

ВЕСТНИК

Научного центра по безопасности работ
в угольной промышленности

Научно-технический журнал



Кемерово

2-2018

ВЕСТНИК
Научного центра
по безопасности работ
в угольной промышленности
ISSN 2072-6554

№ 2-2018

Выходит 4 раза в год

Подписной индекс
в Каталоге Агентства
«Роспечать» 2018 г. – 35939

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН

Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-71529 от 13.11.2017 г.

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук», сформированный ВАК при Минобрнауки России

Учредитель и издатель

научно-технического журнала «Вестник...»:
Общество с ограниченной
ответственностью «ВостЭКО»
(ООО «ВостЭКО»)

Адрес учредителя и издателя:

650002, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово,
Сосновый бульвар, дом 1, кабинет 415

Адрес редакции:

650002, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово,
Сосновый бульвар, дом 1

Редакторы: *М. В. Ярош, Л. С. Кузовкова,*
Д. А. Трубицына

Компьютерная верстка *М. В. Ярош, Д. А. Трубицына*

тел. 77-86-62, 64-26-51.

e-mail: yarosh_mv@mail.ru

dtrubitsyna@gmail.com

www.ind-saf.ru

**Позиция редакции не всегда совпадает
с точкой зрения авторов публикуемых материалов**

В номере использованы материалы сайтов
www.lori.ru, www.freemages.com, www.unsplash.com и
www.graphicriver.net

16+

© ООО «ВостЭКО», 2018

Адрес типографии:

650065, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, пр-т
Октябрьский, 28 офис 215
тел. 8 (3842) 657889. ООО «ИНТ».

Главный редактор: Н. В. Трубицына

Редакционная коллегия:

Н. В. Трубицына – главный редактор, заместитель
директора по научной работе ООО «ВостЭКО»,
д-р техн. наук

А. С. Ярош – заместитель главного редактора,
генеральный директор АО «НИИГД», канд. техн.
наук

Д. В. Исламов - депутат ГД ФС РФ, кандт. техн.
наук

А. А. Трубицын – консультант по научной работе
ООО «Горный-ЦОТ», НАО «НЦ ПБ», д-р техн. наук,
проф.

А. А. Васильев – заведующий лабораторией
ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А.
Лаврентьева СО РАН», д-р физ.-мат. наук, проф.

А. М. Брюханов – и.о. председателя
Государственного комитета Гортехнадзора ДНР,
д-р техн. наук

В. И. Клишин – директор Института угля
Федерального исследовательского центра угля и
углехимии СО РАН, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук,
проф.

З. Р. Исмагилов - директор Института углехимии
и химического материаловедения Федерального
исследовательского центра угля и углехимии СО
РАН, чл.-корр. РАН, д-р хим. наук, проф.

А. В. Шадрин – ведущий научный сотрудник
Института угля ФИЦ УУХ СО РАН, д-р техн. наук

В. Г. Казанцев – заведующий кафедрой «БТИ»
(филиал) ФГБОУ ВПО «АлтГТУ им. И.И.
Ползунова», д-р техн. наук

В. С. Зыков – заместитель генерального директора
АО «НЦ ВостНИИ», д-р техн. наук, проф.

Д. А. Трубицына – выпускающий редактор ООО
«ВостЭКО»

М. В. Ярош – редактор ООО «ВостЭКО»

INDUSTRIAL SAFETY

Scientific-technical magazine

Kemerovo

2 - 2018

INDUSTRIAL SAFETY

ISSN 2072-6554

№ 2-2018

Is issued 4 times a year

Subscription index
in «Rospechat» Agency
Catalogue: Year 2018 – 35939

MAGAZINE IS REGISTERED

by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Communications. Registration certificate of mass information means PI № FS77-71529 dated by 13.11.2017 r.

THE MAGAZINE IS INCLUDED

into «The list of russian reviewed scientific magazines in which main scientific results of dissertations for scientific degrees of a doctor and a candidate of sciences must be published». The list is formed by Higher Attestation Commission of RF Ministry of Education and Science.

**Promoter and publisher of «Industrial Safety» scientific-technical magazine:
Co Ltd «VostEKO»**

Address of the promoter and publisher:
650002, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, Sosnovyi bd., 1, office 415

Address of the editors:
650002, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, Sosnovyi bd., 1

Editors: *M.V. Yarosh, L.S. Kuzovkova, D.A. Trubitsyna*
Computer layout: *M.V. Yarosh, D.A. Trubitsyna*

Tel. 77-86-62, 64-26-51.
e-mail: yarosh_mv@mail.ru
dtrubitsyna@gmail.com

www.ind-saf.com

The edition position not always coincides with the point of view of authors of published materials

In the issue of the magazine materials of sites
www.lori.ru, www.freelimages.com, www.unsplash.com
and www.graphicriver.net are used

16+

© Co Ltd «VostEKO», 2018

Address of the printing
650065, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, prosp.
Oktyabrsky, 28 of. 215
tel. 8 (3842) 657889.
OOO «INT».

Chief editor: N. V. Trubitsyna

Editorial board:

N. V. Trubitsyna – chief editor, deputy director for scientific work of OOO «VostEKO», doctor of technical sciences

A. S. Yarosh – deputy chief editor, CEO of PC “Scientific Research Mine Rescue Institute”, candidate of technical sciences

D. V. Islamov - deputy of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation, candidate of technical sciences

A. A. Trubitsyn - scientific work consultant, OOO "Gorny COT", NAO "NC PB", doctor of technical sciences, professor

A. A. Vasil'ev - Head of the Laboratory FGBUN "M.A. Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB of RAS, doctor of physical and mathematical sciences, professor

A. M. Brjuhanov - Acting Chairman of the State Committee Gortehnadzora DNR, doctor of technical sciences

V. I. Klishin - director of the Institute of coal, Federal research center of coal and coal chemistry SB RAS, corresponding member of RAS, doctor of technical sciences, professor

Z. R. Ismagilov - director of the Institute of coal chemistry and materials chemistry, Federal research center of coal and coal chemistry SB RAS, corresponding member of RAS, doctor of chemical sciences, professor

A. V. Shadrin – Leading researcher of the Institute of Coal FIC UUH SB RAS, doctor of technical sciences

V. G. Kazantsev – chairman of «BTI» (branch) FGBOU VPO «AltGTU after I.I.Polzunov», doctor of technical sciences

V. S. Zykov – deputy general director JSC «ScC VostNII», doctor of technical sciences, professor

D. A. Trubitsyna – OOO «VostEKO» Commissioning Editor

M. V. Yarosh – OOO «VostEKO» editor

Уважаемые авторы, партнёры и читатели!

Второй номер нашего журнала вышел, как всегда, в зените года. Он актуализирует практически все проблемы в области промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях, которые были в центре внимания участников недавней международной выставки "Уголь России и Майнинг 2018", прошедшей в Новокузнецке. Напомню, что отдельным событием на этой выставке стала конференция «Будущее промышленной безопасности 2018», организованная Департаментом угольной промышленности Администрации Кемеровской области и целым рядом профильных структур. Следует отметить, что этому направлению деятельности профессионального сообщества руководство региона уделяет особое внимание, ведь, как до выставки, так и на её открытии врио губернатора С.Е. Цивилёв, подчеркнул, что базовая отрасль экономики - ключевое звено разрабатываемой сейчас стратегии социально-экономического развития региона до 2035 года.

Научные исследования и разработанные учёными в содружестве с производственниками проекты всегда были и остаются интересны нашему изданию и находят отражение на его страницах. Много внимания мы уделяем, в частности, проблеме минимизации урона окружающей среде при добыче угля открытым способом, так как на его долю сегодня приходится 70 процентов российского рынка твёрдого топлива. И "Вестнику" приятно сообщить нашим читателям новость о том, что инновационный проект по улавливанию угольной пыли на разрезах и других "пылящих производствах" НАО "Научный центр промышленной безопасности" и группы компаний «Горный-ЦОТ» и «ВостЭКО» был одобрен и рекомендован экспертным советом для включения в разрабатываемую стратегию Кемеровской области. Редакции журнала вдвойне приятно, что ведущие специалисты, участвовавшие в разработке этого проекта, являются нашими постоянными авторами и партнерами.

"Главный герой" ключевой публикации этого номера тоже пыль. В рубрике "Актуально" группа авторов (ведущий научный сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС России С.Б. Романченко, начальник управления противоаварийной устойчивости предприятий АО «СУЭК» В.Н. Костеренко, заведующий лабораторией Института проблем комплексного освоения недр РАН С.С. Кубрин и профессор, доктор технических наук из Кузбасса А.А. Трубицын) анализируют процессы седиментации взрывоопасных аэрозолей при современных технологиях добычи угля в шахтах. Исследовательской работой и подготовкой по её результатам статьи для "Вестника" авторы вносят свой вклад в совершенствование существующих и создание новых методов оперативного контроля уровня пылеотложений с целью определения взрывоопасных состояний горных выработок и периодичности работ по нейтрализации взрывчатых свойств угольной пыли.

Все публикации этого номера журнала без преувеличения актуальны и интересны независимо от названия рубрики. И не сомневаюсь, что у каждой из них будет свой заинтересованный читатель. Напоследок хотелось бы только посоветовать обратить внимание на молодых авторов и новые имена.



С уважением,
НЭЛЯ ТРУБИЦЫНА,
главный редактор, д.т.н.

АКТУАЛЬНО // ACTUAL



■ **С. Б. Романченко //**
S. B. Romanchenko
romanchenkob@mail.ru

д-р техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела 4.3. моделирования пожаров и нестандартного проектирования ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Россия, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12.
doctor of technical sciences, leading researcher of department 4.3. Fire modeling and non-standard design of Federal State Budgetary Institution VNIIPPO MCHS of Russia, 12, microdistrict VNIIPPO, Moscow Region, Balashikha, 143903, Russia



■ **В. Н. Костеренко //**
V. N. Kosterenko
kosterenkovn@suek.ru

канд. физ.-мат. наук, начальник управления противоаварийной устойчивости предприятий АО «СУЭК», Россия, 115054, г. Москва, ул. Дубининская, 53, стр. 7.
candidate of physical and mathematical sciences, head of the enterprises emergency resistance department AO "SUEK", 53, bldg. 7, Dubininskaja St., Moscow, 115054, Russia



■ **А. А. Трубицын //**
A. A. Trubitsyn
atrubitsyn@rambler.ru

д-р техн. наук, профессор, консультант по научной работе ООО «Горный-ЦОТ», НАО «НЦ ПБ», 650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1
doctor of technical sciences, professor, scientific work consultant of OOO "Gorny COT", NAO "NC PB", 1, Sosnovy boulevard, Kemerovo, 650002, Russia



■ **С. С. Кубрин // S. S. Kubrin**
s_kubrin@mail.ru

заведующий лабораторией Геотехнологических рисков освоения недр, Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Россия, 111020, Москва, Крюковский туп., 4
Head library of Geo technological risks of subsurface exploration, 4, Kryukovskiy tupik, Moscow, 111020, Russia

УДК УДК 622.807

ПРОЦЕССЫ СЕДИМЕНТАЦИИ ВЗРЫВООПАСНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ПРИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ДОБЫЧИ УГЛЯ EXPLOSIVE AEROSOLS SEDIMENTATION PROCESSES WITH MODERN COAL MINING TECHNOLOGIES

Рассмотрены экспериментальные исследования определения уровней запыленности воздуха и интенсивности пылеотложения в выработках выемочных участков, которые проветриваются по схемам с выдачей исходящей струи в конвейерную выработку по п. 135 действующих Правил безопасности. Применен метод одновременных исследований динамики концентрации пыли по длине выработок с измерениями динамики массы и интенсивности отложений пыли на 50-метровом участке штрека, примыкающего к лаве. В ходе проведения измерений места расположения подложек варьировались. Получены данные по замерам масс отложения пыли: вдоль обоих бортов выработки; с помощью нескольких подложек, расположенных в «одной точке» измерений; изменения суммарной массы отложений пыли в нескольких сечениях вдоль конвейерного штрека с исходящей струей воздуха. Выявлены существенные отличия в интенсивности отложения пыли в различных точках 50-метровых участков выработок, содержащих внутренние источники выделения пыли. Целью работы является совершенствование существующих и создание новых методов оперативного контроля уровня пылеотложений с целью определения взрывоопасных состояний горных выработок и периодичности работ по нейтрализации взрывчатых свойств угольной пыли.

Experimental studies are considered of air dust levels and the intensity of dust sedimentation at the extraction site openings which are ventilated according to the schemes with directing the outlet stream into the conveyor gallery according to paragraph 135 of the current safety regulations. Method of dust concentration dynamics along the opening length simultaneous studies with measurements of dust deposits mass and sedimentation intensity dynamics along the 50 meter of the roadway, adjacent to the longwall face is applied. In the course of measurements, the arrangement of the plates was varied. Data on the deposited dust mass were obtained:

along both walls of the opening; with several plates located in the "one point" of measurement; on change of the total mass of deposited dust at different sections along the conveyor gallery with the outlet air stream. Significant differences are disclosed in the intensity of dust sedimentation at different points of 50-meter long opening sections containing internal sources of dust emission. The aim of the work is to improve the existing methods and to create new ones for on-going control of dust sedimentation with the aim to determine explosive conditions of mine workings and to establish the frequency of work to neutralize the explosive properties of coal dust.

Ключевые слова: УГОЛЬНЫЙ АЭРОЗОЛЬ, ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, ВЗРЫВООПАСНОСТЬ, ПРЕДЕЛ ВЗРЫВАЕМОСТИ, КАМЕННЫЙ УГОЛЬ, КОНЦЕНТРАЦИЯ ПЫЛИ, ДИНАМИКА ЗАПЫЛЕННОСТИ, МАССА, ИНТЕНСИВНОСТЬ ПЫЛЕОТЛОЖЕНИЯ, СХЕМЫ ПРОВЕТРИВАНИЯ, СТРУЯ ВОЗДУХА

Key words: COAL AEROSOL, PARTICULATE COMPOSITION, EXPLOSION DANGER, EXPLOSIVE LIMIT, COAL, COAL DUST CONCENTRATION, DUST CONTENT DYNAMICS, MASS, INTENSITY, DUST SEDIMENTATION, VENTILATION CIRCUIT, AIR STREAM

Взрыв угольной пыли¹ является событием, для возникновения которого необходимо наличие в ограниченном пространстве горючего аэрозоля, окислителя (O_2), а также мощного первоначального инициатора воспламенения [1-4]. Необходимо отметить, что взрывная реакция горения угольной пыли возникает только в случае нахождения твердых диспергированных частиц в аэрозольном (взвешенном) состоянии. При этом аэрозоли, образуемые при основных производственных операциях даже в максимально-разовых значениях имеют концентрацию ($C_{\text{взм}}$) в 200-1000 менее нижнего предела взрываемости (НПВ или НКПР²).

