистый техногенный элювий песчаников, аргиллитов и алевролитов с примесью мелкозема, образовавшегося при выветривании пород.

Общее проективное покрытие растительности на частично выположенных участках достигает 100%, по профилю гребней это значение распределяется следующим образом: впадина – 100%, северный склон – 100%, южный склон – 50%, вершина – 9%. Растительность на гребневых отвалах разреженная, бурьянистая, с преобладанием разнотравья, большинство растений имеет высоту от 30 до 170 см. Фон создают *Artemisia annua* L. (Полынь однолетняя), *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit. (Полынь вечная), *Leonurus glaucescens* Bunge (Пустырник сизый), *Chenopodium aristatum* L. (Марь остистая). Всего на участке зафиксировано 18 видов.

На частично выровненном участке растения более низкие, чем на вышеописанном, а распределение их более равномерное. Значительно усиливается роль злаков по видовому составу и обилию. Из 19 представленных видов преимущество в покрытии отвала имеют *Artemisia annua* L. (Полынь однолетняя), *Artemisia sieversiana* Willd. (Полынь Сиверса), *Calamagrostis epigeios* L. (Вейник наземный), *Hordeum jubatum* L. (Ячмень гривастый), *Erysimum cheiranthoides* L. (Желтушник левкойный).

Биологическая продуктивность отражает биологический потенциал экосистем и характеризуется запасом фитомассы. Средние показатели продуктивности сырой надземной фитомассы в 2016–2017 гг. направлены уменьшаются от частично выположенных форм рельефа (47,1 и 47,9 ц/га) к мелкогребневым (46,4 и 47,3 ц/га) и далее к крупногребневым (43,2 и 44,7 ц/га). Причем распределение запасов фитомасс по профилю гребней подчиняется следующей закономерности: наибольшие их значения наблюдаются во впадинах и на склонах северной экспозиции. Склоны южной экспозиции и особенно вершины отличаются разреженным обедненным травостоем.

### Содержание углерода в техногенных почвах на угольных отвалах различной формы отсыпки

Наименование пробы	Содержание углерода в пробах почвогрунта, %	
	2016 г.	2017 г.
Участок № 1 (частично выположенный)	4,05	4,84
Участок № 2 (мелкие гребни):		
– впадина	4,21	5,64
– вершина	2,42	2,99
– южный склон	2,76	2,73
– северный склон	3,20	3,35
Участок № 2а (крупные гребни):		
– впадина	4,03	4,78
– вершина	1,92	2,52
– южный склон	2,25	2,59
– северный склон	3,32	3,04

Чем больше зеленой фитомассы, тем больше органического вещества продуцируется фитоценозом в единицу времени [11]. Особенно важно обратить внимание на способность почвы техногенного ландшафта накапливать биогенное органическое вещество [12] (см. таблицу).

Анализ результатов, полученных в ходе научных исследований, показал, что в верхней части техногенной толщи (0–20 см) происходит накопление органического вещества. Наибольшее его содержание обнаружено во впадинах технологических гребней и на частично выположенном участке, а наименьшее – на вершинах гребней и южном склоне. Причем распределение органического вещества по поверхности более равномерное на участке № 1, чем на гребневом рельефе. Также отмечается, что накопление мелкозема более интенсивно происходит во впадинах с гребнистой поверхностью, где значения выше в среднем в 1,3 раза по сравнению с частично выположенным участком.

### ВЫВОДЫ

Таким образом, валовые отвалы горных пород, выполненные в виде гребней или частично выположенные, с нарезанными на их поверхности каналами собирают влагу и мелкозем в свои понижения и дают возможность ускорить процесс почвообразования и биофитоценоза без землевания поверхности плодородными или потенциально плодородными компонентами мелиорации.

С увеличением расчлененности гребневых форм рельефа, в том числе и их каменистости, и, как следствие, степени ксероморфизма [13] возрастает поверхность отвалов, свободная от травянистой растительности, что лимитирует процесс их самозарастания. Следовательно, одними из главных факторов, лимитирующих процесс самозарастания гребневых форм рельефа, являются степень их расчлененности и петрографический или литогенный состав.

### Список литературы

1. Сборник инновационных решений по сохранению биоразнообразия для угледобывающего сектора. Кемерово, Новокузнецк: ИнЭКА, 2015. 208 с.
2. Трофимов С.С. Перспективы рекультивации земель, нарушенных промышленностью в Западной и Восточной

Сибири. В кн. Проблемы рекультивации земель в СССР. Новосибирск, 1974.

3. Лавриненко А.Т. Особенности рекультивации техногенно разрушенных территорий в засушливых регионах угледобычи / Природно-техногенные комплексы: современное состояние и перспективы восстановления: Материалы международной научной конференции, 13-18 июня 2016 г. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2016. С. 125-133.

4. Очаговый способ рекультивации горных отвалов / А.Т. Лавриненко: пат. № 2343286 Российская Федерация. МПК Е 21С 41/32 (2006.01). Заявитель и патентообладатель ГНУ Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии СО РАСХН (RU). № 2007117479/03; заявл. 10.05.2007; публ. 10.01.2009. Бюл. № 1. 4 с.

5. Способ формирования и подготовки внешних отвалов и карьерных выемок для биологической рекультивации / А.Т. Лавриненко: пат. 2359127 Российская Федерация. МПК Е 21С 41/32 (2006.01). Заявитель и патентообладатель ГНУ Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии СО Россельхозакадемии (RU). № 2007108870/03; заявл. 2007-03-09; опубл. 20.06.2009. Бюл. № 17. 5 с.

6. Способ формирования отвалов для технической рекультивации при открытой разработке карьеров / А.Т. Лавриненко: пат. № 2388912 Российская Федерация. МПК Е 21С 41/32 (2006.01). Заявитель и патентообладатель ГНУ Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии СО РАСХН (RU). № 2008131248/03; заявл. 28.07.2008; опубл. 10.05.2010. Бюл. № 13. 4 с.

7. Способ биологической рекультивации горных отвалов / Л.С. Галенковская, В.Н. Кудашов, А.Т. Лавриненко, Д.Д. Но-

вак, О.С. Сафронова, И.Н. Евсеева: пат. № 2498069 Российская Федерация. МПК Е 21С 41/32 (2006.01). Заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии Россельхозакадемии (RU). № 2009103505/03; заявл. 02.02.2009; опубл.:10.11.2013. Бюл. № 31. 3 с.

8. Андроханов В.А., Лавриненко А.Т. Обоснование технологии создания и формирования корнеобитаемого слоя поверхности отвалов угледобывающих предприятий КАТЭКа для биологической рекультивации // Вестник КрасГАУ. 2013. № 4. С. 39-45. URL: <http://www.kgau.ru/vestnik/content/2013/4.13.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).

9. Андроханов В.А. Рекультивация: вкладываем деньги в дело или его видимость? // ЭКО-бюллетень ИнЭКА. 2007. № 3 (122). [Электронный ресурс]. URL: <http://inesa.ru/?dr=bulletin/arhiv/0122&pg=014> (дата обращения: 15.11.2018).

10. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. Новосибирск: ЦЭРИС, 2001.

11. Семенов В.М. Роль растительной биомассы в формировании активного пула органического вещества почвы // Почвоведение. 2004. № 11. С. 1350-1359.

12. Курачев В.М., Батурина В.Б. Темпы разложения растительных остатков в почвах техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2005. № 5. С. 789-793.

13. Андроханов В.А., Лавриненко А.Т. Ускорение процессов рекультивации техногенных ландшафтов на угольных предприятиях КАТЭКа и Хакасии // Уголь. 2012. № 7. С. 62-64. URL: <http://www.ugolino.ru/Free/072012.pdf> (дата обращения: 15.11.2018).

UDC 622.85:622.882:504.062.4:631.48 © A.T. Lavrinenko, N.A. Ostapova, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 98-101

**Title**

**THE STUDY OF LIMITING FACTORS OF BIOLOGICAL RECLAMATION ON DUMPS RIDGE FORM FILLING COAL MINES KHAKASSIA**

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-98-101>

**Authors**

Lavrinenko A.T.<sup>1</sup>, Ostapova N.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>“Scientific-Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia” FSBI, Zelenoe village, 655132, Republic of Khakassia, Russian Federation

**Authors' Information**

**Lavrinenko A.T.**, Manager Group of reclamation lands, tel.: +7 (39032) 2-56-09, e-mail: [aleks233@yandex.ru](mailto:aleks233@yandex.ru)

**Ostapova N.A.**, PhD (Engineering), Senior Researcher, tel.: +7 (39032) 2-56-09, e-mail: [niterlin@yandex.ru](mailto:niterlin@yandex.ru)

**Abstract**

As a result of the research it was found that the main factors limiting the process of self-growth of the ridge forms of relief is the degree of their dismemberment and lithogenic composition. The optimal conditions for the development of higher vegetation are formed on partially laid out and fine – ridge forms, sprinkled with a mixture of potentially fertile layer (PPP), fertile soil layer (PSP) and host rocks-carbonaceous mudstones. The most unfavorable conditions create large comb forms, complicated by the inclusion of large stones and boulders, represented by the strongest of the host rocks sandstones.

**Keywords**

Reclamation, Limiting factors, Forms of microrelief, Republic of Khakassia.

**References**

1. *Sbornik innovatsionnykh reshenij po sokhraneniyu bioraznobraziya dlya ugledobvyvayushhego sektora* [Collection of innovative solutions for biodiversity conservation for the coal mining sector]. Kemerovo, Novokuznetsk, InEcA Publ., 2015, 208 p.
2. Trofimov S.S. *Perspektivy rekul'tivatsii zemel' narushennykh promyshlennost'yu v Zapadnoj i Vostochnoj Sibiri* [Prospects of reclamation of lands disturbed by industry in Western and Eastern Siberia. Problems of land reclamation in the USSR]. Novosibirsk, 1974.
3. Lavrinenko A.T. *Osobennosti rekul'tivatsii tekhnogenno razrushennykh territorij v zasushliviye regionakh ugledobychi*. Prirodno-tekhnogennye komplekсы: sovremennoe sostoyanie i perspektivy vosstanovleniya [Features of reclamation of technogenically destroyed territories in arid regions of coal mining. Natural and man-made complexes: current state and prospects of recovery]. Proceedings of the international scientific conference, June 13-18, 2016. Novosibirsk, Publishing house of SB RAS, 2016, pp. 125-133.
4. Lavrinenko A.T. *Ochagovyy sposob rekul'tivatsii gornyykh otvalov* [Focal method of reclamation of mountain dumps]. Patent No. 2343286 Russian Federation. IPC E21C41/32 (2006.01). Applicant and patentee of GNU research

Institute of agrarian problems of Khakasia, SB RAAS (RU), No. 2007108870/03; declared. 10.05.2007; publ. 10.01.2009, Bul. No.1, 4 p.

5. Lavrinenko A.T. *Sposob formirovaniya i podgotovki vneshnikh otvalov i kar'ernykh vyemok dlya biologicheskoy rekul'tivatsii* [Method of formation and preparation of external dumps and quarry pits for biological reclamation]. Patent No. 2359127 Russian Federation. MPK E 21 C 41/32 (2006.01).

The applicant and the patent holder of the GNU research Institute of agrarian problems of Khakassia with the Russian agricultural Academy (RU), No. 2007108870/03; application. 2007-03-09; publ. 20.06.2009. Bul. No. 17, 5 p.

6. Lavrinenko A.T. *Sposob formirovaniya otvalov dlya tekhnicheskoy rekul'tivatsii pri otkrytoj razrabotke kar'erov* [Method of formation of dumps for technical reclamation in open pit mining]. Patent No. 2388912 Russian Federation. IPC E21C41/32 (2006.01). Applicant and patentee of GNU research Institute of agrarian problems of Khakasia, SB RAAS (RU), No. 2007108870/03; declared. 28.07.2008; publ. 10.05.2010. Bul. No. 13, 4 p.

7. Galenkovskaya L.S., Kudashov V.N., Lavrinenko A.T., Novak D.D., Safronova O.S., Evseeva I.N. *Sposob biologicheskoy rekul'tivatsii gornykh otvalov* [Method of biological reclamation of mining dumps]. Patent No. 2498069 Russian Federation. IPC E21C41/32 (2006.01). The applicant and the patent holder State scientific institution Research Institute of agrarian problems of Khakassia of the Russian agricultural Academy (RU), No. 2007108870/03; declared. 02.02.2009; publ.:10.11.2013. Bul. No. 31, 3 p.

8. Androkhonov V.A. & Lavrinenko A.T. *Obosnovanie tekhnologii sozdaniya i formirovaniya korneobitaemogo sloya poverkhnosti otvalov ugledobyvayushhikh predpriyatij KATEKha dlya biologicheskoy rekul'tivatsii* [Justification

of technology of creation and formation of a korneobitayemy layer of a surface of dumps of coal-mining enterprises KATEK for biological recultivation]. *Vestnik KRASGAU – Bulletin of KRASGAU*, 2013, No. 4, pp. 39-45. Available at: <http://www.kgau.ru/vestnik/content/2013/4.13.pdf> (accessed 15.11.2018).

9. Androkhonov V.A. *Rekul'tivatsiya: vkladyvaem den'gi v delo ili ego vidimost'?* [Recultivation: we invest money in business or its visibility?]. *ECO-Bulletin InEca*, 2007, No. 3 (122). Available at: <http://ineca.ru/?dr=bulletin/arhiv/0122&pg=014> (accessed 15.11.2018).

10. Gadzhiev I.M., Kurachev V.M. & Androkhonov V.A. *Strategiya i perspektivy resheniya problem rekul'tivatsii narushennykh zemel'* [Strategy and prospects of solving the problems of reclamation of disturbed lands]. Novosibirsk, CERES Publ., 2001.

11. Semenov V.M. *Rol' rastitel'noj biomassy v formirovanii aktivnogo pula organicheskogo veshhestva pochvy* [Role of plant biomass in the formation of the active pool of soil organic matter]. *Pochvovedenie – Soil Science*, 2004, No. 11, pp. 1350-1359.

12. Kurachev V.M. & Baturina V.B. *Tempy razlozheniya rastitel'nykh ostatkov v pochvakh tekhnogennykh landshaftov* [Rates of decomposition of plant residues in soils of technogenic landscapes]. *Sibirskij Ekhologicheskij Zhurnal – Siberian Ecological Journal*, 2005, No. 5, pp. 789-793.

13. Androkhonov V.A. & Lavrinenko A.T. *Uskorenie protsessov rekul'tivatsii tekhnogennykh landshaftov na ugol'nykh predpriyatiyakh KATEKa i Khakassii* [Acceleration of processes of recultivation of technogenic landscapes at the coal enterprises of KATEK and Khakassia]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2012, No. 7, pp. 62-64. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072012.pdf> (accessed 15.11.2018).

## СУЭК стала победителем Национальной премии в области импортозамещения «Приоритет-2018»

**19 ноября 2018 г. в Москве прошла торжественная церемония объявления победителей Национальной премии в области импортозамещения «Приоритет-2018», состоявшаяся в Общественной Палате РФ.**

**В соответствии с решением конкурсной комиссии АО «СУЭК» признано победителем Премии в номинации «приоритет-ТЭК».**

Награда вручена компании за комплекс проектов в области импортозамещения. В частности, был отмечен выпуск центробежного горизонтального шламового насоса (НЦГШ) в ООО «Бородинский ремонтно-механический завод», предназначенного для перекачивания нейтральных гидросмесей. Два насоса из модельного ряда – НЦГШ-750/40 и НЦГШ-800/40 – были отмечены бронзовыми медалями Международной специализированной выставки «Уголь России и Майнинг». Насосы производства ООО «Бородинский РМЗ» на 30% дешевле импортных аналогов – шламовых насосов WARMAN, METSO. Среди других проектов СУЭК в рамках импортозамещения – модернизация энергоснабжения и схем управления экскаватора SRsK-4000, перегружателя VR-132 и отвалообразователя ARsK-8800; ковши для всех типов экскаваторов зарубежных производителей; автоматизированная система контроля, учета и управления работой горно-транспортного оборудования; дробильно-фрезерная машина; на-



почвенная зубчатая дорога; производство ленточных конвейеров, трансформаторных подстанций, взрывозащищенных электродвигателей, магнитных станций, высоковольтных ячеек типа PHDI/PHDI и многое другое.

Национальная премия «Приоритет» поддерживает развитие проектов в области импортозамещения, повышения уровня информированности об успехах в этой области, проводится при поддержке комитетов Государственной Думы ФС РФ, Минпромторга, Минсельхоза, Минэнерго, Минкомсвязи, ФАС, «Деловой России», ТПП РФ, РСПП.



# Территориальные и технологические особенности добычи угля открытым способом в Республике Вьетнам

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-102-103>

## ЗЕНЬКОВ Игорь Владимирович

Доктор техн. наук, Заслуженный эколог РФ, профессор Сибирского федерального университета, профессор ФГБУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва», 660049, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru

*В статье представлен краткий обзор состояния добычи угля открытым способом в северо-восточных районах Республики Вьетнам, где расположен заповедник мирового значения «Залив Халонг». Позитивным считаем то, что горнодобывающие компании весьма эффективно занимаются лесной рекультивацией породных отвалов.*

**Ключевые слова:** Республика Вьетнам, залив Халонг, открытые горные работы, добыча антрацита, экология горных работ, рекультивация земель.

## ВВЕДЕНИЕ

За последнее десятилетие в Республике Вьетнам продолжилось увеличение объема добычи угля открытым способом, начавшейся в конце 1970-х гг. Площадь участков, где производится добыча угля, за 40 лет увеличилась в десятки раз.

## ДОБЫЧА УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ В РЕСПУБЛИКЕ ВЬЕТНАМ

В настоящее время практически весь объем добычи угля на уровне 40 млн т сконцентрирован в северо-восточных районах Вьетнама. Здесь добывают высококачественные и самые дорогие угли – антрациты, идущие на экспорт. Добыча угля производится как на побережье, так и вблизи залива Халонг, который считается заповедником мирового значения.

На исследуемой территории выделено четыре участка, в границах которых сконцентрирована добыча угля (см. рисунок).

Границы этих участков обведены линиями желтого цвета, а участки природных ландшафтов и территории населенных пунктов, подвергающиеся косвенному техногенному воздействию, – линиями синего цвета.