В этом случае формирование опасных по взрыву пыли условий в шахтах происходит при последовательном протекании процессов:

- образование угольных аэрозолей в концентрациях ниже НКПР и их отложение по сети горных выработок;
- накопление в течение некоторого периода времени отложений пыли, советующей такому количеству пыли, находившейся бы во взвешенном состоянии представляло бы собой взрывоопасную концентрацию (на практике необходимо накопление пылеотложений в 2-3 раза выше НКПР);
- наличие мощного импульса давления («толчка»), способного повторно перевести отложившуюся пыль в аэрозольное состояние³.

¹ Под взрывом угольной пыли понимается цепная химическая реакция переноса пламени в выработке за счет воспламенения горючих газов, выделяющихся при термодеструкции витающих угольных частиц. Фактически «взрыв угольной пыли» является взрывом летучих веществ (газов).

² По ГОСТ12.1.041-83 – нижний концентрационный предел распространения пламени.

³ Для фактического возникновения взрыва угольного аэрозоля кроме условия $C_{\text{взм}} > \text{НКПР}$ необходим еще мощный ис-

Исходя из сказанного, взрыв пыли в угольной шахте является сложным событием (E_x), представленным на рисунке 1.

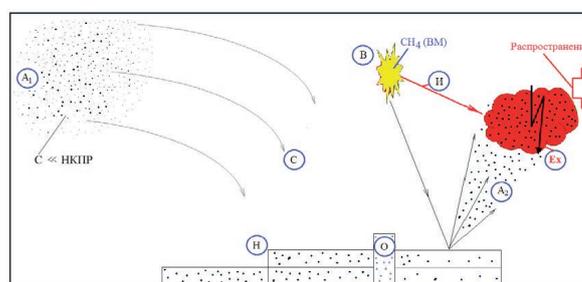


Рисунок 1 – Возникновение взрыва угольной пыли в горной выработке
Figure 1 – The occurrence of coal dust explosion in the mine opening

Возникновение события E_x может быть представлено в виде логического умножения (конъюнкции) 9 элементарных событий: образование угольного аэрозоля – событие A_1 ; седиментация угольной пыли – событие C ; накопление пылеотложения выше НКПР – H ; отсутствие качественной нейтрализации взрывоопасных свойств – (инверсия от функции нейтрализации O); мощного источника перепада давлений⁴ – B ; перевода отложившейся пыли в аэрозольное состояние A_2 ; наличие источника воспламенения – I ; ограниченности пространства – Π и наличие достаточного количества окислителя – событие O_2 .

Для условий угольных шахт две последние логические переменные Π и O_2 всегда равны истине – I . С учетом этого⁵ возникновение взры-

точник воспламенения.

⁴ На практике скачок давлений происходит вследствие локальной вспышки метана или в ходе ведения технологических взрывных работ.

⁵ Для операции логического умножения это эквивалентно сокращению данных переменных.

ва угольного аэрозоля выражается логической функцией:

$$E_x = A_1 \wedge C \wedge H \wedge \bar{O} \wedge B \wedge A_2 \wedge I \quad (1)$$

В соответствии с матрицей истинности для логических операций выражение E_x будет истинно - равно 1 (т.е. взрыв состоится), если произойдут все события, то есть при равенстве (1) всех переменных, входящих в (1), и, соответственно, для предотвращения взрыва, достаточно, если хоть одно из перечисленных событий не состоится, то есть при обращении в ноль хотя бы одной из логических переменных A_1 ; C ; H ; B ; A_2 или при равенстве (1) переменной O (наличие качественного осланцевания).

На практике [5,6,7] в качестве численной характеристики переменной H из выражения (1) используется показатель P_t – интенсивность пылеотложения в горных выработках ($г/м^3 \cdot сут$). Показатель P_t рассчитывается на основе экспериментального определения разницы концентрации пыли в двух сечениях выработки или по количеству пыли, отложившейся на подложки. В первом случае экспериментально определяются величины C_1 и C_2 – средняя по сечению концентрация пыли на входе в контролируемый участок и на выходе из него. Расчет P_t проводится:

$$P_{из} = \frac{C_1 - C_2}{\Delta x \cdot S \cdot t} q, \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут} \quad (2)$$

где Δx – расстояние в метрах между замерными точками 1 и 2 (ориентировочно 40 м); S – средняя площадь поперечного сечения выработки, $м^2$; t – продолжительность замера в сутках; q – объем воздуха, прошедший через выработку за время замера, $м^3$.

Обязательным условием для использования формулы (2) является выполнение соотношения $C_1 > C_2$. При этом необходимо отметить, что возможности применения переносных пылемеров до настоящего времени не могут обеспечить продолжительность замера⁶ более суток ($t \geq 1$). Стационарные измерители запыленности, наряду с высокой погрешностью измерений, размещаются под кровлей и не обеспечивают замеры средней по сечению концентрации пыли.

Во втором случае интенсивность пылеотложения P_t определяется по формуле:

$$P_t = 4,35 \cdot \frac{b \cdot M}{F \cdot S \cdot t} \cdot q_o, \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут}, \quad (3)$$

⁶ Исключение составляет пылемер СІР-10 с временем измерения без подзарядки до 40 часов.

где b – ширина выработки по почве, $м$; M – масса осевшей на подложки пыли, $г$; F – суммарная площадь подложек, $м^2$, M – массы пыли, собранной с подложек.

Для технологий добычи угля второй половины XX века значения P_t из выражения (2) и (3) принимались постоянными для 50-метрового участка вентиляционного штрека. На последующие 150 м величина P_t уменьшалась в 3,5 раза и также считалась равной константе [5, 7]. Схемы проветривания выемочных участков (ВУ) предполагали подачу свежей струи к лаве по транспортной выработке и отводу исходящей струи по вентиляционной выработке (штреку, печи), не содержащей внутренних источников образования пыли. Современные технологии привели к принципиальным изменениям схем проветривания ВУ, что нашло отражение в п.135 действующих ПБ [6]: «проветривание транспортных горных выработок, оборудованных ленточными конвейерами... должно осуществляться обособленной струей воздуха или исходящей струей воздуха» (рисунок 2).

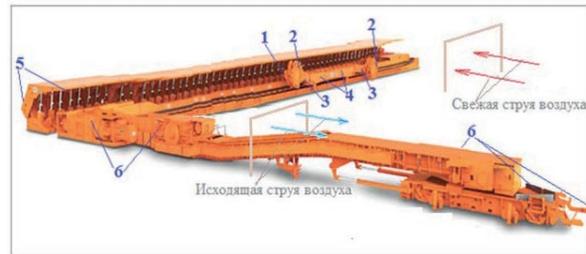


Рисунок 2 – Направление воздушной струи, места пылеобразования и пылеподавления (на примере комплекса JOY 7LS):

- 1, 2 – шнек и резцы, орошение «под резец»;
 - 3 – форсунки на поворотных редукторах;
 - 4 – форсунки на корпусе комбайна;
 - 5 – пылевыделение с секций крепи и секционное орошение;
 - 6 – точки пылеобразования, пылеподавления и седиментации пыли в выработке с исходящей струей воздуха (вариант по п.135 ПБ)
- Figure 2 – Air stream direction, dust formation and dust suppression spots on example of JOY 7LS complex):
- 1,2 – auger and cutters, water spraying ‘under the cutter’;
 - 3 – nozzles on swing gearboxes;
 - 4 – nozzles on a machine body;
 - 5 – dust emission from support sections and section watering;
 - 6 – dust formation, dust suppression and dust sedimentation spots in the opening with the outlet air stream (variant according to item 135 of Safety Rules)

Как видно из рисунка 2, выдача исходящей струи воздуха производится по конвейерному штреку и процессы перемещения и осаждения пыли из лав происходят в выработках, содержащих многочисленные источники выделения пыли в местах дробления и перегрузки угля. Ленточный конвейер также представляет собой

рассредоточенный на всю длину выработки источник пылевыведения. В этом случае применение формул (2) и (3), а также принятие величины $P_f=const$ в конвейерных выработках не обосновано как с нормативной, так и с практической стороны.

Фактическая динамика перемещения и седиментации угольных аэрозолей для высокопроизводительных участков измерялась специалистами АО «СУЭК-Кузбасс» на шахте им. С.М.Кирова в конвейерной печи лавы 25-96 (выработка с исходящей струей воздуха). В ходе измерений использовались две схемы расположения подложек и измерительных приборов:

в двух контрольных сечениях на входе выработки (№ 1 – в 5 метрах от перегруза с лавного перегружателя BSL на ленточный конвейер 4ЛЛТ-1200-2П – рисунок 3) и на расстоянии 25 м от входа (сечение № 2) размещались по 6 подложек (по 3 с правого и левого бортов выработки) по схеме на рисунке 2 (групповое расположение подложек). Подложки располагались в непосредственной близости одна от другой – «в

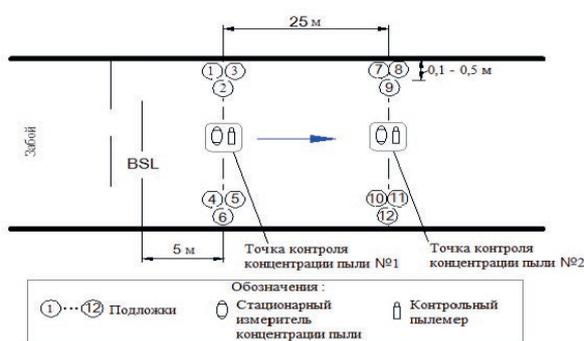


Рисунок 3 – Схема «группового» расположения подложек и приборов контроля запыленности воздуха
Figure 3 – Scheme of "group" location of the plates and air dust control instruments

стык». Для контроля концентрации витающей пыли в указанных сечениях №1 и №2 (рисунок 2) размещались гравиметрические пылемеры, измерявшие величины C_1 и C_2 соответственно;

между двумя контрольными сечениями (№ 1 – в 10-20 м от перегруза с лавного перегружателя BSL на ленточный конвейер 4ЛЛТ-1200-2П) и на расстоянии 40 м от входа (сечение № 2) размещались 10 подложек (по 5 с правого и левого бортов выработки) с расстоянием между подложками 10 м по схеме на рисунке 3 (рассредоточенное по длине выработки расположение подложек). Средние значения массы отложившейся пыли в указанных сечениях – M_1 и M_2 .

В обобщенном виде взаимосвязь концентрации пыли с средним по сечению значением массы отложения пыли на подложки приведена в таблице 1.

Для всех измерений на качественном уровне отмечено соответствие роста или убывания концентрации пыли с ростом/убыванием массы отложившейся пыли на подложки в данном сечении. Как видно из таблицы 1, при выдаче ис-

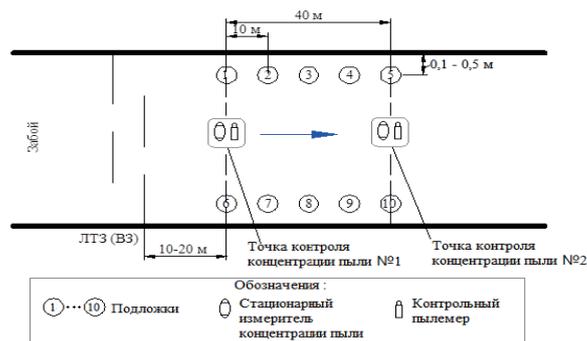


Рисунок 4 – Схема «рассредоточенного по длине выработки» размещения подложек и приборов контроля запыленности воздуха
Figure 4 – Scheme of "distributed along the opening" plates and air dust control instruments location

Таблица 1. Изменение концентрации пыли и средней по сечению массы пылеотложения в контрольных точках (в соответствии с рисунком 3)

Table 1. The change in the dust concentration and the average dust weight in the cross section at the control points (in accordance with Figure 3)

Дата	Концентрация пыли в контрольных точках, $мг/м^3$				Средняя масса отложения пыли в сечении, $г$	
	СИР-10 (I)		АЭРА			
	C_1	C_2	C_1	C_2	M_1	M_2
13.02	40,0	34,7	25,7	н/д	0,0846	0,0713
10.03	22,1	14,4	19,4	10,5	0,063	0,0374
17.03	21,5	28,5	18,3	25,3	0,1632	0,3528
23.03	46,8	43,7	48,2	31,0	0,1848	0,1496
30.03	29,9	21,4	24,2	16,8	0,3029	0,1703
05.04	39,1	31,1	25,2	16,3	0,3230	0,3063

ходящей струи воздуха по конвейерному штрэку возможны ситуации, когда концентрация пыли C_2 на выходе из контролируемого участка выработки выше, чем концентрация C_1 на входе (таблица 1, строка 3). Соотношение $C_2 > C_1$ (таблица 1) сопровождалось ростом массы пылеотложения вдоль контролируемого участка ($M_2 > M_1$).

При размещении подложек по схеме на рисунке 3 (схема 3) исследован разброс значений массы отложения пыли на 3-х подложках, расположенных в одной точке, а также рассмотрены замеры масс отложения пыли по правому и левому бортам (в пределах одного сечения). Три подложки, расположенные рядом («в стык»), образовывали одну точку контроля. По схеме 3 выделены 4 точки контроля: точки 1 и 2 – в первом сечении выработки («вход») и точки 3 и 4 во втором сечении («выход»). В каждой точке контроля располагалось по 3 подложки:

точка 1 (сечение «вход») – подложки №1; №2; №3;

точка 2 (сечение «вход») – подложки №4; №5; №6;

точка 3 (сечение «выход») – подложки №7; №8; №9;

точка 4 (сечение «выход») – подложки №10; №11; №12;

Масса отложения пыли на подложки (при размещении подложек по схеме 3) представлена

в таблицах 2 и 3.