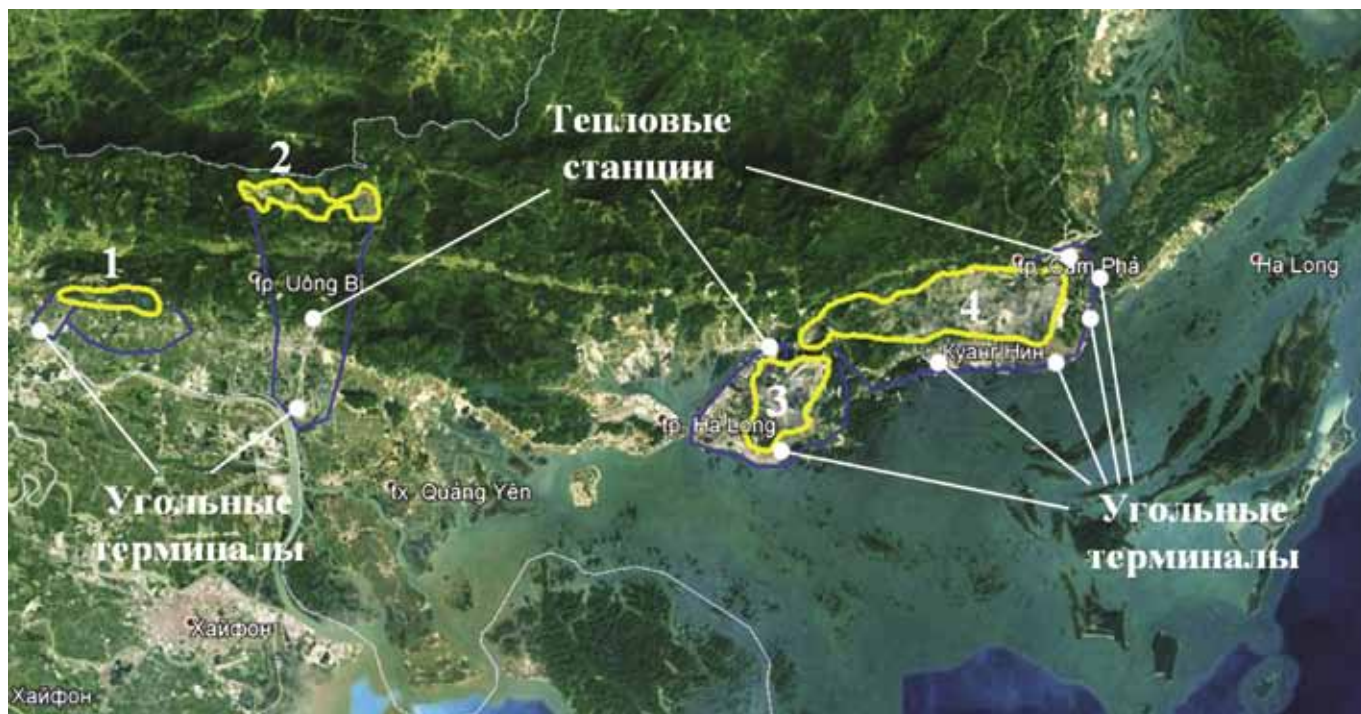
Восточная граница участка 1 находится в 27 км от побережья. Площадь нарушенных земель под горными работами и промышленными инфраструктурными объектами составляет 1050 га. На участке 1 работает угольный разрез, в котором установлены девять экскаваторов, работающих в комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью до 50 т. В западном секторе участка расположены устья штолен угольной шахты. На участке 1 весь добытый уголь размещают на угольном складе в западном секторе участка. Далее уголь по конвейеру длиной 3,5 км доставляют на угольный терминал, находящийся на берегу реки, впадающей в залив Халонг. Рекультивацию земель проводили на небольшой площади в восточном секторе.

Участок 2 площадью 1700 га находится в 16 км от залива Халонг. На его территории работают четыре самостоятельных карьера, где на горных работах установлены 16 экскаваторов. Добытый уголь размещают на трех угольных складах, расположенных в западном, центральном и восточном секторах участка 2. С западного сектора уголь транспортируют по наклонному конвейеру длиной 5 км, далее его перегружают в железнодорожные составы и в них транспортируют (9 км) на тепловую станцию в местности Quanq Trunq или на речной угольный терминал для отгрузки в суда. С двух других складов уголь транспортируют в железнодорожных вагонах либо в автосамосвалах в те же адреса. Работы по рекультивации земель на территории выделенного участка 2 не производились.

Участок 3 площадью 2890 га находится на полуострове, омываемом водами залива Халонг. На территории участка 3 расположены три карьера, в двух из которых запасы угля отработаны. В карьере, расположенном в северо-восточной части участка, установлены 18 экскаваторов. Добываемый уголь транспортируют на тепловую станцию, расположенную севернее участка 3, в автосамосвалах, а на морской угольный терминал – по железной дороге с выходом через юго-восточный сектор участка 3. На территории участка 3 производились масштабные работы по горнотехнической и лесной рекультивации породных отвалов. Результаты рекультивации в плане улучшения экологии, по нашей оценке, весьма позитивные, что доказано использованием космических средств объективного контроля.

Участок 4 площадью 8050 га находится на материковой части Вьетнама, расстояние от его южной границы





Расположение районов с масштабной добычей угля во Вьетнаме на снимке из космоса, 2018 г.

до залива составляет 1600 м. На этой полосе расположена курортная зона. На территории участка 4 расположены девять карьеров, в четырех из которых запасы угля отработаны. Также имеются многочисленные добычные участки, на которых уголь добывают практически с поверхности, что влечет за собой минимальный объем вскрышных работ и значительные площади нарушенных земель. На горных работах в целом на участке 4 задействовано 48 экскаваторов. Добываемый уголь транспортируют на сортировочные склады временного хранения угля, далее по железной дороге либо в автосамосвалах уголь доставляют до морских угольных терминалов. На территории участка 4 также производились масштабные работы по горнотехнической и лесной рекультивации породных отвалов. Результаты рекультивации в плане восстановления экологического баланса весьма позитивные.

Отметим, что на всех угольных разрезах задействовано большое количество карьерных экскаваторов с вместимостью ковша до 5 м<sup>3</sup> и с разными системами привода рабочего оборудования. Нередкими являются ситуации, когда в очередь на погрузку к одному экскаватору выстраивается очередь из 13 порожних автосамосвалов. В смену одновременно выходят на линию на всех разрезах несколько сотен дизельных самосвалов. При такой концентрации горного производства и работе инфраструктурных объектов, как показывает мировая практика, по известным причинам резко ухудшается экологическая обстановка как на территории добычи угля, так и вблизи нее.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, в северо-восточных районах Вьетнама, на территории природных ландшафтов, прилегающих к заповеднику мирового значения «Залив Халонг», производится

добыча угля открытым способом, масштаб которой за последнее десятилетие существенно возрос. Как видно, Правительством Республики Вьетнам приоритет был отдан наполнению бюджета от экспортных поставок угля, что в итоге привело к ухудшению среды обитания всего живого как на суше, так и в море в северо-восточных районах республики.

## ABROAD

UDC 622.271:622.33.012.3(597.7):622.85 © I.V. Zenkov, 2018  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) •  
Ugol' – Russian Coal Journal, 2018, № 12, pp. 102-103

**Title**  
**TERRITORIAL AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF OPEN MINING OF COAL IN THE REPUBLIC OF VIETNAM**

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2018-12-102-103>

### Author

Zenkov I.V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

<sup>2</sup> M.F. Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, the Federal State-Funded Educational Institution of Higher Professional Education (FSFEI HPE), Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

### Authors' Information

**Zenkov I.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Merited Ecologist of the Russian Federation, Professor, e-mail: zenkoviv@mail.ru

### Abstract

The paper provides a brief overview of the state of open mining of coal in the north-eastern regions of the Republic of Vietnam, where the Halong Bay World-class Reserve is located. We consider it positive that mining companies are very effectively engaged in the forest reclamation of waste heaps.

### Keywords

Republic of Vietnam, Halong Bay, Surface mining operations, Anthracite mining, Ecology of mining operations, Land reclamation.

## Лучшие горняки АО «СУЭК-Кузбасс» награждены автомобилями

*В компании «СУЭК-Кузбасс» состоялось двадцатое – юбилейное – заседание Клуба «Проходчик». На заседании были подведены итоги работы подготовительных коллективов за второй и третий кварталы 2018 г.*

Победителями производственного соревнования за два квартала стали бригады **Александра Кея** шахты им. С.М. Кирова, **Владимира Васильева** шахты «Польсаевская», в группе «открытые горные работы» – бригада **Вадима Курякова** Разрезноуправления. Призеры награждены призами и денежными премиями.

За достижение наилучших показателей по итогам работы за 9 мес. 2018 г. автомобилями Volkswagen награждены три бригады: **Сергея Подрезова** шахты «Комсомолец», **Владимира Васильева** шахты «Польсаевская» и **Виталия Арестова** Разрезноуправления.

Генеральный директор АО «СУЭК-Кузбасс» **Евгений Ютяев** в обращении к бригадирам отметил важность соблюдения правил безопасности и роста производительности в проведении горных работ. *«Инвестиции непосредственно в программы безопасности и новое оборудование стабильно растут. В рамках технического перевооружения и оснащения забоев новыми фронтальными комплексами приобретено семь проходческих комплексов Sandvik MB-670, что дает значительное увеличение темпов проходки»,* – подчеркнул **Евгений Ютяев**.

После награждения состоялась церемония подписания договоров по взятию бригадами и экипажами повышенных обязательств на следующее полугодие и избран новый президент Клуба «Проходчик». По результатам голосования из рук президента Клуба, Героя Труда РФ, бригадира проходческой бригады шахтоуправления «Талдинское-Западное» **Александра Куличенко** символ клуба – отбойный молоток – перешел в руки бригадира проходческой бригады шахты им. А.Д. Рубана **Павла Придатченко**.



## **ФРЯНОВ Виктор Николаевич**

*(к 80-летию со дня рождения)*

***4 декабря 2018 г. исполнилось 80 лет со дня рождения и 55 лет научно-педагогической деятельности профессора, доктора технических наук, Почетного работника угольной промышленности, Заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, заведующего кафедрой геотехнологии Сибирского государственного индустриального университета Виктора Николаевича Фрянова.***

В.Н. Фрянов родился в г. Киселевске в семье шахтера. В 1958 г. он закончил Прокопьевский горный техникум, в 1963 г. – Кемеровский горный институт по специальности «Маркшейдерское дело». С 1963 г. В.Н. Фрянов работал в институте ВНИИГидроуголь старшим научным сотрудником, с 1970 г. – руководителем сектора лаборатории систем разработки и горного давления. В 1971 г. он получил аттестат старшего научного сотрудника по специальности «Маркшейдерское дело». В 1989 г. в Институте угля и углехимии СО РАН Виктор Николаевич защитил докторскую диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. С 1984 г. по настоящее время В.Н. Фрянов работает заведующим кафедрой геотехнологии Сибирского государственного индустриального университета. Он ведет активную педагогическую деятельность. При его участии на кафедре подготовлено более 3000 горных инженеров. В качестве руководителя и консультанта Виктор Николаевич подготовил 8 докторов и 34 кандидата технических наук.