Как видно из таблиц 2 и 3 при расположении 3-х подложек в одной точке контроля отмечен существенный разброс в пылеотложении. В численном (табличном) представлении разница в отложении пыли в режиме «в одной точке» приведен в таблицах 4 и 5.

Как видно из таблиц 4 и 5, при расположении 3-х подложек в одной точке контроля в 50% замеров отклонения замеров с максимальной массой отложения пыли от замеров с минимальной массой (все подложки расположены рядом «в одной точке») превышают 45%. Максимальное отклонение для сечения «вход» составило 745%, а для сечения «выход» – 1786,4%. Диапазон отклонения замеров с минимальной массой пыли от замеров с максимальной массой (в той-же точке) для указанной половины замеров находится в пределах 1,5–8,5 раз (сечение «вход») и 2,0–18,9 раз (сечение выход). Средняя относительная погрешность измерения массы пыли для подложек в сечении «вход» составляет 85,9% (таблица 5.3), а в сечении «выход» – 181,9%. Это указывает на крайне низкий уровень представительности пробы, отобранной как в одной, так и в нескольких подложках в сечении, и делает крайне проблемной расстановку стационарных измерителей массы пыли в выработках: даже при незначительном изменении их

Таблица 2. Массы отложения пыли на подложках в первом сечении («вход»)

Table 2. Mass of dust deposition on substrates in the first section ("input")

Дата	Масса осевшей пыли на подложках в контрольных точках (сечение «вход»), г								
	Точка 1, подложки				Точка 2, подложки				Среднее по сечению
	1	2	3	Среднее	4	5	6	Среднее	
13.02	0,0170	0,0146	0,0200	0,0172	0,0078	0,0108	0,0144	0,011	0,0141
28.02	0,0457	0,0474	0,0545	0,0492	0,1003	0,1368	0,1136	0,1169	0,08305
10.03	0,0048	0,0145	0,0059	0,0084	0,0137	0,0098	0,0143	0,0126	0,0105
17.03	0,0097	0,0114	0,0820	0,03437	0,0184	0,0157	0,0226	0,0189	0,0272

Таблица 3. Массы отложения пыли на подложках во втором сечении («выход»)

Table 3. Mass of dust deposition on substrates in the second section ("output")

Дата	Масса осевшей пыли на подложках в контрольных точках (сечение «вход»), г								
	Точка 3, подложки				Точка 4, подложки				Среднее по сечению
	№ 7	№ 8	№ 9	Среднее	№ 10	№ 11	№ 12	Среднее	
13.02	0,0115	0,0113	0,0221	0,01497	0,0106	0,0123	0,0146	0,0125	0,01389
28.02	0,0541	0,0568	0,0506	0,05383	0,0290	0,0238	0,0507	0,0345	0,0441
10.03	0,0017	0,0026	0,0123	0,00553	0,0064	0,0089	0,0055	0,00693	0,00623
17.03	0,0059	0,0044	0,0830	0,0311	0,0987	0,0846	0,0762	0,0865	0,0588

Таблица 4. Разброс массы пылеотложения (подложки в сечении «вход»)
Table 4. The spread of the mass of dust (the substrate in the section "input")

Дата	Относительная разница массы осевшей пыли на подложках в контрольных точках, %			
	Точка 1		Точка 2	
	Максимум, %	Средняя, %	Максимум, %	Средняя, %
13.02	36,9	19,2	84,6	61,6
28.02	19,3	11,5	36,4	24,9
10.03	202,0	112,5	45,9	42,9
17.03	745,4	381,5	43,9	32,7
Средняя погрешность определения массы пылеотложения в сечении, %				85,9

Таблица 5. Разброс массы пылеотложения (подложки в сечении «выход»)
Table 5. The spread of the mass of dust (the substrate in the cross-section "output")

Дата	Относительная разница массы осевшей пыли на подложках в контрольных точках, %			
	Точка 3		Точка 4	
	Максимум, %	Средняя, %	Максимум, %	Средняя, %
13.02	95,6	48,2	37,7	26,9
28.02	12,3	9,6	113,0	67,4
10.03	623,5	338,2	61,8	39,1
17.03	1786,4	905,2	29,5	20,3
Средняя погрешность определения массы пылеотложения в сечении, %				181,9

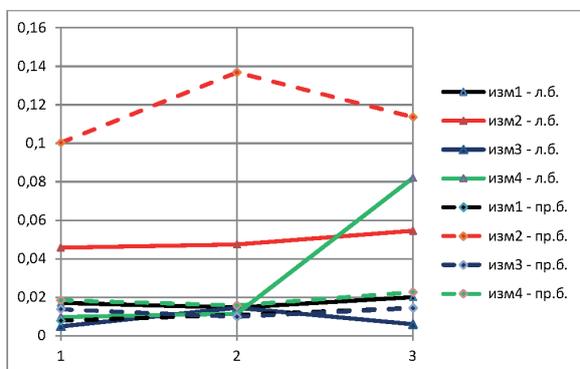


Рисунок 5 – Распределение замеров массы пыли на подложках на входе выработки (в соответствии с табл.2). По оси абсцисс : 1;2;3 – подложки, составляющие единую точку измерений. По оси ординат – масса пыли в г. Сокращения : л.б. – левый борт выработки; пр.б. – правый борт
Figure 5 - Distribution of dust mass measurements on the plates at the opening entrance (in accordance with Table 2). On the abscissa axis: 1; 2; 3 - plates constituting a single point of measurement. The ordinate axis represents the mass of dust in grams. Abbreviations: l.b. - opening left wall; pr.b. - right wall

положения (15-30 см) возможны существенные изменения в массе отложения пыли за счет случайных факторов (падение угольного или породного штыба с кровли или бортов, падение частиц сланцевой пыли, влаги и т.д.).

Общий разброс замеров массы отложив-

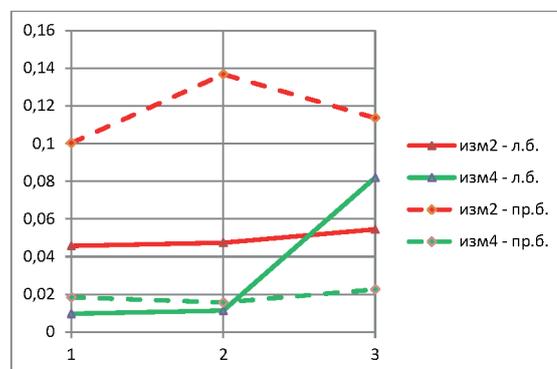


Рисунок 6 – Результаты измерений с максимальными отклонениями в массе пыли «в одной точке» и вдоль различных бортов в том же сечении
Figure 6 - The measurement results with the maximum deviations in the mass of dust "at one spot" and along different walls at the same cross-section

шейся пыли на подложках (3 подложки в одной точке измерений, расположенные «в стык») для входа выработки (таблица 2) приведен на рисунке 5, а измерения с максимальным разбросом результатов выделены на рисунке 6.

Аналогичные данные для сечения на выходе из контрольного участка (таблица 3) приведены на рисунках 7 и 8.

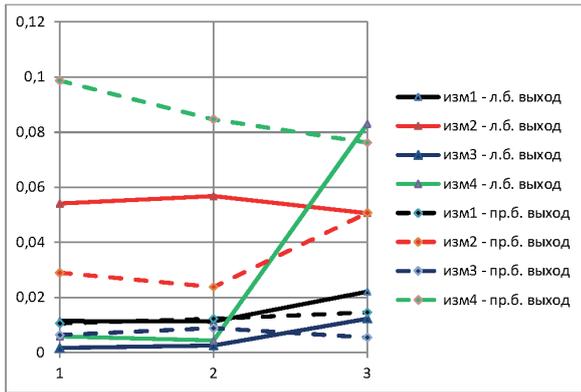


Рисунок 7 – Распределение замеров массы пыли на подложках на входе выработки (в соответствии с табл. 3).

По оси абсцисс : 1;2;3 – подложки, составляющие единую точку измерений. По оси ординат – масса пыли в г
 Figure 7 - Distribution of dust mass measurements on the plates at the opening entrance (in accordance with Table 3). On the abscissa axis: 1; 2; 3 - plates constituting a single spot of measurement. The ordinate axis is the dust mass in grams

Вторая группа замеров, проведенная по схеме на рисунке 4 (схема 4), позволила выявить закономерности изменения массы отложившейся пыли на контролируемом участке конвейерной выработки (с шагом 10 м), а также выявить зависимость массы пылеотложения при размещении подложек вдоль различных бортов выработки (справа и слева). В данной группе измерений (рисунок 4) подложки №1 - №5 располагались вдоль левого борта выработки (по ходу вентиляционной струи) с шагом 10 м, а подложки с номерами №6 - №10 вдоль правого борта. При этом каждая пара подложек (№1 и №6; №2 и №7 и т.д.) размещалась одна напротив другой в одном сечении выработки. Результаты измерений приведены в таблицах 6 и 7.

Как видно из таблицы 6, замеренные массы отложения пыли у левого борта в 84 % случаев значительно выше измеренной массы пылеотложения у правого борта (в том же сечении). Среднее превышение измеренной массы пылеотложений составило 261 %, то есть измеренная масса отложения пыли у разных бортов (в том-же сечении отличается в 3,6 раза при максимальном отклонении в 18 раз (строка 03.05, сечение 1-5, таблица 6).

Распределение вдоль выработки измеренной массы пылеотложения на подложках, расположенных соответственно вдоль левого и правого бортов, а также суммарная измеренная масса отложения пыли в сечении, приведены на рисунках 9 - 14.

Таким образом, для схем проветривания высокопроизводительных выемочных участков, предполагающих выдачу исходящей струи в

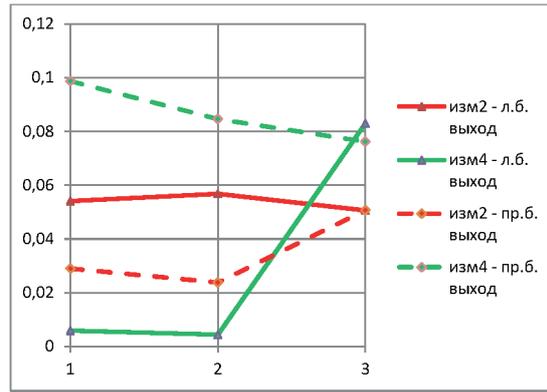


Рисунок 8 – Результаты с максимальными отклонениями в замерах массы пыли «в одной точке»

и вдоль различных бортов в том же сечении на выходе из выработки
 Figure 8 - The results with the maximum deviations in the measurement of the dust mass "at one point" and along different walls in the same cross-section at the exit from the opening

транспортную выработку с внутренними источниками выделения пыли, отмечена существенная неравномерность седиментации пыли вдоль 50-метрового участка штрека в пределах контрольных сечений. Основные результаты проведенных экспериментальных исследований сводятся к следующему:

1. Масса отложения пыли при размещении встык 3-х подложек существенно различается и далека от постоянной величины. Для 50 % замеров массы пыли на рядом размещенных подложках отличалась в 1,5–8,5 раз (сечение «вход») и 2,0–18,9 раз (сечение выход). Средняя относительная погрешность измерения массы пыли для подложек в сечении «вход» составляет 85,9 %, а в сечении «выход» - 181,9 %.

2. Отложения пыли в конвейерных выработках вдоль правого и левого бортов существенно отличаются, и в 84 % случаев пылеотложение вдоль левого борта выше массы пылеотложения у правого борта в 3,6 раза, при максимальном отмеченном отклонении в 18 раз (в том-же сечении выработки).

3. Проведенные исследования 2017 года по двум схемам размещения подложек (рисунок 3 и рисунок 4) указывают на крайне низкий уровень представительности пробы, отобранной как на одной, так и на нескольких подложках при вариации их положения в пределах контрольных сечений и вдоль выработки. При минимальном изменении положения датчика/подложки (на 0,15- 0,30 м) в выработке возможны существенные изменения в массе отложения пыли за счет случайных факторов: падение угольного или породного штыба с кровли или бортов, попадание

Таблица 6. Разброс измеренных пылеотложений на подложках, расположенных вдоль различных бортов выработки Table 6. The spread of measured dust deposition on substrates located along different sides of the formation

Дата	Сечение*	Масса пылеотложения по бортам выработки, г		Соотношение** (< / >)	Разница,		Суммарная масса в сечении, г
		Левый	Правый		г	%	
23.03	1-6	0,0613	0,1235	<	0,0622	101	0,1848
	2-7	0,0516	0,2115	<	0,1634	316	0,2631
	3-8	0,0350	0,1670	<	0,1320	377	0,2020
	4-9	0,0840	0,0656	>	-0,0184	-21	0,1496
	5-10	0,0216	0,0618	<	0,0402	186	0,0834
30.03	1-6	0,0765	0,2264	<	0,1499	196	0,3029
	2-7	0,0955	0,1814	<	0,0859	90	0,2769
	3-8	0,0610	0,1245	<	0,0635	104	0,1855
	4-9	0,0358	0,1345	<	0,0987	276	0,1703
	5-10	0,0284	0,0597	<	0,0313	110	0,0881
05.04	1-6	0,0815	0,2415	<	0,16	196	0,3230
	2-7	0,0715	0,2118	<	0,1403	196	0,2833
	3-8	0,0518	0,0918	<	0,04	77	0,1436
	4-9	0,0936	0,0835	>	-0,0101	-11	0,1771
	5-10	0,0348	0,2715	<	0,2367	680	0,3063
19.04	1-6	0,0931	0,2746	<	0,1815	195	0,3677
	2-7	0,0873	0,1517	<	0,0644	74	0,2390
	3-8	0,0643	0,1218	<	0,0575	89	0,1861
	4-9	0,0563	0,2635	<	0,2072	368	0,3198
	5-10	0,1138	0,0814	>	-0,0324	-28	0,1952
27.04	1-6	0,0854	0,1955	<	0,1101	129	0,2809
	2-7	0,0935	0,1478	<	0,0543	58	0,2413
	3-8	0,0735	0,1355	<	0,062	84	0,2090
	4-9	0,0698	0,6712	<	0,6014	862	0,7410
	5-10	0,0318	0,3566	<	0,3248	1021	0,3884
03.05	1-6	0,0531	0,9550	<	0,9019	1698	1,0082
	2-7	0,0418	0,1062	<	0,0644	154	0,1474
	3-8	0,0856	0,0537	>	-0,0319	-37	0,1393
	4-9	0,0217	0,0489	<	0,0272	125	0,0706
	5-10	0,0118	0,0318	<	0,02	169	0,0436

* - в соответствии с обозначениями на рисунке 4.2;

** - соотношение измеренных масс отложения пыли у левого и правого бортов выработки.

частиц ранее нанесенной сланцевой пыли, влаги и т.д.

Формулы (2) и (3) для расчета параметра P_t в приложениях к ПБ [5,7], были предложены для технологий угледобычи с выдачей исходящей струи из лавы по вентиляционной выработ-

ке. Применение данных формул в конвейерных выработках при новых технологиях и схемах проветривания ВУ не является обоснованным и требует существенной корректировки на основании теоретико-экспериментальных исследований.

Таблица 7. Распределение измеренной массы пыли вдоль выработки от сечения «вход» до сечения «выход»

Table 7. Distribution of the measured dust mass along the output from the section "inlet" to the section "outlet"

Дата	Средняя измеренная масса отложения пыли (вход и выход на контрольном участке), г		Характеристика динамики массы п/о по длине выработки
	т. 1 (вход)	т. 2 (выход)	
23.03	0,1848	0,1496	Рост и стабилизация массы п/о на 30 м, снижение на последних 10м, суммарное снижение на 54,9%
30.03	0,3029	0,0881	Снижение массы п/о на 30 м на 43%, резкое снижение на последних 10м, суммарное снижение на 70,1%
05.04	0,3230	0,3063	Снижение массы п/о на 20 м на 55%, рост на последних 20 м на 51%; Суммарно: Мвход≈Мвыход ; (-5%)
19.04	0,3677	0,1952	Снижение – рост – снижение; Суммарно: «вход» - «выход» снижение на 47%
27.04	0,2809	0,3884	Снижение – резкий рост; Превышение массы п/о на выходе на 38% над входом
03.05	1,0082	0,0436	Резкое снижение массы п/о на первых 10 м; Монотонное снижение массы п/о на последних 30 м; Суммарное снижение на 96%

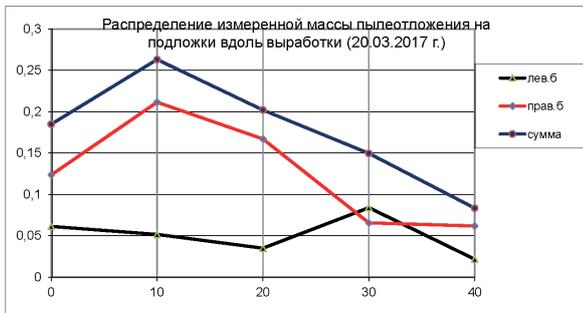


Рисунок 9 – Распределение измеренной массы пылеотложения (ось Y, граммы) на подложках вдоль выработки (ось X, метры) для измерений 20.03.2017
Figure 9 – Measured dust sedimentation mass distribution (axis Y, grams) on the plates along the opening (axis X, meters) for measurements on 20.03.2017

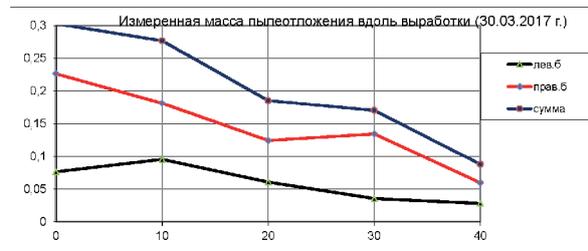


Рисунок 10 – Распределение измеренной массы пылеотложения (ось Y, граммы) на подложках вдоль выработки (ось X, метры) для измерений 30.03.2017
Figure 10 - Measured dust sedimentation mass distribution (axis Y, grams) on the plates along the opening (axis X, meters) for measurements on 30.03.2017

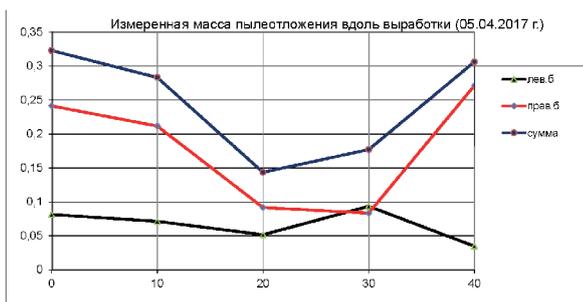


Рисунок 11 – Распределение измеренной массы пылеотложения (ось Y, граммы) на подложках вдоль выработки (ось X, метры) для измерений 05.04.2017
Figure 11 - Measured dust sedimentation mass distribution (axis Y, grams) on the plates along the opening (axis X, meters) for measurements on 05.04.2017

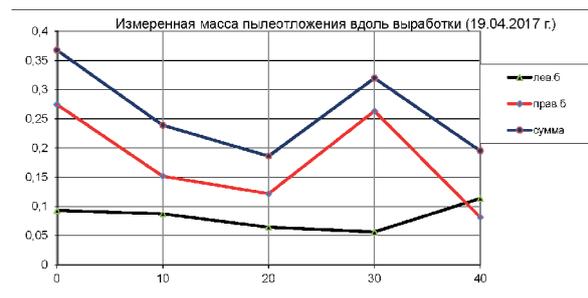


Рисунок 12 – Распределение измеренной массы пылеотложения (ось Y, граммы) на подложках вдоль выработки (ось X, метры) для измерений 19.04.2017
Figure 12 - Measured dust sedimentation mass distribution (axis Y, grams) on the plates along the opening (axis X, meters) for measurements on 19.04.2017

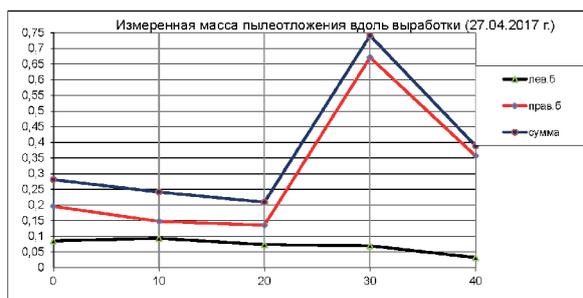


Рисунок 13 – Распределение измеренной массы пылеотложения (ось Y, граммы) на подложках вдоль выработки (ось X, метры) для измерений 27.04.2017
Figure 13 - Measured dust sedimentation mass distribution (axis Y, grams) on the plates along the opening (axis X, meters) for measurements on 27.04.2017

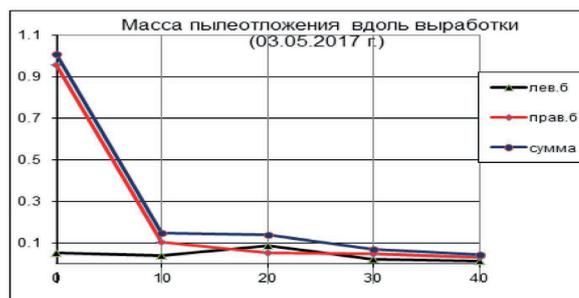


Рисунок 14 – Распределение измеренной массы пылеотложения (ось Y, граммы) на подложках вдоль выработки (ось X, метры) для измерений 03.05.2017
Figure 14 - Measured dust sedimentation mass distribution (axis Y, grams) on the plates along the opening (axis X, meters) for measurements on 03.05.2017

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романченко С.Б., Руденко Ю.Ф., Костеренко В.Н. Пылевая динамика в угольных шахтах. М.: Горное дело, 2011. 256 с.
2. Лебецкий К. А., Романченко С. Б. Пылевая взрывоопасность горного производства. М.: Горное дело, 2012. 464 с.
3. Cybulski W. Wybuchy pyłu węglowego i ich zwalczanie. Katowice : "Śląsk", 1973.451 s.
4. Lebecki.K.Zagrożenia pyłowe w górnictwie.Katowice : Główny Instytut Górnictwa, 2004, 399 s.
5. Правила безопасности в угольных шахтах. Книга 3. Инструкция по борьбе с пылью и пылевзрывозащите / Госгортехнадзор России. Липецк: Липецкое издательство, 1999. 109 с.
6. Правила безопасности в угольных шахтах: М.: Ростехнадзор (Приказ Ростехнадзора № 550 от 19.11.2013), зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации 31.12.2013, № 30961.
7. Инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах. Введена в действие приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.10. 2014 г. №462.

REFERENCES

1. Romanchenko, S.B., Rudenko, Yu.F., & Kosterenko, V.N. (2011). *Pylevaia dinamika v ugolnykh shakhtakh [Dust dynamics in coal mines]*. Moscow: Gornoie delo [in Russian].
2. Lebetcki, K.A., & Romanchenko, S.B. (2012). *Pylevaia vzryvoopasnost gornogo proizvodstva [Mining dust explosion danger]*. Moscow: Gornoie delo [in Russian].
3. Cybulski W. (1973). *Wybuchy pyłu węglowego i ich zwalczanie. Katowice : "Śląsk" [in Polish]*.
4. Lebecki.K. (2004). *Zagrożenia pyłowe w górnictwie. Katowice : Główny Instytut Górnictwa [in Polish]*.
5. *Pravila bezopasnosti v ugolnykh shakhtakh. Kniga 3. Instruksiiia po borbe s pyliu i vzryvozashchite [Safety rules in coal mines. Book 3. Dust control and dust explosion protection guidebook]*. (1999). Lipetsk: Gosgortekhnadzor Rossii [in Russian].
6. *Pravila bezopasnosti v ugolnykh shakhtakh [Safety rules in coal mines]*. (2013). Moscow: Rostekhnadzor [in Russian].
7. *Instruktsiia po borbe s pyliu v ugolnykh shakhtakh [Dust control in coal mines guidebook]*. Put into effect by the order of the Federal Service for Ecological, Technological and Nuclear Supervision on 14.10.2014 [in Russian].

I. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ГЕОМЕХАНИКА

I. INDUSTRIAL SAFETY AND GEOMECHANICS



М. С. Плаксин // M.S. Plaksin
plaksin@bk.ru

канд. техн. наук, старший научный сотрудник ФГБУН «ФИЦ УУХ СО РАН», Россия, 650065, г. Кемерово, Ленинградский проспект, 10
candidate of technical sciences, chief researcher of Coal and Coal Chemistry Federal Research Center Institute of Coal, Russian Academy of Sciences Siberian Branch, 10, Leningradsky Avenue, Kemerovo, 650065, Russia



Р. И. Родин // R.I. Rodin
rodinri@mail.ru

младший научный сотрудник ФГБУН «ФИЦ УУХ СО РАН», Россия, 650065, г. Кемерово, Ленинградский проспект, 10
junior researcher of Coal and Coal Chemistry Federal Research Center Institute of Coal, Russian Academy of Sciences Siberian Branch, 10, Leningradsky Avenue, Kemerovo, 650065, Russia



С. Р. Смирнов // S.R. Smirnov
Smirnov.SR@mmk-coal.ru

заместитель главного инженера по технологии шахты «Чертинская-Коксовая» ООО «ММК-УГОЛЬ», Россия, 652632, г. Белово, ул. Промышленная, 1
deputy chief engineer for technology "Chertinskaia-Koksovaia" mine LLC "MMK-UGOL", 1, Ulitsa Promyshlennaya, Belovo, 652632, Russia

УДК 622.831.322

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПО ПРОГНОЗУ ГАЗОНОСНОСТИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК MODERN OPPORTUNITIES FOR A COAL SEAM GAS CONTENT FORECAST AT THE PREPARATORY OPENINGS' HEADING

Приводятся результаты исследований в области прогноза метанообильности при проведении подготовительных выработок по газоносным угольным пластам и уточнения их газоносности.

Уточнение остаточных газовых ресурсов в пласте до начала проведения подготовительных выработок или отработки выемочного столба, особенно при наличии в непосредственной близости значительных деформационных процессов, вызванных техногенной деятельностью, является важной задачей, поскольку газовый барьер является основным сдерживающим фактором повышения производительности добычных и проходческих работ в угольных шахтах.

В работе описывается геомеханическая обстановка вблизи объекта исследования (западного путевого бремсберга 401) и процессы, которые явились причиной низкой метанообильности подготовительных выработок и сыграли значительную роль в снижении природной газоносности пласта 4 относительно значений, представленных геологической службой шахты.

Для прогноза метанообильности при проведении подготовительных выработок был применен метод выработок-аналогов. В результате реализации метода среднесуточная метанообильность западного путевого бремсберга 401 без применения барьерных скважин ожидается не более 1 м³/мин. Расчетная величина почти в 2 раза ниже фактических значений, установленных при проходке подготовительных выработок по пласту 5, и при отличии в природной газоносности пластов на 25 %. Данный факт свидетельствует о том, что пласт 4 в окрестности западного путевого бремсберга 401 был подвержен частичной дегазации. Понимание природы данной дегазации выходит за пределы классических представлений о процессах сдвижения в массиве горных пород при подработке пласта 4. Отбор проб угля для уточнения природной газоносности также указывает на значительную дегазацию пласта 4.

Представленные результаты указывают на то, что при долгосрочной (более 15 лет) разгрузке

угольного пласта, вызванной его подработкой, происходит значительная его дегазация, выходящая за рамки геомеханических углов разгрузки (сдвижений), указанных в соответствующих нормативных документах, и вызванная, вероятно, его газовой усадкой.

Research work results in the field of methane inflow forecasting at the preparatory opening heading through coal seams with high gas content and their gas content clarification were given.

Clarification of residual gas resources in the seam before the beginning of the preparatory workings heading or working out of the extraction pillar, especially in the presence of significant deformation processes in the immediate vicinity due to man-caused activity, is an important task, since the gas barrier is the main constraint to increasing the productivity of mining and heading works in coal mines.

The paper describes the geomechanical situation near the research object (western track inclined gallery 401) and the processes that caused the low methane inflow of the preparatory openings and played a significant role in reducing the natural gas content of seam 4 compared to the values provided by the geological survey of the mine.