Под руководством В.Н. Фрянова успешно функционирует научная школа «Создание интенсивных нетрадиционных информационно-материальных технологий добычи и переработки минерального сырья», в рамках которой создан комплекс объектно-ориентированных компьютерных программ для прогноза геомеханических и технологических параметров систем разработки угольных пластов длинными и короткими очистными забоями, разрабатывается методическая и учебная литература для применения на шахтах Кузбасса и в учебном процессе вузов.

Более 20 лет В.Н. Фрянов является одним из организаторов Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проходящей в рамках международной специализированной выставки «Уголь России и Майнинг». Виктор Николаевич принимает активное участие в качестве ответственного редактора в подготовке и издании сборника научных статей по материалам этой конференции.

За активное участие в специализированных выставках технологий горного производства награжден знаком «За вклад в выставочную деятельность».

За многолетнюю педагогическую деятельность по подготовке квалифицированных специалистов и заслуги в области высшего образования Виктору Николаевичу присвоены почетные звания «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации», «Почетный профессор Кузбасса».

Многогранная трудовая деятельность В.Н. Фрянова отмечена правительственными, ведомственными и региональными наградами. Виктор Николаевич награжден медалью Ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, имеет звание «Почетный работник угольной промышленности», награжден знаками «Трудовая слава» III степени, «Горняцкая слава» трех степеней, медалями «За особый вклад в развитие Кузбасса» III степени, «Лауреат премии Кузбасса», «60 лет Дню шахтера», серебряным знаком «Горняк России».

***Друзья и коллеги по работе, редколлегия и редакция журнала «Уголь» сердечно поздравляют Виктора Николаевича Фрянова с юбилеем, желают ему крепкого здоровья, долгих лет жизни, продолжения плодотворной деятельности и дальнейших творческих свершений!***





## ШТЕЙНЦАЙГ Роман Михайлович

(к 65-летию со дня рождения)

**23 декабря 2018 г. родные и близкие, друзья и коллеги отмечают 65-летие доктора технических наук, кавалера медали Ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, Заслуженного работника ТЭК, Почетного работника угольной промышленности, полного кавалера знака «Шахтерская слава», действительного члена Академии горных наук, генерального директора ООО «Южная угольная компания» Романа Михайловича Штейнцайга.**

Потомственный шахтер, свой трудовой путь Роман Михайлович начинал крепежником на одном из рудников Кривбасса. Затем диплом с отличием по специальности «горный инженер-электромеханик», аспирантура в ИГД им. А.А. Скочинского, научно-производственная

деятельность на разрезе «Нерюнгринский» в Южной Якутии, кандидатская диссертация, работа старшим научным работником в ВАК СССР, а затем заместителем заведующего лабораторией ИГД им. А.А. Скочинского, участие в первом в СССР Межведомственном творческом коллективе «Экологически чистая энергетика на базе Экибастузского угольного месторождения», докторская диссертация.

С конца 1980-х гг. Роман Михайлович продолжил научно-производственную деятельность на руководящих должностях в целевых проектах в объединениях «Приморскуголь», «Красноярскуголь», «Кемеровоуголь».

В середине 1990-х гг. под эгидой Компании «Росуголь» Р.М. Штейнцайг был ответственным исполнителем крупных российско-германских проектов в «KSM-2000R» и «LB-500M».

Роман Михайлович является автором более 60 научных трудов и монографий, имеет 20 авторских свидетельств и

патентов РФ на изобретения. Под его научным руководством успешно защищены пять кандидатских диссертаций.

Его хорошо знают и помнят трудовые коллективы Кузбассразрезугля и Прокопьевскугля.

Последнее десятилетие Р.М. Штейнцайг возглавляет «Южную угольную компанию» в Ростовской области, реализующую амбициозные программы развития добычи антрацитов в стране.

Требовательностью к себе, ответственностью за порученные участки работ, профессионализмом и доброжелательностью Роман Михайлович заслужил авторитет в научной и производственной среде угольщиков и горных машиностроителей.

Его благотворительная и производственная деятельность отмечена высокими наградами Кузбасса и Ростовской области, Орденами Русской Православной Церкви.

**Горная и научно-техническая общественность, родные и близкие, друзья и коллеги, редколлегия и редакция журнала «Уголь», поздравляя Романа Михайловича Штейнцайга с юбилеем, желают ему счастья и благополучия, доброго здоровья, долгих лет успешной творческой деятельности и новых побед!**



## ЮСУПОВ Халидилла Абенович

(к 60-летию со дня рождения)

**9 декабря 2018 г. исполняется 60 лет профессору кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова, председателю совета директоров АО «Горно-металлургическая компания «Ирасу», техническому директору горнорудной компании «Казахстанские минеральные ресурсы», доктору технических наук Халидиллу Абеновичу Юсупову.**

Халидилла Абенович проработал в Казахском национальном исследовательском техническом университете им. К.И. Сатпаева 36 лет: был заведующим кафедрой, деканом горного факультета, директором горно-металлургического института.

Под его руководством защищены 5 кандидатских и PhD-докторских диссертаций, при его непосредственном участии подготовлены несколько тысяч горных инженеров, бакалавров и магистров - технологов, маркшейдеров и механиков. Им опубликовано 120 работ, 6 монографий, 14 методических разработок, получено 16 патентов на изобретения.

Х.А. Юсупов имеет большие достижения и в научно-производственной деятельности. Им разработаны и внедрены в производство проекты и ряд новых вариантов вскрытия и систем разработки на рудниках АО «Майкаин-золото», АО «ГХК «Ушгер», ТОО «Жарголд», решаются вопро-

сы декольматации скважин при подземном скважинном выщелачивании, предложены и используются рациональные параметры буровзрывных работ. Благодаря его исследованиям досрочно введены в эксплуатацию новые предприятия и глубокие горизонты реконструируемых рудников.

Халидилла Абенович длительное время работал председателем экспертного совета по наукам о Земле, председателем диссертационного Совета по защите докторских диссертаций по специальности «Горное дело», внося большой вклад в аттестацию и организацию подготовки научных кадров Республики Казахстан.

**Друзья, коллеги по работе, редакционная коллегия и редакция журнала «Уголь» от души поздравляют Халидиллу Абеновича Юсупова с юбилеем и желают ему новых творческих успехов и крепкого здоровья!**

# Перечень статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2018 году

	№	С
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ. РЕГИОНЫ</b>		
<b>Артемьев В.Б.</b> СУЭК – итоги 2017 года	3	4
<b>Артемьев В.Б.</b> СУЭК – устойчивое развитие угольной отрасли	8	7
<b>АО «СУЭК»</b> Апатский угольный разрез осваивает новую технику	11	30
<b>АО «СУЭК»</b> Бригада Евгения Косьмина шахты имени В.Д. Ялевского АО «СУЭК-Кузбасс» установила мировой рекорд добычи угля	10	1
<b>АО ХК «СДС-Уголь»</b> Всероссийский рекорд установили проходчики шахты «Листвяжная»	8	36
<b>Бурцев С.В., Беляев А.Г., Реутов А.И., Леонов А.Н.</b> Снижение воздействия на окружающую среду при применении передовых технологий БВР на горнодобывающих предприятиях	3	29
<b>Восточная горнорудная компания</b> продолжает тренд на развитие	3	42
<b>Восточная горнорудная компания</b> удваивает показатели добычи угля	8	39
<b>Всероссийский</b> рекорд по проходке установили горняки ЕВРАЗа	3	40
<b>Глинина О.И.</b> Итоги III Национального горнопромышленного форума	2	6
<b>Глинина О.И.</b> Металлы и горнодобывающая промышленность России и СНГ 2018	9	18
<b>Глинина О.И.</b> XXVI Международный научный симпозиум «Неделя горняка – 2018»	6	4
<b>Дадаева Е.</b> Распадская угольная компания ЕВРАЗа: в шахту – с планшетом, на разрез – с квадрокоптером	8	92
<b>Заседание</b> Комиссии по вопросам стратегии развития ТЭК и экологической безопасности	9	5
<b>Исламов С.Р.</b> Будущее угля: в поисках новой парадигмы	9	26
<b>Килин А.Б.</b> Непрерывное развитие – одно из главных условий стабильного производства	8	14
<b>Килин А.Б.</b> Новый уровень производительности и безопасности труда	3	14
<b>Копытов А.И., Шаклеин С.В.</b> Направления совершенствования стратегии развития угольной отрасли Кузбасса	5	80
<b>Литвинцева М.В.</b> АО «Разрез Тугнуйский» – впереди новые планы и победы	8	22
<b>Манаков Ю.А., Куприянов А.Н., Копытов А.И.</b> Добыча каменного угля в Кузбассе в аспекте устойчивого развития региона	9	89
<b>Моисеенков А.В.</b> ФГБУ «ГУРШ» – двадцать лет спустя	2	36
<b>О поездке</b> в Кемеровскую область Президента Российской Федерации В.В. Путина 27 августа 2018 года	9	4
<b>ООО «Приморскуголь».</b> Компания «Приморскуголь» в юбилейный год профессионального праздника День шахтера: 70 лет ради света и тепла!	3	21
<b>ООО «Распадская угольная компания».</b> Угольщики ЕВРАЗа держат марку	3	36
<b>Плакиткина Л.С., Плакиткин Ю.А.</b> Новые сценарии развития экономики России: актуализированные прогнозы развития добычи угля в период до 2025 года	5	66
<b>Попов Д.В.</b> ООО «Восточно-Бейский разрез»: работа предприятия и перспективы развития	3	18