For the methane inflow forecast at the preparatory workings heading, the method of analogue openings was applied. As a result of the method, the average daily methane inflow of the western track inclined gallery 401 without use of barrier boreholes is expected to be no more than 1 m³/min. The calculated value is almost 2 times lower than the actual values established during the preparatory workings' heading through the seam 5, and with a difference in the natural gas content of the seams by 25%. This fact indicates that the seam 4 in the vicinity of the western track inclined gallery 401 was subject to partial degassing. This degassing nature understanding goes beyond the classical notions of a rock massif displacement processes when the seam is underworked. The coal sampling to clarify the natural gas content also indicates significant degassing of the seam 4.

The presented results indicate that with the long-term (more than 15 years) unloading of the coal seam caused by its underworking, significant degassing takes place, which goes beyond the geomechanical angles of unloading (shifts) specified in the relevant regulatory documents, and probably caused by its gas shrinkage.

Ключевые слова: УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ, ДЕГАЗАЦИЯ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ, ГАЗОНОСНОСТЬ, МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ

Key words: COAL SEAM, DEGASSING, PREPARATORY OPENINGS, GAS CONTENT, GAS INFLOW

Введение

Ведение горных работ по добыче угля приводит к дезинтеграции углепородного массива и снижению механических напряжений в нем. Следствием механической разгрузки при извлечении угольного пласта является значительный газоприток в атмосферу выработки [1]. Газоприток по характеру выделения можно определить, как активный – вызванный разрушением угля (с образованием новых поверхностей) или фоновый – вызванный дебитом газа через поверхность кромки пласта (спровоцирован газовым давлением внутри массива). В фоновом режиме газовыделение может длиться годами, приводя к значительной газовой усадке пласта и снижению газоносности угольного пласта. Далее приводится обоснование влияния временного фактора на снижение природной газоносности пласта 4 Чертинского месторождения в зоне проведения западного путевого бремсберга ЗПБ 401.

Геомеханическое обоснование влияния подработки пласта 5 на снижение природной газоносности пласта 4 в зоне проведения западного путевого бремсберга 401

Предварительная выемка пласта 5 вызы-

вает подработку пласта 4 и снижение его газоносности, сдвижения подрабатываемого массива. Углы сдвижений и граничные углы, согласно [2], характеризуют величину мульды сдвижений на земной поверхности и зону изменений состояния массива горных пород. Из анализа геомеханической обстановки в окрестности западного путевого бремсберга 401 (рисунок 1) можно судить о сохранении природного состояния массива ниже линии граничного угла δ_0 от выработанного пространства на пласте 5. Выше линии граничного угла массив претерпевает изменения: повышается его трещиноватость, проницаемость, сдвижения массива распространяются до поверхности и формируют мульду сдвижений.

Согласно представленной геомеханической ситуации, сложившейся в окрестности западного путевого бремсберга 401, можно заключить, что данная выработка не попадает в зону влияния граничных углов, образованную вследствие отработки выемочных участков нижележащего пласта 5. Таким образом, угольный пласт 4 по трассе проведения выработки не подвергался разгрузке и соответственно заблаговременного процесса эмиссии метана в окрестности западного путевого бремсберга 401 быть не должно.

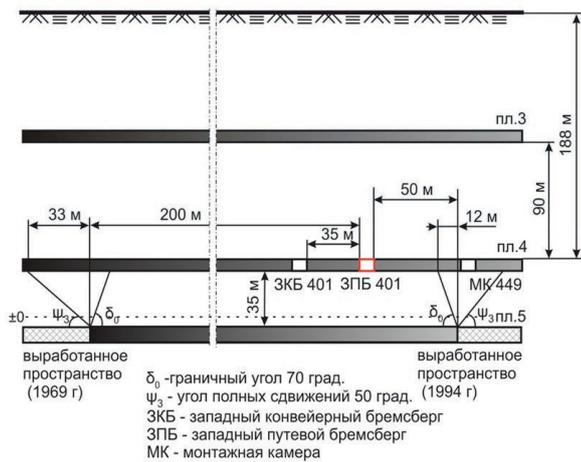


Рисунок 1 – Геомеханическая обстановка по простираанию пластов 4 и 5 в окрестности западного путевого бремсберга 401 (ЗПБ 401)
 Figure 1 – Geomechanical situation along the seams 4 and 5 around western track inclined gallery 401 (ZPB 401)

При этом стоит отметить, что часть пласта 4 была подвержена разгрузке длительное время (более 15 лет). Согласно источнику [3] при длительной разгрузке пласта, а, следовательно, и его дегазации, происходит процесс усадки угольного вещества за счет эмиссии газа. Данная десорбционная деформация может достичь критического значения и привести к образованию новых микротрещин, которые поспособствуют дальнейшей дегазации пласта. Столь длительный циклический эффект мог привести к десорбции газа из целика пласта, в том числе и в зоне проведения ЗПБ 401.

Для подтверждения данной гипотезы был выполнен прогноз метанообильности ЗПБ 401, а также уточнена природная газоносность пласта при проходке западного путевого бремсберга 401 прямым методом посредством отбора выбуренного штыба угля из забоя выработки в специальные пробоотборники с последующей герметизацией.

Прогноз метанообильности западного путевого бремсберга 401

По информации геологической службы шахты средняя природная газоносность пласта 4 по трассе проведения ЗПБ 401 составляет $15 \text{ м}^3/\text{т}$. Выработка будет проводиться вне границ зон подработки пластом 5 (рисунок 2). Выработку планируется проводить от ВШ 450 до ВШ 448 с уменьшением глубины по направлению проведения. Крепление пород кровли и бортов – арочное с железобетонной и металлической затяжкой. Выработку планируется проводить комбайновым способом.

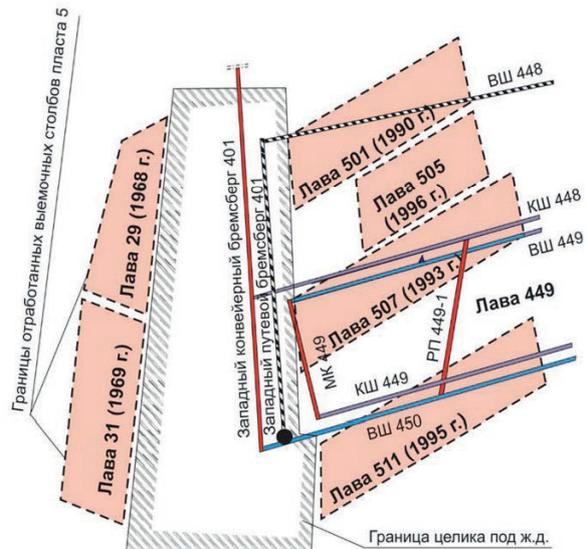


Рисунок 2 – Схема трасс проведения подготовительных выработок по пласту 4, совмещенная с отработанными выемочными столбами пласта 5:
 РП – разрезная печь, КШ – конвейерный штрек, ВШ – вентиляционный штрек, МК – монтажная камера
 Figure 2 – Preparatory openings heading ways scheme along seam 4 combined with the worked out extraction pillars of seam 5:
 RP – cross-cut, KSh – conveyor gallery, VSh – ventilation gallery, MK – assembly chamber

При прогнозе метанообильности очистного забоя известен метод лавы-аналога [4]. Данный метод можно применить при прогнозе метанообильности при проведении подготовительных выработок. В качестве выработок-аналогов можно принять западный конвейерный бремсберг 401 (ЗКБ 401) и монтажную камеру 449 (МК 449) (рисунок 2).

Основное отличие условий проведения западного путевого бремсберга 401 от ЗКБ 401 и МК 449 состоит в том, что она проводится по восстанию (рисунок 3). Кроме того, ЗКБ 401 расположен несколько глубже зоны целика пласта 5 (рисунок 3) относительно ЗПБ 401, МК 449 лишь частично расположена в границах целика пласта 5.

Расчет метанообильности подготовительной выработки выполняется на основании показаний датчика замера концентрации метана, расположенного в устье выработки, за вычетом показаний датчика замера концентрации метана, расположенного перед вентилятором местного проветривания, с учетом декадных замеров воздуха по формуле (1). Для сравнительного анализа метанообильности выработок приняты среднесуточные значения.

Расчет среднесуточной метанообильности выработки производится по формуле:

$$J_{cp.cym.j} = \frac{(C_{cp.cym.j.usx} - C_{cp.cym.j.вх}) \cdot Q_{cp.cym.j}}{100} \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (1)$$

где $C_{cp.cym.j.usx}$ – среднесуточная концентрация по показаниям датчика, установленного в устье выработки, %; $C_{cp.cym.j.вх}$ – среднесуточная концентрация по показаниям датчика, установленного перед ВМП, %; $Q_{cp.cym.j}$ – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{мин}$; j – номер суток.

На рисунке 4 представлен график изменения метанообильности западного конвейерного бремсберга 401. Можно выделить ее значительный всплеск на участке 550 – 600 м от устья выработки, связанный со сбойкой с конвейерным штреком 448. Стоит отметить, что, несмотря на существенное увеличение глубины выработки по мере подвигания, ее средняя метанообильность снижается, что может объясняться высокой степенью дегазации пласта в окрестности выработки.

В таблице 1 представлены основные показатели выработок-аналогов.

В ходе продолжительного сотрудничества ИУ ФИЦ УУХ СО РАН с угольным предприятием «Шахта «Чертинская-Коксовая» была наработана научная база по оценке метанообильности подготовительных выработок, проводимых по пластам 4 и 5 (таблица 2).

В таблице 2 представлены основные усредненные показатели по выработкам, проводимым по пластам 4 и 5.

Ожидаемая метанообильность выработки ЗПБ 401 вследствие ее срединного расположения между ЗКБ 401 и МК 449 соответственно будет иметь значения в пределах между 0,77 и 0,85 $\text{м}^3/\text{мин}$.

Проведение выработок ЗКБ 401 и МК 449 осуществлялось с применением барьерной дегазации. По данным дебита смеси на ПДУ-13 из журнала дегазации выполнен расчет метанообильности барьерных скважин при проходке подготовительных выработок в районе выемочного столба 449. По расчетным данным отсутствие барьерной дегазации при проведении подготовительных выработок в районе выемочного столба привело бы к росту метанообильности

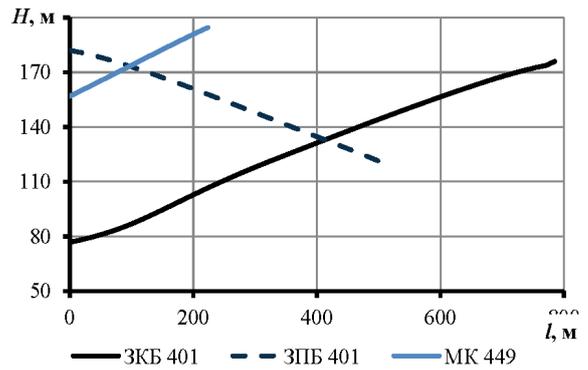


Рисунок 3 – Изменение глубины угольного пласта 4 по трассе проведения западного конвейерного бремсберга 401 (ЗКБ 401), западного путевого бремсберга 401 (ЗПБ 401) и монтажной камеры 449 (МК 449)
 Figure 3 – Coal seam 4 depth change along the way of west conveyor inclined gallery 401 (ZKB 401), west track inclined gallery 401 (ZPB 401) and assembly chamber 449 (MK 449) heading

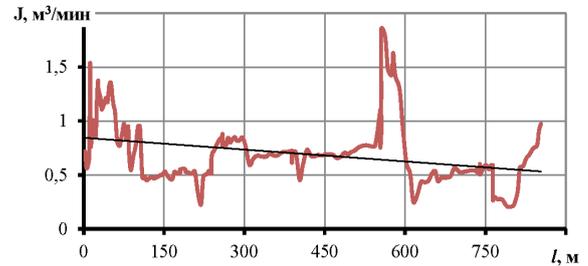


Рисунок 4 – Среднесуточное изменение метанообильности западного конвейерного бремсберга 401 (отстроено по показаниям датчика, расположенного в 20 м от забоя выработки)
 Figure 4 – West conveyor inclined gallery 401 daily methane inflow change (plotted according the sensor placed 20 m from the opening face readings)

выработки на 18 %, что в целом соответствует расчётной (общепринятой) эффективности дегазации барьерными скважинами (по нормативному документу [5] коэффициент дегазации принимается равным 0,15 – 0,2 в случае применения барьерных скважин при проведении выработок).

Следовательно, ожидаемая среднесуточная метанообильность при проведении ЗПБ 401 без применения барьерных скважин составит не более 1 $\text{м}^3/\text{мин}$. Сопоставление полученной условной величины для ЗПБ 401 (1 $\text{м}^3/\text{мин}$) со значением средней метанообильности (1,9 $\text{м}^3/\text{мин}$) при проведении выработок по пласту 5 указывает на то, что почти 2-х крат-

Таблица 1. Основные показатели выработок-аналогов
 Table 1. Main indicators of developments peers

Название выработки	Природная газоносность, $\text{м}^3/\text{м}$	Протяженность выработки, м	Средняя метанообильность, $\text{м}^3/\text{мин}$	Скорость подвигания, м/сут
Западный конвейерный бремсберг 401	14,5	854	0,85	3,8
Монтажная камера 449	17,0	227	0,77	4,2

Таблица 2. Основные усредненные показатели по выработкам, проводимым по пластам 4 и 5
Table 2. Main parameters of the averaged workings conducted on layers 4 and 5

Показатели выработок, проводимых по пласту	Общая протяженность исследуемых выработок, км, (количество выработок, единиц)	Темпы подвигания, м/сут	Средняя глубина выработки, м	Средняя метанообильность, м ³ /мин	Средняя газоносность пласта в зоне проведения*, м ³ /т
4 Чертинского месторождения*	6,3 (11)	4,8	250	0,55	20,5
5 Чертинского месторождения	2,7 (5)	3,6	486	1,90	27,0

* - значительная часть выработок находится в границах зоны подработки

ное превышение метанообильности вызвано как отличием величин природной газоносности (25 %) пластов, так и значительной дегазацией пласта 4.

Уточнение природной газоносности в зоне проведения западного путевого бремсберга 401

Для подтверждения выводов, полученных по прогнозу метанообильности, был выполнен отбор проб для уточнения природной газоносности в месте планируемой засечки западного путевого бремсберга ЗПБ 401 на сопряжении с вентиляционным штреком 450. Определение газоносности пласта выполнялось прямым методом отбора проб в виде штыба угля с помещением его в термобарометрические колбы [6]. Отбор проб проводился со свежообнаженной поверхности угля при бурении шпуров в плоскость забоя подготовительной выработки на глубину более 4 метров для исключения влияния горных работ на преждевременную десорбцию газа из пласта 4. Данный метод уточнения газоносности основан на анализе данных роста давления газа в термобарометрических колбах во времени с применением подхода по определению объема упущенного метана, согласно источников [7, 8].

Стоит отметить, что отбор проб прово-

дился не только по ЗПБ 401 (точка отбора проб номер V), но и по выемочному участку 449, расположенному вблизи объекта исследования в пределах пласта 4 (точки отбора проб I – IV). Во всех точках отбора проб установлено значительное снижение газоносности пласта.

Результаты расчета коэффициента снижения газоносности в точках отбора проб по пласту 4 представлены в таблице 3.

Установлено, что коэффициент снижения природной газоносности пласта 4 изменяется в пределах от 0,44 до 0,57. Для ЗПБ 401 коэффициент снижения природной газоносности составляет 0,44 (точка отбора проб номер V).

Заключение

1. Сложившаяся геомеханическая ситуация в совокупности с временным фактором позволяют предположить возможность дегазации неразгруженной части пласта 4 в окрестности западного путевого бремсберга 401 вопреки классическим представлениям процессов сдвижения подработанного массива за счет длительного процесса дегазации разгруженной части пласта 4 и его десорбционной деформации (усадки).

2. Ожидаемая метанообильность западного путевого бремсберга 401 с учетом неприменения барьерной дегазации в среднем составит 1

Таблица 3. Коэффициент снижения природной газоносности пласта 4
Table 3. Coefficient of reduction of natural gas content of the reservoir 4

Параметр	Обозначение, размерность	Места отбора проб				
		I	II	III	IV	V
Природная газоносность по данным геологической службы шахты	X_{np} , м ³ /т с.б.м.	18	20	20	19	17
Уточненная природная газоносность	$X_{np.p}$, м ³ /т с.б.м.	7,7	9,87	9,86	10,9	9,5
Коэффициент снижения газоносности	$1 - \frac{X_{np.p}}{X_{np}}$	0,57	0,51	0,51	0,57	0,44

м³/мин, что практически в 2 раза меньше средней метанообильности выработок, проводимых по пласту 5 (таблица 2).

3. Метанообильность проанализированных выработок, проводимых по пласту 4, более чем в 3 раза ниже метанообильности выработок по пласту 5. Данный факт указывает на высокую степень дегазации пласта 4 ранее проведенными горными работами по пласту 5.

4. Уточненная природная газоносность по трассе проведения ЗПБ 401 составляет в среднем около 10 м³/м в результате дегазации пласта 4 в процессе его «газовой» усадки.

По результатам выполненных исследований метанообильности выработок-аналогов, и

учитывая тот факт, что уточненное значение газоносности пласта не превысило нормативное значение (13 м³/м), было принято решение о нецелесообразности проведения барьерной дегазации западного путевого бремсберга 401, что согласуется с принятыми проектными решениями, изложенными в соответствующем проекте, разработанном ООО «Научно-проектным центром ВостНИИ», и соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации – федеральным законам «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О недрах», «Об основах охраны труда в Российской Федерации» и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шинкевич М.В., Козырева Е.Н. Взаимосвязи основных особенностей процессов разгрузки и сдвижения вмещающих пород с динамикой выделения метана из разрабатываемого пласта при его отработке длинными выемочными столбами // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2006. № 6. С.17-19.
2. ПБ 07-269-98. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях. СПб, 1998. 291 с.
3. Каркашадзе Г.Г., Хаутиев А.М.Б. Механизм повышения газопроницаемости угольного пласта в процессе циклической сорбционной усадки и разбухания угля // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 4. С.249-254.
4. Козырева Е.Н. Комплексный прогноз динамики метанообильности высокопроизводительных выемочных участков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2004. № 6.1(43). С.95-97.
5. Инструкция по дегазации угольных шахт. Серия 05. Выпуск 22. ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2012. 250 с.
6. Полевщиков Г.Я., Непейна Е.С., Цуран Е.М. Разработка методики оценки термодинамики распада углеметановых геоматериалов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. № 6. С.13-19.
7. Рекомендации по определению газоносности угольных пластов. Серия 05. Выпуск 48. ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2017. 44 с.
8. Тайлаков О.В., Кормин А.Н., Застрелов Д.Н., Уткаев Е.А. Определение газоносности угольных пластов на основе исследования процессов фильтрации и диффузии метана // Уголь. 2015. № 1. С. 74–77..

REFERENCES

1. Shinkevich, M.V., & Kozyreva, Ye.N. (2006). Vzaimosviazi osnovnykh osobennostei protsessov razgruzki i sdvzheii vmeshchaiushchikh porod s dinamikoi vydeleniia metana iz razrabatyvaemogo plasta pri ego otrabotke dlinnymi vyemochnymi stolbami [The enclosing rocks unloading and shifting processes main features interrelations with the developed seam methane emission dynamics when it is mined with long extraction pillars]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Herald of Kuzbass State Technical University*, 6, 17-19 [in Russian].
2. ПБ 07-269-98. *Pravila okhrany sooruzhenii i prirodnykh obiektov ot vrednogo vliianiia podzemnykh gornnykh razrabotok na ugolnykh mestorozhdeniiakh* [PB 07-269-98. Structures and natural objects rules of protection from the harmful effects of underground mining at coal deposits]. St Peterburg, 1998 [in Russian].
3. Karkashadze, G.G., & Khautiev, A.M.B. (2015). Mekhanizm povysheniia gazopronitsaemosti ugolnogo plasta v protsesse tsiklicheskoj sorbcionnoi usadki i razbukhaniia uglia [The mechanism of a coal seam gas permeability increasing in the process of cyclic sorption shrinkage and coal swelling]. *Gorny informatsionno-analiticheskii biulleten – Mining Informational Analytical Bulletin*, 4, 249-254 [in Russian].
4. Kozyreva, Ye.N. (2004). Kompleksny prognoz dinamiki metanoobilnosti vysokoproizvoditelykhugolnykh vyemochnykh plastov [High production extraction sections' methane inflow dynamics complex forecast]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Herald of Kuzbass State Technical University*, 6.1 (43), 95-97 [in Russian].
5. *Instruktsiia po degazatsii ugolnykh shakht* [Coal mines' degassing instruction]. Series 05. Issue 22. ZAO "Scientific technical center for industrial safety problems research", 2012 [in Russian].
6. Polevshchikov, G.Ya., Nepeina, Ye.S., & Tsuran, Ye.M. (2015). Razrabotka metodiki otsenki termodinamiki raspada uglemetanovykh geomaterialov [Technique development for coal methane geomaterials decomposition thermodynamics estimation]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Herald of Kuzbass State Technical University*, 6, 13-19 [in Russian].
7. *Rekomendatsii po opredeleniiu gazonosnosti ugolnykh plastov* [Coal seam gas content estimation guidelines]. Series 05. Issue 48. ZAO "Scientific technical center for industrial safety problems research", 2017 [in Russian].
8. Tailakov, O.V., Kormin, A.N., Zastrelov, D.N., & Utkaev, Ye.A. (2015). Opredeleniie gazonosnosti ugolnykh plastov na osnove issledovaniia protsessov filtratsii i diffuzii metana [Coal seam gas content determination based on methane filtration and diffusion processes study]. *Ugol – Coal*, 1, 74-77 [in Russian].

II. ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

II. FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY



■ Ю.Н. Мальшев //
Yu.N. Malyshev
sgb2011@mail.ru

д-р техн. наук, президент Академии горных наук, академик РАН, Россия, 125009, Москва, ул. Моховая, д.11
doctor of technical sciences, president of the Academy of Mining Sciences, academician of RAS, 11, Mokhovaia St., Moscow, 125009, Russia



■ А.М. Казарин // A.M. Kazarin
info@siumol.ru

директор по проектам ООО «Сиумол», Россия, 117149, г. Москва, ул. Азовская, дом 6, корпус 3, офис 302
project director of ООО "Siumol", 6, building 3, Azovskaia St., office 302, Moscow, 117149, Russia

УДК 622.864

О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЩЕНИЕМ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УГРОЗ И СОКРАЩЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТ АВАРИЙ, ИНЦИДЕНТОВ, УТЕРЬ

ON THE NEED TO CREATE AN INTELLIGENT DIGITAL CONTROL SYSTEM FOR THE HAZARDOUS SUBSTANCES HANDLING TO ORGANIZE EFFECTIVE PREVENTION OF THREATS AND TO REDUCE THE BREAKDOWNS, INCIDENTS, LOSSES NEGATIVE CONSEQUENCES

Особо важной работой по предотвращению нарушений в связи с повышенной опасностью возникающих угроз является работа по контролю оборота взрывчатых веществ. Причины более 80% аварий и несчастных случаев носят организационный характер, то есть уровень контроля со стороны руководителей за процессами производства взрывных работ остается крайне низким. В рамках работы описана цель исключения аварийности и уменьшения количества инцидентов на предприятиях, связанных с обращением опасных веществ, были определены задачи. В соответствии с результатами анализа и разработанным техническим заданием компанией ООО «СИУМОЛ» был разработан аппаратно-программный комплекс Системы Удаленного Мониторинга Логистики - Контроля Действий Персонала (далее - АПК «СИУМОЛ-КДП»). Особенностью разработанного АПК «СИУМОЛ-КДП» является возможность постоянно отслеживать время и место наступления ключевых событий, а также правильность действий работников, ответственных за обращение ВВ. Приведены этапы внедрения системы и результаты от ее внедрения. Реализация концепции развития АПК «СИУМОЛ-КДП», испытанного на нескольких предприятиях, позволит в течение 3-5 лет значительно уменьшить риски, возникающие при обороте ОВ. Но это возможно только после выполнения первого этапа - внедрения на предприятиях, выполняющих взрывные работы. Перспективными направлениями модернизации АПК «СИУМОЛ-КДП» являются добавление подсистем: обеспечение безопасности ПВП с оценкой полноты срабатывания ВВ в скважине; контроль времени и маршрутов транспортирования ВВ; идентификация ВВ с использованием маркировки производителей ВВ.

Particularly important work to prevent violations in connection with the increased danger of emerging threats is work to control the turnover of explosives. The causes of more than 80% of accidents and accidents are of an organizational nature, that is, the level of control by the leaders over the processes of blasting operations remains extremely low. Within the framework of the work the goal is described of excluding accidents and reducing the number of incidents at enterprises related to the handling of hazardous substances, tasks have been identified. In accordance with the results of the analysis and the terms of reference developed by the LLC "Siumol", the Hardware and Software Complex of the Remote Monitoring of Logistics - Personnel Control System (hereinafter - the "SIUMOL-KDP" APC) was developed. The peculiarity of the developed "Siumol-KDP" agro-industrial complex is the ability to constantly monitor the time and place of the occurrence of

key events, as well as the correctness of actions of employees responsible for handling explosives. Stages of system introduction and results from its introduction are given. The implementation of the concept of the development of the AIC "SIUMOL-KDP", tested at several enterprises, will make it possible, within 3-5 years, to significantly reduce the risks arising in the course of the OV turnover. But this is possible only after the implementation of the first stage - the introduction of enterprises that perform blasting operations. Prospective directions of the modernization of the agro-industrial complex "SIUMOL-KDP" are the addition of subsystems: ensuring the safety of the TAC with an assessment of the completeness of the response of the explosives in the well; control of time and routes of transportation of explosives; identification of explosives using the marking of manufacturers of explosives.

Ключевые слова: УГОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ, УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, РАБОТЫ С ОПАСНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ, АПК СИУМОЛ-КПД, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КАРЬЕР

Key words: OPEN PIT, COAL MINING, LABOR PROTECTION, AUTOMATED CONTROL SYSTEM, WORKING WITH DANGEROUS SUBSTANCES, SICOM-KPD APPLICATIONS

На всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы промышленной безопасности в горно-рудной, угольной и металлургической промышленности», (далее - ВНПК) проходившей 18 мая 2016 года в выступлениях специалистов Ростехнадзора было отмечено, что особо важной работой по предотвращению нарушений в связи с повышенной опасностью возникающих угроз, является работа по контролю (оборота взрывчатых веществ (далее - ВВ). Причины более 80 % аварий и несчастных случаев носят организационный характер, то есть проблемным вопросом является уровень контроля со стороны руководителей за процессами производства взрывных работ [1].

Учитывая положительный опыт по внедрению автоматизированных систем управления, позволяющих контролировать сложные, распределенные по территории, производственные процессы, решением ВНПК [2] (п.4.2.7) признана актуальной задача повышения уровня промышленной безопасности в организациях, ведущих взрывные работы (далее - ВР), путем внедрения централизованной автоматизированной системы управления и мониторинга опасных веществ (далее - ОВ). Также отмечена необходимость принять срочные меры по снижению уровня аварийности и производственного травматизма при проведении прострелочно-взрывных работ (далее - ПВР) и при сейсморазведке [2] (п.4.2.8).

Специалистами Академии горных наук, в 2016 году, с привлечением почти 200 экспертов взрывников и специалистов ПБ и ОТ геофизических организаций, были изучены материалы ВНПК, статистика аварий и несчастных случаев, предоставленная в выступлениях специалистов Ростехнадзора, проведен анализ производственных процессов и действий персонала, непосредственно участвующего при выполнении ПВР. Полученные материалы легли в основу

технических требований и технического задания для разработки системы.

Частично результаты анализа приведены на рисунке 1.