	№	С
<b>Попов Д.В.</b> ООО «Восточно-Бейский разрез»: работа предприятия и перспективы развития	8	18
<b>Рыбак Л.В., Рыбак В.Л., Алексеев Г.Ф., Бурцев С.В., Перекрестова М.Г., Макаров Ю.В., Киселев А.С.</b> Холдинговая компания «СДС-Уголь»: международные подходы в области менеджмента качества, экологии и охраны труда	4	18
<b>Скрыль А.И.</b> Резервы повышения потребительских свойств угольной продукции и роста эффективности ее использования	9	12
<b>Хлебунов Е.В.</b> Состояние и перспективы развития угольной промышленности Кузбасса	5	14
<b>Черепанова А.</b> Шахта «Распадская» – 45 лет	12	6
<b>Шахта «Юбилейная»:</b> новый пласт – новые возможности	12	14
<b>Штейнцвайг Р.М.</b> ООО «Южная угольная компания» – концепция развития производства до 2030-2035 гг.	8	41

<b>ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ</b>		
<b>АО «СУЭК».</b> Врио губернатора Кемеровской области Сергей Цивилев встретился с проходчиками бригады Героя Труда России Александра Куличенко	6	32
<b>Ваганов В.С., Гоффарт Т.В.</b> Шахтная логистика – новые решения	8	60
<b>Габов В.В., Нгуен К.Л., Нгуен В.С., Ле Т.Б., Задков Д.А.</b> Обоснование геометрических и режимных параметров шнековых исполнительных органов, обеспечивающих эффективность погрузки угля на забойной конвейер	2	32
<b>Дудин А.А., Вахрушев Е.В., Злобин С.Е., Прокофьев А.С., Пайкин Д.И., Лысенко М.В.</b> Обоснование возможности применения анкерной крепи горных выработок в условиях обводненных и ослабленных пород	12	21
<b>Ефимов В.И., Корчагина Т.В., Попов А.И., Музафаров Г.Г.</b> Опыт отработки крутых угольных пластов Прокопьевско-Киселевского месторождения	6	12
<b>Международная</b> научно-практическая конференция «Подземная угледобыча XXI век»	6	26
<b>Мешков А.А., Волков М.А., Ордин А.А., Тимошенко А.М., Ботвенко Д.В.</b> О рекордной длине и производительности очистного забоя шахты имени В.Д. Ялевского	7	4
<b>Нурғалиев Е.И., Майоров А.Е.</b> Технологические схемы возведения монолитных изоляционных сооружений горных выработок угольных шахт	11	10
<b>Попов М.В.</b> Нагнетание воды в пласт антрацита повышенного давления через скважины направленного бурения благоприятствует экономике и экологии	2	28
<b>Ремезов А.В., Новоселов С.В.</b> Теоретические и методические вопросы определения параметров опорного давления в горных выработках и практика их применения	6	21
<b>Фам Д.Т., Виткалов В.Г., Агафонов В.В., Нгуен З.Ф.</b> Обоснование рациональных вариантов технологии отработки наклонных угольных пластов средней мощности с использованием камерно-столбовой системы разработки бассейна Куангнинь	6	27
<b>Фам Д.Т., Фан Т.А., Ле К.Ф., Виткалов В.Г.</b> Определение рациональной ширины предохранительной пачки угля при отработке наклонных угольных пластов средней мощности с использованием камерно-столбовой системы	9	36

	№	С
<b>Филатов Ю.М., Семенцов В.В., Прокопенко С.А., Ермолаев А.М., Соболев В.В.</b> Повышение эффективности и безопасности отработки целиков при камерно-столбовой системе разработки угольных пластов	12	16
<b>Хмелинский А.А., Мефодьев С.Н., Ренев А.А., Андреев А.В.</b> Формирование демонтажной камеры 8Л вприсечку к очистному забою в условиях влияния геологического нарушения и в зонах повышенного горного давления от параллельных лав вышележащего пласта	5	43
<b>Якунчиков Е.Н., Агафонов В.В.</b> Проектирование высокопроизводительной отработки запасов выемочных участков угольных шахт в усложняющихся горно-геологических условиях	11	4

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ		
<b>АО «СУЭК».</b> Бригада экскаватора Назаровского разреза установила рекорд предприятия по переэкскавации	7	14
<b>АО «СУЭК».</b> Забайкальские горняки установили мировой рекорд по отгрузке вскрышной породы	12	32
<b>АО «СУЭК».</b> На Бородинском разрезе встала на модернизацию одна из крупнейших горных машин края	7	16
<b>АО «СУЭК».</b> На Бородинском разрезе установлен суточный рекорд отгрузки вскрышных пород	12	30
<b>АО ХК «СДС-Уголь».</b> Предприятия АО ХК «СДС-Уголь» установили очередные мировые рекорды по отгрузке горной массы	12	12
<b>Бурцев С.В., Левченко Я.В., Таланин В.В., Ворошилин К.С.</b> Безвзрывные технологии подготовки скальных горных пород к перемещению конвейерным транспортом	10	8
<b>Бурцев С.В., Каранов Д.Н., Супрун В.И., Левченко Я.В.</b> Оконтуривание карьерных и отвальных полей на основе минимума транспортной работы по перемещению карьерных грузов	6	33
<b>Бурцев С.В., Матвеев А.В., Супрун В.И., Радченко С.А., Левченко Я.В.</b> Определение параметров и зон использования капитальных траншей, закладываемых со стороны рабочих бортов карьеров	3	43
<b>Глинина О.И.</b> Уралмашзавод и Газпромбанк: комплексные решения для горной промышленности	2	10
<b>Добровольский А.И., Шевкун Е.Б., Лещинский А.В., Галимьянов А.А.</b> Механизация забойки взрывных скважин при отработке наклонных угольных пластов сложного строения	4	10
<b>Зеньков И.В., Нефедов Б.Н., Рагозина М.А., Логина Е.В.</b> Использование ресурсов ДЗЗ в создании информационного обеспечения развития горного машиностроения для угледобывающего сектора российской экономики	6	42
<b>Комиссаров А.П., Лагунова Ю.А., Лукашук О.А., Плотников Н.С.</b> Новый тип рабочего оборудования карьерного экскаватора	12	27
<b>Малафеев С.И., Серебренников Н.А.</b> Повышение энергетической эффективности карьерных экскаваторов на основе модернизации электрооборудования и систем управления	10	30
<b>Марченко Е.Г., Богаченко А.И.</b> АО «Салек»: опыт планирования горных работ с применением 3D-моделирования	8	47
<b>Минкин А., Вольперс Ф.М., Хелльмут Т.</b> Новая концепция циклично-поточного крутонаклонного транспорта с применением внутрикарьерной системы дробления и транспортировки (IPCC) для добычи открытым способом	5	34

	№	С
<b>Побегайло П.А., Ильина А.Н.</b> Физическая модель оценки динамики гидравлических экскаваторов на ранних стадиях проектной деятельности	12	33

НОВОСТИ ТЕХНИКИ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ. ТРАНСПОРТ. МАСЛА		
<b>Алиев С.Б., Сулеев Б.Д.</b> Исследование и расчет дискового фрезерного рабочего органа	11	32
<b>АО «ГПФК»</b> Профессиональная линейка смазочных материалов и специальных жидкостей для техники БЕЛАЗ	4	51
<b>АО «КАУСТИК».</b> Пыление и смерзание угля: проблемы и решения	4	43
<b>АО «Новосибирский механический завод «Искра»</b> подвело итоги работы за 9 месяцев 2018 года	11	42
<b>АО «Холдинговая компания «ТЭМПО».</b> ЗАО «ПТФК «ЗТЭО»	5	26
<b>Бачурин Ю.И.</b> Продукты и технический аудит компании TOTAL – гарантия надежной и эффективной работы предприятий	11	22
<b>Бачурин Ю.И.</b> Современные смазочные материалы TOTAL для горнодобывающей техники, позволяющие достичь экономии	9	52
<b>Бизнес масел ЛУКОЙЛ:</b> позитивные итоги	2	24
<b>Вагоны</b> нового поколения поддерживают российский экспорт угля	5	94
<b>Егорова Т.П., Делахова А.М.</b> Оценка транспортно-транзитного потенциала железнодорожной инфраструктуры в зоне экономического развития Южной Якутии	11	54
<b>Иванов Л.М.</b> «СПК-Стык» – выход на новый уровень производства	5	22
<b>Исайченков А.Б., Довженко А.С., Степанов А.А., Роженко В.В.</b> Поиск новых возможностей повышения безопасности и эффективности автотранспортных подразделений АО «СУЭК»	2	20
<b>Компания «Эпирок»</b> представила свой бренд в России	5	47
<b>Компания Dassault Systèmes.</b> Цифровизация в России	2	72
<b>Корпорация «АСИ».</b> Весовой контроль автотранспорта	4	48
<b>Крицкий Д.Ю., Тюрин С.И., Ковалева А.А., Гильманшина Т.Р.</b> Влияние структуры марганцовистой стали на эксплуатационные характеристики деталей крупногабаритных литых изделий	7	9
<b>Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Гарифуллин Ф.Ф.</b> Нагруженность и долговечность средств крепления резцов при износе гнезд резцедержателей угледобывающих комбайнов	11	24
<b>На шаг</b> впереди – инновационные разработки ООО «СПК-Стык»	8	104
<b>Назаровское ГМНУ</b> офланцевало трубы для шахт Кузбасса	5	18
<b>ООО «БЕЛАЗ-СЕРВИС».</b> Профессиональная линейка смазочных материалов и специальных жидкостей для техники БЕЛАЗ	8	65
<b>ООО «Красноярск-БелазСервис».</b> Профессиональная линейка смазочных материалов и специальных жидкостей для техники БЕЛАЗ	7	17
<b>ООО «ЛЛК-Интернешнл».</b> Комплексные решения для эффективной работы	9	44
<b>ООО «ЛЛК-Интернешнл».</b> 1000 моточасов ЛУКОЙЛа или почему горнодобытчики переходят на масла нового поколения	5	40
<b>ООО «ПРОМТЕХСНАБ».</b> Профессиональная линейка смазочных материалов и специальных жидкостей для техники БЕЛАЗ	11	61