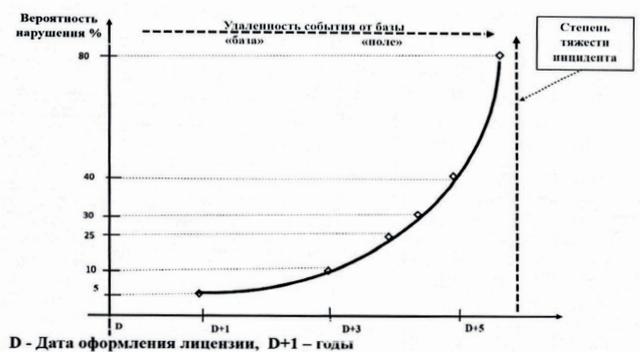


Рисунок 1 – График увеличения вероятности нарушений и тяжести инцидента
Figure 1 – The violations probability and the incident severity increase graph

График качественно показывает увеличение степени тяжести инцидента при ВР с удалением от «базы» предприятия и увеличение вероятности нарушений с течением времени от даты оформления лицензии. Причинами увеличения с течением времени вероятности нарушений ПБ при ВР являются постоянные естественные изменения внешней и внутренней среды предприятия. Это обычные изменения кадрового состава, географии работ, новые нормативные и регламентные документы; изменения в условиях оказания договорных услуг (при перезаключении договоров), модернизация оборудования, новые материалы и технологии. Причинами увеличения степени тяжести инцидента при ВР с удалением от «базы» предприятия может быть отсутствие технической возможности быстрого оказания помощи удаленным от база работникам. В таком случае резко возрастает «стоимость» обычной «человеческой» ошибки, и необходимо найти способ такие ошибки исключить. Современные технологии, как показывает

опыт других стран, могут не только серьезно помочь человеку, но и усилить контроль.

Учитывая результаты анализа, возможности современных цифровых технологий и государственную стратегию на осуществление цифровой трансформации технологических и производственных процессов, были определены принципы разрабатываемой системы: оцифровка максимально возможного количества контролируемых параметров с оценкой риска их нарушения, организация непрерывного удаленного (дистанционного) мониторинга, фиксирование времени контролируемых событий с геолокацией и авторизацией персонала.

Учитывая окружающие реалии и амбициозную поставленную цель исключения аварийности и уменьшения количества инцидентов на предприятиях, связанных с обращением ОВ, были определены следующие задачи:

- минимизировать негативное влияние «человеческого фактора»;
- исключить бесконтрольное использование ОВ, в т.ч. на удаленных объектах при работе персонала в автономных условиях;
- обеспечить качественное состояние предприятия на предмет постоянного соответствия лицензионным требованиям;
- синхронизировать плановые показатели в области профессионального и дополнительного обучения персонала, медицинского сопровождения персонала, а также производства ОВ и оборудования для применения ОВ.

В соответствии с результатами анализа и разработанным техническим заданием, компанией ООО «СИУМОЛ», был разработан Аппаратно- программный комплекс СИстемы Удаленного Мониторинга Логистики - Контроля Действий Персонала (далее - АПК «СИУМОЛ-КДП»), успешно прошедший к ноябрю 2016г. опытно-промышленные испытания на производственных объектах, обслуживаемых геофизическим предприятием ООО «Юганскнефтегазгеофизика».

Испытания подтвердили, что рабочие места АПК «СИУМОЛ-КДП» сокращают негативное влияние человеческого фактора при обращении ОВ и позволяют решать следующие основные задачи:

- обеспечивать постоянную корректность действий работников, ответственных за обращение ОВ (в т.ч. наличие лицензий, допусков сотрудников, их авторизация и т.п.);
- обеспечивать контроль выдачи и сдачи ОВ на склад;
- осуществлять частичный контроль и учет

действий персонала при ВР на удаленных объектах (организована «он-лайн» передача данных об исполнителе работ, месте и времени выполнения ключевых событий при ВР),

Разработанный АПК «СИУМОЛ-КДП» был представлен на заседании подсекции «Взрывное дело» секции №5 НТС Ростехнадзора 06.03.2017, на ВНПК «О промышленной безопасности ОПО» 19.05.2017 и на НТС Ростехнадзора 21.09.2017. При обсуждении специалисты положительно оценили примененные новые методы контроля, включая риск-ориентированный подход к оценке нарушений с помощью оцифрованных параметров и соответствие архитектуры АПК стратегии Ростехнадзора по организации дистанционного контроля ОПО.

НТС Ростехнадзора положительно оценил разработанный комплекс, подтвердил актуальность работ и рекомендовал предприятиям для изучения.

Поддержка внедрению АПК «СИУМОЛ-КДП» звучала и в выступлении на Форуме-диалоге «Промышленная безопасность - ответственность государства, бизнеса и общества» руководителя Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) Алексея Алёшина. По его словам, Ростехнадзор последовательно реализует курс на внедрение новых методов контроля, включая риск-ориентированный надзор. Первым этапом модернизации системы государственного регулирования в области промышленной безопасности стало внедрение т.н. "статической" модели риск-ориентированного надзора.

Общество и бизнес создают требование для нас не останавливаться на достигнутом и развивать дальше инструментарий риск-ориентированного надзора, переходя от "статической" к "динамической" его модели. Для этого Ростехнадзор проводит мероприятия по созданию системы дистанционного мониторинга технологических процессов на опасных производственных объектах с применением современных средств телеметрии, информационно-коммуникационных технологий. Мы хотим "увязать" информационные системы, созданные в эксплуатирующихся организациях, с нашими информационными ресурсами. На этой базе мы сможем не только качественно прогнозировать возникновение аварий, но и давать рекомендации эксплуатирующим организациям, а также "распределять" наши проверки по объектам с учетом изменяющихся рисков эксплуатации, - отметил А.Алёшин [5].

Косвенно подтверждается необходимость

применения АПК «СИУМОЛ - КДП» периодической повторяемостью инцидентов с ВМ и РИ. Специалисты уверены, что вызвано это и отсутствием в области контроля обращения ВМ и РИ современных систем управления и мониторинга, использующих новейшие достижения цифровых мобильных технологий.

В течение 2017-2018 гг. возможности АПК дополнительно протестированы в режиме опытно-промышленных испытаний и изучены профильными специалистами предприятий (более 240 чел), обслуживающих объекты ПАО «Роснефть» (г.Нефтеюганск), ПАО «Газпром» (г.Новый Уренгой), ПАО «Татнефть» (г.Альметьевск). Анализ результатов тестирования в ООО «Газпром георесурс» от 12.11.2017, подтвердил возможность дистанционного контроля действий мобильного персонала при обращении ВМ. Специалисты УПЭБиОТ и ТГРУ ПАО«Татнефть» также подтвердили целесоо-

«обычной» подготовки организационнораспорядительных документов и периодической отчетности с большими временными задержками). Такая уверенность специалистов объясняется изучением опыта реально внедренных за последние годы во многих областях деятельности централизованных автоматизированных систем управления, позволяющих контролировать разнообразные сложные производственные и организационные процессы убеждает всех скептиков. Применение таких систем позволило наладить системную работу по предотвращению нарушений.

На втором этапе представляется возможным применение бурно развивающейся технологии интеллектуального видеоконтроля. Обязательное с 2017 года оснащение ОПО видеоконтролем может и должно быть дополнено автоматизированным анализом действий персонала на предмет соблюдения правил без-

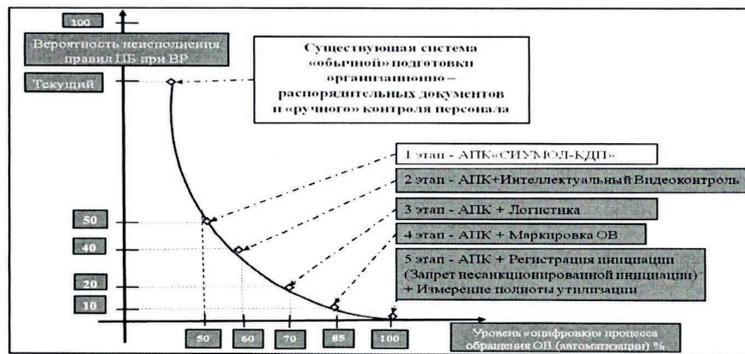


Рисунок 2 – График уменьшения вероятности неисполнения ПБ при ВР
 Figure 2 – The decrease in the probability of safety rules non-fulfillment at blast works graph

бразность применения АПК «СИУМОЛ - КДП».

По результатам продолжавшихся в 2017-2018 гг работ получены предложения от потенциальных пользователей АПК «СИУМОЛ-КДП» и, с учетом развития цифровых информационных технологий, сформированы направления развития.

Поэтапная реализация предлагаемых перспективных направлений развития АПК «СИУМОЛ-КДП» позволит повышением уровня «оцифровки» (автоматизации) процессов обращения ОВ кардинально уменьшить риски возникновения нарушений при ВР.

Многие специалисты, участвовавшие в тестировании, уверены, что реализация только одного, начального этапа внедрения АПК, позволит наполовину уменьшить риск возникновения нарушений (за счет внедрения контроля оцифрованных параметров взамен существующей сегодня на многих предприятиях практики

опасности, технологии и выданного задания. Интеграция АПК «СИУМОЛ-КДП», оснащенного искусственным интеллектом, с подсистемами удаленного мониторинга ОПО, позволит обеспечить не только непрерывный контроль и анализ действий персонала при исполнении технологических процессов ВР, но и предупредит исполнителя об его случайных ошибках, а, в случае систематических ошибок, возможна выдача в службу ОТ и ПБ рекомендаций о дополнительном обучении нарушителя. Параллельно усилится контроль за объективным временем наступления/фиксации событий, связанных с обращением ОВ (ВВ, ВМ, РИ).

На третьем этапе планируется усилить контроль значимых событий подключением процесса транспортировки ОВ, используя географические координаты, что позволит в режиме реального времени отслеживать факт физических перемещений транспорта с ОВ. Интеграция с

системами ГЛОНАСС обеспечит непрерывный контроль реальных маршрутов перевозимого ОВ и фактической продолжительности транспортировки.

На четвертом этапе предполагается модернизация АПК «СИУМОЛ-КДП» для поддержки технологий идентификации ОВ в соответствии с правилами маркировки, принятыми производителями. Использование маркировки производителей облегчит автоматизацию складского учета опасных веществ, процедур выдачи ответственным сотрудникам, сквозного контроля обращения ОВ.

Особое место в части обеспечения безопасности прострелочно-взрывных работ (ПВР) занимает установление факта и оценка полноты срабатывания прострелочно-взрывных аппаратов (ПВА) в скважине. Требование аппаратного контроля факта и оценки полноты срабатывания ПВА в скважине при производстве ПВР формулировалось еще в [3], однако отсутствие в то время разработанных и апробированных устройств делало это практически невыполнимым. В последние годы, с появлением специальных микроэлектронных устройств, разработаны и серийно выпускается ряд скважинной и устьевого аппаратуры, которая может быть использована для подтверждения факта полного срабатывания ПВА, что можно применить для контроля объема утилизированных ВВ автоматизированным способом. Заводы-изготовители оборудования для проведения ВР разрабатывают современные приборы с новыми возможностями, защищающими от случайных ошибок. Например, это может быть дополнительная инструментальная проверка собранного заряда непосредственно перед инициацией, предотвращение инициирования ВМ при нахождении персонала в опасной зоне, обеспечение невозможности инициации нелегитимным работником и т.д.

Таким образом, реализация концепции развития АПК «СИУМОЛ-КДП», испытанного на нескольких предприятиях, позволит в течение 3-5 лет значительно уменьшить риски, возникающие при обороте ОВ. Но это возможно только после выполнения первого этапа - внедрения на предприятиях, выполняющих ВР. Внедрение, как обычно, требует материальных затрат и определенных усилий со стороны руководителей. Необходима поддержка и со стороны контролирующих и регулирующих органов.

Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) 2018 год объявлен Годом культуры безопасности. Соответствующий приказ подписал

статс-секретарь — заместитель руководителя Службы Александр Рыбас. В документе отмечается, что Год культуры безопасности проводится в целях повышения уровня безопасной эксплуатации поднадзорных Ростехнадзору объектов. В частности, в течение года будут организованы профилактические мероприятия, направленные на формирование культуры промышленной безопасности, проведена разъяснительная работа среди работников поднадзорных организаций.

В течение года предлагаем обсудить, подготовить и принять решения, поощряющие и разрешающие (в перспективе обязывающие) предприятиям, имеющим лицензии на право работ с ОВ (ВВ, ВМ, РИ), применять АПК для решения задач по предупреждению рисков, возникающих при обращении ОВ.

В рамках программы «Цифровая экономика РФ», утвержденной распоряжением Правительства РФ № 1632-р от 28 июля 2017 г., и в соответствии с разработанным по поручению Президента России Владимира Путина планом мероприятий по разделу «Формирование исследовательских компетенций и технологических заделов», планируется провести ряд разработок в области систем управления промышленным производством. Так, документ предполагает создание «интеллектуального карьера» - системы управления добычным предприятием на основе комплексной цифровизации и роботизации горнорудного и добывающего комплексов экономики России и создании конкурентоспособных на мировом рынке технологий с применением отечественного программного продукта, интегрированного в отечественную платформу реального времени.

Уверены, что невозможна работа «интеллектуального карьера», не обеспечивающего безопасность при работах с применением взрывчатых материалов (ВМ) и радиоактивными источниками (РИ).

Выводы:

Отличительной (от многих существующих аналогичных решений) особенностью разработанного АПК «СИУМОЛ-КДП» является возможность постоянно отслеживать время и место наступления ключевых событий, а также правильность действий работников, ответственных за обращение ВВ (в т. ч. наличие лицензий, допусков сотрудников, их авторизация и т.п.). Следствием такого комплексного решения является снижение рисков возникновения чрезвычайных и потенциально опасных ситуаций; утери ВВ; несанкционированного доступа к ВВ; неуправляемого срабатывания ВВ.

Практические испытания АПК «СИУМОЛ-КДП» доказали целесообразность дистанционного контроля действий персонала, используя мобильные устройства.

Перспективными направлениями модернизации АПК «СИУМОЛ-КДП» являются добавление подсистем: обеспечения безопасности ПВР с оценкой полноты срабатывания ВВ в скважине, контроля времени и маршрутов транспортирования ВВ, идентификации ВВ с использованием маркировки производителей ВВ.