	№	С
<b>ООО «ПРОМТЕХСНАБ».</b> Профессиональные технические решения для оптимизации работы техники БЕЛАЗ с использованием оригинальных масел и специальных жидкостей BELAZ G-Profi	5	30
<b>ООО «СТЛЦ «БЕЛАЗ-УРАЛ».</b> Самосвалы серии БЕЛАЗ-7558: надежны, эффективны, экономичны	6	45
<b>ООО «ФУКС ОЙЛ».</b> Новые продукты и решения от FUCHS для предприятий угольной промышленности	5	24
<b>Побегайло П.А., Крицкий Д.Ю., Мутыгуллин А.В., Шигин А.О.</b> Обоснование выбора точек контроля металлоконструкций экскаваторов-драглайнов	6	48
<b>Прокопенко С.А., Чехлар М.</b> Повышение эффективности разрушения горных пород спаренной работой резцов с разными наконечниками	11	18
<b>Сервисно-ремонтный центр «Фойт Турбо» в Кузбассе:</b> Ваш надежный партнер в течение 10 лет	8	62
<b>Сибирский Филиал компании «Сумитек Интернейшнл»:</b> 10 лет – полет нормальный	8	54
<b>«Сумитек Интернейшнл»</b> – 7 лет успешной работы в Кузбассе	5	76
<b>Трухнов Л.И., Насковец А.М.</b> Новое семейство карьерных самосвалов БЕЛАЗ с электромеханической трансмиссией грузоподъемностью 180 тонн	10	19
<b>Федоров А.М.</b> Система мониторинга смазочных материалов для предприятий угольной промышленности	3	50
<b>Шаршавенкова Н.А.</b> Движение к успеху с помощью инноваций	2	26
<b>J.D. Theile GmbH &amp; Co.KG.</b> Высокая предельная разрушающая нагрузка при малой монтажной высоте и запатентованная защита от заклинивания при помощи коротких штифтов Short Studs	5	42
<b>MAN</b> определяет дальнейшее развитие в России	4	46
<b>Wirtgen Group.</b> Производительность и надежность: европейская техника для добычи российского угля	5	74

<b>ОХРАНА ТРУДА. БЕЗОПАСНОСТЬ. ДЕГАЗАЦИЯ</b>		
<b>Артемьев В.Б., Лисовский В.В., Циношкин Г.М., Кравчук И.Л.</b> СУЭК на пути к «нулевому травматизму»	8	71
<b>Бурцев С.В., Басыров О.Ф.</b> Комплексный подход в области промышленной безопасности и охраны труда	4	26
<b>В Забайкалье</b> прошла конференция «Промышленная безопасность, экология, охрана и медицина труда в СУЭК»	8	68
<b>Качурин Н.М., Ефимов В.И., Стась Г.В., Качурин А.Н.</b> Прогноз радоновой опасности и расчет количества воздуха для проветривания очистных участков по радоновому фактору	1	40
<b>Ким М.Л., Родичев А.С., Певзнер Л.Д., Платонов А.К.</b> О возможности использования мобильных робототехнических летательных аппаратов при выполнении оперативного плана ликвидации аварии на шахтах	1	34
<b>Клишин В.И., Оприк Г.Ю., Черепов А.А.</b> Комплексный метод снижения удароопасности на угольных шахтах	9	56
<b>Колесниченко И.Е., Артемьев В.Б., Колесниченко Е.А.</b> Обоснование способа электромагнитного излучения при инициировании и распространении взрыва метана и угольной пыли в шахтной атмосфере	10	36
<b>Колесниченко И.Е., Артемьев В.Б., Колесниченко Е.А., Черечукин В.Г., Любомищенко Е.И.</b> Горная аэродинамика: физико-химические закономерности и принципы	5	58
<b>Костеренко В.Н., Тимченко А.Н.</b> Пятые соревнования вспомогательных команд на подземных горных работах предприятий АО «СУЭК»	8	76

	№	С
<b>Кулецкий В.Н., Лисовский В.В., Жунда С.В., Довженко А.С., Галкин А.В.</b> Перекрестный аудит безопасности труда как средство снижения риска травмирования персонала	3	52
<b>Лисовский В.В., Иванов Ю.М., Ворошилов А.С., Седельников Г.Е., Ли Хи Ун</b> Практическое использование методики количественной оценки рисков травматизма «Вероятность-Вред-Риск» (ВВР) на примере АО «СУЭК-Кузбасс»	12	41
<b>Мещеряков А.А.</b> Вентиляция под контролем	8	81
<b>Новоселов С.В., Панихидников С.А.</b> Основной путь ликвидации взрывов метана в высоконагруженных очистных забоях угольных шахт опасных по газу – предупреждение создания взрывоопасной метано-воздушной смеси	4	31
<b>Осипов В.М.</b> Головной светильник: новейшие технологии для нового качества	7	22
<b>Поздняков Сергей.</b> «ИСКРА-Т» для горнорудной и угольной промышленности	5	48
<b>Поздняков Сергей.</b> Перспективы «ИСКРА-Т» для горнорудной и угольной промышленности	7	20
<b>Син С.А., Портола В.А., Игишев В.Г.</b> Повышение эффективности применения азота для борьбы с самовозгоранием угля в шахтах	5	51
<b>Управлению дегазации и утилизации метана АО «СУЭК-Кузбасс»</b> – 10 лет	12	38
<b>Филатов Ю.М., Игишев В.Г., Шлапаков П.А., Ширяев С.Н., Шлапаков Е.А.</b> О новой нормативной базе проблем борьбы с эндогенными пожарами в шахтах	2	67
<b>Черданцев С.В., Ли Х.У., Филатов Ю.М., Шлапаков П.А.</b> Влияние параметров грубодисперсных пылегазовоздушных смесей на время их выгорания в горных выработках угольных шахт	1	44
<b>Шевченко Л.А.</b> Формирование аэрогазовой ситуации в протяженных конвейерных выработках угольных шахт	11	36
<b>Ютяев Е.П., Портола В.А., Мешков А.А., Харитонов И.Л., Жданов А.Н.</b> Развитие процесса самонагревания в скоплениях угля под действием молекулярной диффузии кислорода	10	42
<b>Яковлев В.Л., Кравчук И.Л., Неволлина Е.М., Иванов Ю.М.</b> Требования к системе обеспечения безопасности в условиях переходных процессов на горнодобывающем предприятии	7	26
<b>XI Международные горноспасательные соревнования IMRC-2018</b>	4	36

<b>ЭКОНОМИКА. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ. АНАЛИТИКА. ИННОВАЦИИ</b>		
<b>АО «СУЭК».</b> СУЭК первой в России и странах СНГ получила сертификат соответствия стандарту ISO 55001 «Менеджмент активов»	1	17
<b>Бакурова Е.В.</b> Соглашение о государственно-частном партнерстве как форма реализации проекта переработки углей в синтетическое жидкое топливо на территории Приморского края	2	54
<b>Воскобойник М.П., Рожков А.А.</b> Ретроспективная и прогнозная оценки эффективности технологического развития угольной промышленности России	2	48
<b>Ефимов В.И., Корчагина Т.В., Колычев А.С., Митичкин С.И.</b> Пути решения инновационных задач в угольной промышленности	4	22

	№	С
<b>Жабин А.Б., Поляков А.В., Аверин Е.А.</b> Краткий анализ проблем и путей решения при обеспечении горнодобывающего предприятия современными техническими средствами ведения горных работ	1	13
<b>Каплан А.В., Терешина М.А.</b> Оценка устойчивости социально-экономического развития горнодобывающих предприятий	8	86
<b>Карпов А.Н., Буйницкий А.И., Ошаров А.В., Килин Ю.А., Лапаева О.А.</b> Деятельность руководителя предприятия: структура работы, факторы, критерии оценки результатов	1	7
<b>Копылов К.Н., Кубрин С.С., Решетняк С.Н.</b> Актуальность повышения уровня энергоэффективности и безопасности выемочного участка угольной шахты	10	66
<b>Лапаев В.Н., Каплан А.В., Терешина М.А., Милославская К.С.</b> Стратегии сбалансированного социально-экономического развития угледобывающего предприятия	6	59
<b>Новоселов С.В., Панихидников С.А.</b> Системная оценка экономической безопасности региона	12	48
<b>Панихидников С.А., Новоселов С.В.</b> Оценка и оптимизация энергетических затрат труда машинистов горно-выемочных машин очистных забоев – составная часть безопасности жизнедеятельности на шахтах России	11	64
<b>Пешкова М.Х., Галиев Ж.К., Галиева Н.В.</b> Методология обоснования области изменения основных показателей работы угольных предприятий, обеспечивающих эффективное внедрение новых технологий	7	32
<b>Плакицкий Ю.А., Плакицкина Л.С.</b> Мировой инновационный проект «Индустрия-4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. 3. Систематизация основных элементов проекта «Индустрия-4.0 по базовым процессам горного производства. (Окончание. Начало см. журналы «Уголь», №10-2017, с. 44-50, №11-2017, с. 46-53)	1	51
<b>Попов В.Н., Грибин Ю.Г., Гаркавенко А.Н., Рожков А.А., Мельникова А.С.</b> Повышение производительности, качества и эффективности труда – основа экономичности и конкурентоспособности угледобывающих предприятий	10	60
<b>Разовский Ю.В., Вишняков Я.Д., Киселева С.П., Рубан М.С., Горенкова Е.Ю.</b> Экономическая политика формирования стратегического видения угледобывающей компании	6	63
<b>Разовский Ю.В., Горенкова Е.Ю., Киселева С.П., Косякова И.В., Маколова Л.В.</b> Угольный арктический доход: классификация и методология оценки	7	42
<b>Рожков А.А., Соловенок И.С.</b> Формирование и трансформация институциональной системы регулирования структурных преобразований в угольной отрасли и на углепромышленных территориях России	2	40
<b>Сидоренко Э.Л., Шайдуллина В.К., Киракосян С.А.</b> Токенизация угольной промышленности: экономические и криминологические риски	12	54
<b>Таразанов И.Г.</b> Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2017 года	1	18
<b>Таразанов И.Г.</b> Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2017 года	3	58
<b>Таразанов И.Г.</b> Итоги работы угольной промышленности России за январь-март 2018 года	7	45
<b>Таразанов И.Г.</b> Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2018 года	10	47
<b>Таразанов И.Г.</b> Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2018 года	12	60

	№	С
<b>Фомин А.В., Лапаева О.А., Смолин А.В., Михно М.В.</b> Особенности культуры труда на японских предприятиях	2	61
<b>Циношкин Г.М., Самойленко А.Г., Дементьева С.А., Коркина Т.А., Яблонских Н.В.</b> Методика анализа организации производственного процесса автовскрыши	12	71
<b>Чернов А.И., Зиновьев А.В., Кравчук И.Л., Смолин А.В.</b> Совершенствование организации и контроля рабочих процессов на угольном разрезе для снижения производственного риска	10	72
<b>Шайдуллина В.К.</b> Привлечение инвестиций в угольную промышленность России: проблемы и перспективы	7	38
<b>Штейнцвайг М.Р.</b> К вопросу совершенствования форм государственно-частного партнерства при освоении природной ресурсной базы в угольной промышленности	8	82
<b>Якунчиков Е.Н., Копылов К.Н., Агафонов В.В.</b> Выбор и обоснование функциональной структуры и стратегии развития угольного сектора экономики	6	54
<b>Якунчиков Е.Н., Агафонов В.В.</b> Оптимизация функциональных структур угольных кластеров (многофункциональных шахтосистем)	9	64

**ВОПРОСЫ КАДРОВ**

<b>АО «СУЭК».</b> На предприятиях СУЭК прошли Дни открытых дверей	11	82
<b>Добровольский А.И., Феофанов Г.Л., Руденко С.Т., Непомнящая О.И., Шивырялкина О.С.</b> Повышение классности руководящего персонала АО «Ургалуголь» на основе развивающей аттестации	8	106
<b>Жунда С.В., Степашкин А.Л., Довженко А.С.</b> Повышение ценности руководимого – главная задача руководителя	10	90
<b>Королев А.С.</b> CASE-IN 2018: курс на Арктику	7	90
<b>Молодые горняки СУЭК</b> приняли участие во Всероссийском отраслевом форуме «Горная школа»	8	114
<b>Самый северный кейс.</b> Финал «CASE-IN» назвал лучшие студенческие инженерные команды 2018 года!	7	93
<b>Холодов П.П., Юнгблюдт С.В., Ботвенко Л.А.</b> Совершенствование методологии повышения квалификации руководителей и специалистов особо опасных производств ТЭКа как способ решения проблем безопасности	4	38

**РЕСУРСЫ. ПЕРЕРАБОТКА И КАЧЕСТВО УГЛЯ**

<b>Абдрахимова Е.С.</b> Жаростойкий поризованный бетон на основе отходов углеобогащения, химии и фосфатного связующего	11	48
<b>Абдрахимов В.З.</b> Снижение экологического ущерба экосистемам за счет использования межсланцевой глины и золошлакового материала в производстве легковесного кирпича и пористого заполнителя	10	77
<b>Антипенко Л.А.</b> Методы оценки обогатимости углей	4	69
<b>Васючков Ю.Ф.</b> Добыча угольного метана для получения газового топлива	12	77
<b>Васючков Ю.Ф.</b> Производство газового топлива в процессе подземной газификации газовых угольных пластов	11	44
<b>ВЕИР МИНЕРАЛЗ</b> совместно с АНДРИТЦ извлекают пользу из хвостов	11	84
<b>Джованис Д.</b> Больше угля – больше денег	4	66
<b>Дудченко О.Л., Федоров Г.Б., Андреев А.А.</b> Инновационный способ виброакустической классификации угольных пульп	6	67
<b>Ефимов В.И., Корчагина Т.В., Антонов А.И.</b> К вопросу переработки угольных шламов	2	77



	№	С
<b>Козлов В.А., Гарбер В.</b> Полукоксование низкозольного коксующегося угля и специальные минеральные добавки, применяемые непосредственно на углеобогащительной фабрике для повышения качества кокса	12	92
<b>Малышев П.С.</b> Система измерения расхода угольной пыли в пылепроводах к горелкам котла ГРЭС	5	78
<b>Рыжков К.М., Липатников С.Г., Кудрявцев А.В., Шарко К.С.</b> Необходимость и выбор способов обогащения энергетического угля марки «Д» в условиях ООО «Шахтоуправление «Майское»	7	72
<b>Сафонов А.А., Парафилов В.И., Маусымбаева А.Д., Ганеева Л.М., Портнов В.С.</b> Микрокомпонентный состав углей Центрального Казахстана	9	70
<b>Сафонов А.А., Портнов В.С., Парафилова Р.У., Маусымбаева А.Д.</b> Экспресс-метод определения содержания диоксида железа в угле на основе измерения магнитных свойств	3	75
<b>ЦОФ «Абашевская»</b> Опыт модернизации 55-летней фабрики для конкурентной работы в XXI веке	5	72

**НЕДРА. ГЕОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ**

<b>Алексеев Г.Ф., Бурцев С.В., Тургенева Л.А.</b> Комплексный подход к реконструкции очистных сооружений карьерных вод – приоритетная задача АО ХК «СДС-Уголь»	6	72
<b>Алиев С.Б., Захаров В.Н., Кенжин Б.М., Смирнов Ю.М.</b> Энергетическая модель самовозгорания углепородных отвалов	12	86
<b>Балакина Г.Ф., Куликова М.П.</b> Экологические проблемы формирования углепромышленной территории в Республике Тыва	11	96
<b>Бесимбаева О.Г., Хмырова Е.Н., Оленюк С.П., Олейникова Е.А., Старостина О.В.</b> Обоснование расчетных прочностных характеристик горных пород баритового месторождения	4	54
<b>Бурцев С.В., Корчагина Т.В., Тургенева Л.А., Донич А.В., Озеров С.А.</b> Защитный экологический экран как дополнительный инструмент снижения уровня негативного воздействия открытых горных работ на окружающую среду и население	9	83
<b>Быкадоров А.И., Чернуха А.В., Свирко С.В.</b> Аспекты ликвидации шахт Прокопьевско-Киселевского угольного месторождения	2	88
<b>Гриб Н.Н., Кузнецов П.Ю.</b> Кластерная организация месторождения как основа планирования оптимальной плотности сети углеразведочных скважин	2	81
<b>Гриб Н.Н., Кузнецов П.Ю.</b> Прогнозирование физико-механических свойств углевещающих пород на основе данных геофизических исследований скважин и математического аппарата Марковской нелинейной статистики	1	68
<b>Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Каплан В.А.</b> Технология очистки отходящих газов ТЭС от серы: регенерация карбонатно-сульфатного расплава монооксидом углерода	1	74
<b>Жабин А.Б., Поляков А.В., Аверин Е.А.</b> О необходимости введения государственного стандарта для определения абразивности горных пород	11	86
<b>Зеньков И.В., Барадулин И.М.</b> Исследование условий формирования и характеристик лесных экосистем в отработанных щебеночных карьерах в Красноярском крае	1	81

	№	С
<b>Зеньков И.В., Барадулин И.М.</b> Обоснование горнотехнической рекультивации карьеров по добыче нерудных материалов для производства щебня	2	96
<b>Зеньков И.В., Нефедов Б.Н., Кирюшина Е.В., Заяц В.В.</b> Результаты дистанционного мониторинга экологического состояния нарушенных земель разрезом «Коркинский»	9	99
<b>Зуев К.Н., Рогова Т.Б., Шаклеин С.В.</b> Комплаенс-риски добывающих компаний, связанные с несовершенством действующего законодательства в области недропользования	5	88
<b>Коваленко В.С.</b> Повышение эффективности использования природных и техногенных ресурсов при открытой угледобыче в рамках концепции «зеленой» горнодобывающей промышленности	4	60
<b>Колесникова Л.А.</b> Экологические риски при создании объектов городской инфраструктуры в подземном пространстве	3	96
<b>Корчагина Т.В., Степанов Ю.А., Бурмин Л.Н.</b> Метод оценки экологических показателей воздействия на окружающую среду в районах размещения угольных предприятий	8	119
<b>Лавриненко А.Т., Моршнев Е.А.</b> Инновационные методы рекультивации отвалов угледобывающих предприятий в криоаридных условиях Средней Сибири	10	94
<b>Лавриненко А.Т., Остапова Н.А.</b> Изучение лимитирующих факторов биологической рекультивации на отвалах гребневой формы отсыпки угледобывающих предприятий Хакасия	12	98
<b>Лавриненко А.Т., Остапова Н.А., Сафронова О.С., Евсеева И.Н.</b> Способ выращивания древесно-кустарниковых пород для биологической рекультивации техногенных отвалов в аридных условиях Республики Хакасия	11	92
<b>Мангатаев А.Ц., Бадмаев Н.Б., Гончиков Б.-М.Н., Куликов А.И., Ильин Ю.М., Сордонова М.Н.</b> Влияние окисленных бурых углей и минерализованных карьерных вод на агрофизические свойства каштановых почв Селенгинского среднегорья Забайкалья	11	102
<b>Рыбак Л.В., Алексеев Г.Ф., Бурцев С.В., Ефимов В.И., Корчагина Т.В., Шапранко Д.С.</b> Углеродосодержащие сорбенты из отработанных шин для очистки карьерных вод	7	62
<b>Сафронова О.С., Евсеева И.Н.</b> Мониторинг техногенного воздействия разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» на территорию санитарно-защитной зоны	9	95
<b>Сафронова О.С., Ламанова Т.Г., Шерemet Н.В.</b> Результаты исследования естественного восстановления растительного покрова на вскрышных отвалах, возникших в 1990-е годы в Республике Хакасия	7	68
<b>Соколовский А.В., Лапаев В.Н., Темникова М.С., Гордеев А.И.</b> Технологические особенности ликвидации разреза «Коркинский»	3	91
<b>Трушина Г.С.</b> Влияние угольной промышленности Кузбасса на экологическую и продовольственную безопасность региона	10	98
<b>Устинов В.В., Потапов В.П., Счастливец Е.Л., Царев Д.С., Харлампенков И.Е., Крисанова А.М.</b> Информационно-вычислительная система экологической безопасности ООО «Сибэнергоуголь»: подходы, методы, модели	3	84
<b>Харионовский А.А., Франк Е.Я.</b> Обоснование горнотехнической рекультивации по созданию культурного ландшафта в карьере по разработке глиежей	2	100

	№	С
<b>Харионовский А.А., Франк Е.Я.</b> Обоснование технологии горнотехнической рекультивации в целях лесовосстановления на Крутокачинском щебеночном карьере	4	75
<b>Щадов И.М., Франк Е.Я.</b> О результатах и перспективах использования ресурсов ДЗВ в решении прикладных задач угледобывающей отрасли в формате мировой экономики	7	58

<b>ХРОНИКА. ВЫСТАВКИ</b>		
<b>АО «СУЭК».</b> Информационные сообщения – № 1–6; № 2–16; № 3–55; № 4–8; № 5–20; № 6–10; № 7–14; № 8–12; № 9–40; № 10–6; № 11–40; №12–70		
<b>АО ХК «СДС-Уголь».</b> Информационные сообщения – № 2–73; № 3–28; № 4–21; № 6–39; № 7–86; № 8–51; № 9–34; № 10–87; № 11–77; № 12–12		
<b>Глинина О.И.</b> Первая международная выставка «ГОРПРОМЭКСПО-2018» стартовала в Москве	6	74
<b>Глинина О.И.</b> XXV Юбилейная международная специализированная выставка «Уголь России и Майнинг». IX Международная специализированная выставка «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности». IV Международная специализированная выставка «Недра России»: итоги, события, факты	8	95
	9	76
	10	22
<b>Двадцать</b> пять лет вместе! Международные специализированные выставки: «Уголь России и Майнинг», «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России»	4	7
<b>Итоги</b> ведущего форума по технологиям для различных сыпучих материалов SOLIDS Russia 2018	7	84
<b>Итоги</b> MiningWorld Russia: рост площади выставки на 29% и деловая программа в новых форматах	7	78
<b>Международные</b> специализированные выставки: «Уголь России и Майнинг», «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России»	5	10
<b>Неделя</b> горняка – 2018	1	4
<b>Перечень</b> статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2018 году	12	107
<b>Требования</b> к рукописям, направляемым в журнал «УГОЛЬ»	4	88
<b>Хроника.</b> События. Факты. Новости – №1-58; №2-71; №3-78; №4-64; №5-96; №6-40; №7-80; №8-118; №9-80; №10-85; №11-73; №12-80		

<b>СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ. РЕЦЕНЗИИ. ОТКЛИКИ.</b>		
<b>Книжная новинка</b> – № 2–70; № 7–101; № 9–98; № 10–103		
<b>К 100-летию</b> со дня рождения проф. Благова Игоря Сильвестровича (1918-1987 гг.)	4	82
<b>Максименко Е.П.</b> Дело об «экономической контрреволюции в Шахтинско-Донецком округе»: с чего начинался Шахтинский процесс 1928 года	7	97
<b>Рожков А.А., Соловенко И.С., Марчук В.И., Суздалова М.А.</b> Всероссийские «рельсовые войны» шахтеров в мае 1998 года	4	78
<b>Симагаева Н.</b> Под знаком льва (к 100-летию Резникова Льва Моисеевича)	8	124

<b>ЗА РУБЕЖОМ</b>		
<b>Зарубежная панорама</b> – № 3–98; № 5–100; № 9–102		
<b>Зеньков И.В.</b> Инженерные решения по предотвращению пожаров на угольных разрезах Австралии	10	102

	№	С
<b>Зеньков И.В.</b> Организация горного производства и управление логистикой в угледобывающем секторе экономики Колумбии	4	84
<b>Зеньков И.В.</b> Организация горного производства и управление угольными потоками в экономике ЮАР	7	95
<b>Зеньков И.В.</b> Территориальные и технологические Особенности добычи угля открытым способом в Республике Вьетнам	12	102
<b>Халявко Ю.О.</b> Эволюция восприятия местными жителями деятельности угольного терминала Брисбена	6	81

<b>ЮБИЛЕИ</b>		
<b>Афендиков Владлен Саввич</b> <i>(к 80-летию со дня рождения)</i>	7	104
<b>Галкин Владимир Алексеевич</b> <i>(к 70-летию со дня рождения)</i>	4	86
<b>Галкин Владимир Иванович</b> <i>(к 75-летию со дня рождения)</i>	6	88
<b>Гизатулин Рифат Хабибулович</b> <i>(к 95-летию со дня рождения)</i>	2	102
<b>Гринько Николай Константинович</b> <i>(к 90-летию со дня рождения)</i>	11	70
<b>Грибин Юрий Георгиевич</b> <i>(к 80-летию со дня рождения)</i>	1	88
<b>Дрижд Николай Александрович</b> <i>(к 90-летию со дня рождения)</i>	1	85
<b>Дурнин Ким Михайлович</b> <i>(к 90-летию со дня рождения)</i>	5	104
<b>Коваленко Владимир Сергеевич</b> <i>(к 70-летию со дня рождения)</i>	3	100
<b>Колмаков Владислав Александрович</b> <i>(к 90-летию со дня рождения)</i>	9	103
<b>Мохначук Иван Иванович</b> <i>(к 60-летию со дня рождения)</i>	1	86
<b>Некрасов Виктор Васильевич</b> <i>(к 80-летию со дня рождения)</i>	8	128
<b>Нецветаев Александр Глебович</b> <i>(к 65-летию со дня рождения)</i>	7	102
<b>Руденко Юрий Федорович</b> <i>(к 70-летию со дня рождения)</i>	5	102
<b>Скрыль Анатолий Иванович</b> <i>(к 70-летию со дня рождения)</i>	9	104
<b>Смирнов Олег Владимирович</b> <i>(к 60-летию со дня рождения)</i>	1	87
<b>Сморчков Юрий Петрович</b> <i>(к 90-летию со дня рождения)</i>	8	127
<b>Таразанов Геннадий Константинович</b> <i>(к 80-летию со дня рождения)</i>	7	103
<b>Федченко Юрий Анатольевич</b> <i>(к 70-летию со дня рождения)</i>	6	87
<b>Фрянов Виктор Николаевич</b> <i>(к 80-летию со дня рождения)</i>	12	105
<b>Штейнцайг Роман Михайлович</b> <i>(к 65-летию со дня рождения)</i>	12	106
<b>Экгардт Виктор Иванович</b> <i>(к 70-летию со дня рождения)</i>	4	87
<b>Юсупов Халидилла Абеневич</b> <i>(к 60-летию со дня рождения)</i>	12	106

<b>НЕКРОЛОГИ</b>		
<b>Кузнецов Виктор Иванович</b> (04.08.1938 – 30.12.2017)	2	104
<b>Сухов Виталий Никитович</b> (29.08.1934 – 23.12.2017)	2	104

# Мурманский морской торговый порт получил международный сертификат соответствия системе экологического менеджмента



**АО «Мурманский морской торговый порт» (ММТП) получил международный сертификат ISO 14001:2015, подтвердив соответствие своей деятельности международной системе экологического менеджмента.**

Как отметил генеральный директор АО «ММТП» **Александр Масько**, требования ISO достаточно широки и разносторонни. Фактически международный экологический стандарт был внедрен на предприятии до получения сертификата, поскольку выполнить все его требования без системной работы невозможно.

*«Чтобы соответствовать требованиям ISO, мы скорректировали работу практически каждого подразделения порта. Теперь эта работа завершена. Если рассматривать порт как живой организм, то стандарт ISO 14001:2015 интегрирован в каждую его клетку»,* – сказал **Александр Масько**.

На основе лучшего мирового опыта на предприятии разработана масштабная экологическая программа. Её общая стоимость составляет около 3 млрд руб. В рамках её реализации порт стал инициатором внедрения новейших разработок, аналогов некоторым из них сегодня нет ни в одном порту Российской Федерации. В частности, следует отметить систему экологического прогнозирования, основой которой является экологическая диспетчерская порта. В режиме онлайн специалисты-экологи визуально и с помощью приборов контролируют целый ряд параметров. Это дает возможность мгновенно реагировать на малейшие отклонения от действующих норм.

На территории порта работают очистные сооружения ливневого стока. На предприятии создан фактически замкнутый цикл водоснабжения, когда на повторное использование направляется несколько тысяч кубометров очищенной воды практически питьевого качества.

Действенным методом стало орошение, для которого в порту используется 17 туманообразующих водяных пушек. В 2018 г. началась промышленная эксплуатация системы орошения дробильно-сортировочных машин.

В ближайших планах - возведение по периметру производственной площадки уникального пылеветрозащитного экрана высотой 20 м и протяженностью около 2 км. Полностью завершить его строительство планируется в 2020 г. До конца того же года будут реализованы основные мероприятия экологической программы АО «ММТП».





# УМНАЯ ШАХТА®

цифровая платформа горной индустрии

- 1 Мониторинг параметров работы шахты в режиме реального времени, включая:
  - Сканирующий (динамический) газовый контроль;
  - Позиционирование горнорабочих и внутришахтного транспорта.
- 2 Аварийное оповещение персонала с автоматическим (контроль доставки) и ручным (контроль осознания) подтверждением получения сигнала.
- 3 Мобильная связь с использованием смартфона на платформе Android с возможностью проведения фото- и видеосъемки в шахте, в том числе в тепловизионном режиме.
- 4 Функционирование, благодаря применению беспроводных технологий, после воздействия ударно-взрывной волны.
- 5 Передача данных в горных выработках с фантастической скоростью.

---

Система соответствует требованиям раздела 6 национального стандарта РФ ГОСТ Р 55154-2012 «Оборудование горно-шахтное. Системы безопасности угольных шахт многофункциональные. Общие технические требования».