Предложения:

Включить, при лицензировании деятельности, связанной с обращением взрывчатых материалов промышленного назначения, в перечень лицензионных требований наличие у

предприятия централизованной системы дистанционного он-лайн мониторинга действий персонала с целью осуществления постоянного контроля за качественным выполнением лицензионных требований.

Рекомендовать предприятиям, применяющим взрывчатые вещества, обязательное использование аппаратно-программных комплексов, позволяющих организовать контроль действий персонала с привязкой ко времени события, текущей геолокации и обязательной авторизацией исполнителя работ.

Рассмотреть в рабочем порядке целесообразность выполнения в 2018-2020 гг. проектов НИОКР, необходимых для обеспечения безопасного применения ВВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобелев В.П. Анализ причин аварийности, травматизма и утрат взрывчатых материалов // Безопасность труда в промышленности. Тезисы докладов ВНПК «Актуальные проблемы промышленной безопасности в горнорудной, угольной и металлургической промышленности», 2016. С. 71-73.
2. Решение ВНПК «Актуальные проблемы промышленной безопасности в горнорудной, угольной и металлургической промышленности» // Безопасность труда в промышленности. 2016. №6. С.84-85.
3. Агеев М.В., Климова А.А., Попов В.К. Защищенность электродетонаторов типа ПВПД-Н и ПГН от несанкционированного взрывания // НТВ «Каротажник». Тверь. Изд-во «АИС», 2013. Вып. 7. С. 47-56
4. Филатов А.П., Оксман В.С. Состояние промышленной безопасности на опасных производственных объектах горнорудной и металлургической отраслей промышленности России. // Тезисы докладов ВНПК, посвященной 20-летию принятия Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», 2017. С. 171-175
5. Выступление Руководителя Ростехнадзора на Форуме-диалоге «Промышленная безопасность - ответственность государства, бизнеса и общества». Режим доступа: <http://www.gosnadzor.ru/news/64/778/> (дата обращения: 28.03.2108).

REFERENCES

1. Kobelev, V.O. (2016). Analiz prichin avariinosti, travmatizma i utrat vzryvchatykh materialov [Analysis of the accidents, injuries and loss of explosive materials causes]. *Bezopasnost truda v promyshlennosti – Industrial Labor Safety, Report abstracts of the VNPk "Actual problems of industrial safety in the mining, coal and metallurgical industries"*, pp. 71-73 [in Russian].
2. Reshenie VNPk «Aktualnyie problemy promyshlennoi bezopasnosti v gornorudnoi, ugolnoi i metallurgicheskoi promyshlennosti» [VNPk "Actual problems of industrial safety in the mining, coal and metallurgical industries" decision]. *Bezopasnost truda v promyshlennosti – Industrial Labor Safety, 2016, 6, 84-85 [in Russian]*.
3. Ageev, M.V., Klimova, A.A., & Popov, V.K. (2013). Zashchishchennost ehlektrodetonatorov tipa PVPD-N i PGN ot nesanktsionirovannogo vzryvaniia [Protection of PVPD-H and PGN type electric detonators from unauthorized blasting]. *NTV "Karotazhnik"*. Tver: "AIS", 7, 47-56 [in Russian].
4. Filatov, A.P., & Oksman, V.S. (2017). Sostoyanie promyshlennoi bezopasnosti na opasnykh proizvodstvennykh ob"ektakh gornorudnoj i metallurgicheskoi otraslej promyshlennosti Rossii [The state of industrial safety at hazardous industrial facilities in the mining and metallurgical industries of Russia]. *Tezisy dokladov VNPk, posvyashchennoi 20-letiiu priniatiia Federalnogo zakona № 116-FZ «O promyshlennoi bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov» - Report abstracts of the VNPk, dedicated to the 20th anniversary of the Federal Law No. 116-FZ "On Industrial Safety of Hazardous Production Facilities" adoption*, pp 171-175 [in Russian].
5. Promyshlennaia bezopasnost – otvetstvennost gosudarstva, biznesa i obshchestva [Industrial safety is the responsibility of the state, business and society]. *The Rostekhnadzor Head Speech at the Forum-Dialogue*. Retrieved from: <http://www.gosnadzor.ru/news/64/778/> [in Russian].



А.С. Голык // A.S. Golik

д-р техн. наук, проф., академик АГН, МАНЭБ, научный консультант АО «НЦ ВостНИИ», 650002, Россия, г. Кемерово, ул. Институтская, 2
 doctor of technical sciences, professor, academician of AGN, MANEB, scientific consultant of AO "ScC VostNII", 2, Institutskaia St., Kemerovo, 650002, Russia



И.К. Галеев // I.K. Galeev

д-р мед. наук, Заслуженный врач РФ, заместитель директора ГБУЗ КО «Кемеровский областной центр медицины катастроф», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Н. Островского, 24.
 doctor of medical sciences, Honored doctor of the Russian Federation, deputy director of GBUZ KO "Kemerovo Regional Center of Disaster Medicine", 24, N. Ostrovsky St., Kemerovo, 650000, Russia



**А.С. Ярош // A.S. Yarosh
rosniigdbuh@mail.ru**

канд. техн. наук, академик МАНЭБ, генеральный директор АО «НИИГД», 650002, Россия, г. Кемерово, пр-т Шахтеров, 14
 candidate of technical sciences, academician of MANEB, general director of AO "NIIGD", 14, Shakhтеров Av., Kemerovo, 650002, Russia



В.Б. Попов // V.B. Popov

д-р техн. наук, профессор, академик МАНЭБ, научный консультант АО «НЦ ВостНИИ», 650002, Россия, г. Кемерово, ул. Институтская, 2
 doctor of technical sciences, professor, academician of MANEB, scientific consultant of AO "ScC VostNII", 2, Institutskaia St., Kemerovo, 650002, Russia



А.Б. Муллово // A.B. Mullov

канд. мед. наук, заместитель заведующего медицинским центром ФКУ ДПО «Национальный аэромобильный спасательный учебно-тренировочный центр подготовки горноспасателей и шахтеров» МЧС России, 654000, Россия, г. Новокузнецк, ул. Горноспасательная, 5
 candidate of medical sciences, deputy head of the medical center FKU DPO "National air mobile rescue instructional training center for the mine rescuers and miners' training", MChS of Russia, 5, Gornospasatelnaia St., Novokuznetsk, 654000, Russia



В.А. Кульмухаметов // V.A. Kulmukhametov

генеральный директор ООО «СИБЭЛЕКТРО», 6540000, Россия, г. Новокузнецк, улица Малозатаяная, 8
 general director of ООО "SIBELEKTRO", 8, Maloetazhnaia St., Novokuznetsk, 6540000, Russia



И.Р. Измаилов // I.R. Izmailov

инженер-конструктор ООО «СИБЭЛЕКТРО», 6540000, Россия, г. Новокузнецк, улица Малозатаяная, 8
 design engineer of ООО "SIBELEKTRO", 8, Maloetazhnaia St., Novokuznetsk, 6540000, Russia



С.А. Петров // S.A. Petrov

начальник ФКУ ДПО «Национальный аэромобильный спасательный учебно-тренировочный центр подготовки горноспасателей и шахтеров» МЧС России, 654000, Россия, г. Новокузнецк, ул. Горноспасательная, 5
 head of FKU DPO "National air mobile rescue instructional training center for the mine rescuers and miners' training", MChS of Russia, 5, Gornospasatelnaia St., Novokuznetsk, 654000, Russia



**Ю.В. Малахов // Yu.V. Malakhov
yv.malakhov@mail.ru**

заместитель генерального директора АО «НИИГД», 650002, Россия, г. Кемерово, пр-т Шахтеров, 14
 deputy general director of AO "NIIGD", 14, Shakhтеров Av., Kemerovo, 650002, Russia

УДК 622:658.3

КОНЦЕПЦИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ СПАСЕНИЯ ШАХТЕРОВ ПРИ АВАРИЯХ И КАТАСТРОФАХ В ШАХТАХ
THE CONCEPT OF A UNIFIED MINERS' RESCUE SYSTEM DURING MINE ACCIDENTS AND CATASTROPHES

Предлагается концепция единой системы спасения подземных трудящихся при авариях в шахте. Это совокупность организационных, научно-технических и медицинских мер, практическая

реализация которых с использованием оригинальных инновационных технических разработок позволит обеспечить на качественно новом уровне решение важнейшей социально-экономической проблемы – спасение шахтеров, пострадавших при подземных авариях. Ключевым вопросом при разработке концепции является создание мобильного малогабаритного горноспасательного комплекса, позволяющего решать две основные задачи при ведении аварийно-спасательных работ – механизации труда горноспасателей и возможности оперативного оказания первой медицинской помощи пострадавшим непосредственно у места аварии. Кроме того, с использованием специальных технических средств, входящих в состав комплекса, значительно сокращается время доставки травмированных горнорабочих на поверхность. В круг решаемых задач также включена адаптация имеющихся в настоящее время технических средств подземного подвижного состава для их применения в аварийных ситуациях, в том числе обеспечения доставки горноспасателей к местам следования. Практическая реализация предлагаемой концепции позволит обеспечить высокую эффективность труда горноспасателей при ликвидации последствий подземных аварий, оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим, организацию их оперативной транспортировки и доставки в лечебные учреждения.

The concept of a unified system for saving underground workers during mine accidents is proposed. This is a combination of organizational, scientific and technical and medical measures, the practical implementation of which with the use of original innovative technical developments will provide a qualitatively new solution to the most important socio-economic problem - the miners affected by underground accidents rescue. The key issue in the development of the concept is the creation of a mobile small-scale mine rescue complex, which allows solving two main tasks in the conduct of rescue operations - the mine rescuers labor mechanization and the urgent first aid availability for the victims directly at the accident site. In addition, with the use of special technical means included in the complex, the injured miners surface delivery time is significantly reduced. The range of tasks to be solved also includes the adaptation of currently available technical means of the underground transport for their application in emergency situations, including ensuring the delivery of mine rescuers to the accident spots. Practical implementation of the proposed concept will ensure the rescuers' work high efficiency in the underground accident result liquidation, providing urgent medical assistance to the victims, organizing their prompt transportation and delivery to medical institutions.

Ключевые слова: АВАРИИ, ОБРУШЕНИЯ И ЗАВАЛЫ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ, МЕХАНИЗАЦИЯ РАЗБОРКИ ЗАВАЛОВ; МОБИЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫЙ и РЕАНИМАТОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, ЭКСТРЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ В МЕСТЕ АВАРИИ

Key words: ACCIDENTS, ROCK FAILURES AND BLOCKAGE IN MINE OPENINGS, BLOCKAGE CLEARING MECHANIZATION; MOBILE UNDERGROUND MULTIFUNCTIONAL MININE RESCUE AND CRITICAL CARE COMPLEX, EMERGENCY MEDICAL ASSISTANCE AT THE ACCIDENT SPOT

Опасность шахтерской профессии известна с тех времен, когда стали добывать уголь подземным способом. В настоящее время в России эксплуатируются 97 шахт [2], из которых 68 располагаются в Кузбассе и обеспечивают 45 % всей бассейновой добычи [5].

Применение современной высокопроизводительной горной техники не исключает вероятность возникновения аварий и чрезвычайных происшествий. Наоборот, повышение технической оснащенности очистных и подготовительных забоев способствует росту тяжести последствий аварийных ситуаций. Крупные аварии с человеческими жертвами в последние годы произошли на хорошо оснащенных в соответствии с современными требованиями шахтах «Есаульская» (2005, 22 погибших), «Ульяновская» (2007, 110 погибших), «Юбилейная» (2007, 38

погибших), «Распадская» (2010, 91 погибший) в Кузбассе и на шахтах «Центральная» (1998, 30 погибших) и «Северная» (2016, 36 погибших) в Воркутинском угольном месторождении.

Подземные пожары со взрывами метана и пыли относятся к наиболее травмоопасным происшествиям, приводящим нередко к массовым летальным исходам.

Извлечение пострадавших из-под завалов является весьма опасным и трудоемким процессом, требующим значительных затрат человеческих и материальных ресурсов. В настоящее время на вооружении горноспасательных подразделений отсутствуют специальные средства механизации по разборке обрушений в горных выработках и эти работы осуществляются вручную. Имеющуюся на шахтах проходческую и добычную технику применять для этих целей невозможно из-за большого веса, габаритов,

трудностей доставки к месту аварии и возникающих сложностей в энергообеспечении.

В настоящее время АО «НИИГД», «Региональным Сибирским отделением МАНЭБ», ФГКУ ДПО «Национальный аэромобильный спасательный учебно-тренировочный центр подготовки горноспасателей и шахтеров» МЧС России совместно с ООО «Сибэлэктро» ведутся работы по созданию механизированного горноспасательного комплекса по разборке завалов в горных выработках для извлечения пострадавших шахтеров. На данном этапе разработана техническая документация комплекса, изготавливается экспериментальный образец и после проведения всего объема испытаний будет налажен его серийный выпуск.

В связи с большими затратами времени на разбор завалов при обеспечении доступа спасателей в аварийный участок попавшим под взрывы и завалы шахтерам первая медицинская помощь зачастую оказывается с задержкой. При увеличении длительности периода изоляции и отсрочке начала оказания медицинской помощи вероятность неблагоприятного исхода у пострадавших растет [1]. Кроме того, задача по оказанию экстренной медицинской помощи пострадавшим в подземных условиях значительно осложняется в сравнении с аналогичной ситуацией на поверхности вследствие одномоментного воздействия на горняка в замкнутом пространстве поражающих факторов токсического, термического и механического характера и наличия непригодной для дыхания атмосферы [7].

После извлечения пострадавших из-под завалов и эвакуации из зоны взрыва первостепенное значение имеет обеспечение их быстрой доставкой с аварийного участка в безопасное место. По результатам ликвидации медицинских последствий аварий на шахтах Кузбасса среднее время прибытия к месту аварии медицинских подразделений ВГСЧ в составе отделений горноспасателей составляет порядка *1 час 30 мин* и более [8]. Это время превышает продолжительность так называемого периода «золотого часа», что снижает эффективность медицинской помощи. В ситуациях, когда начало оказания медицинской помощи по объективным причинам невозможно в пределах «золотого часа», первостепенное значение приобретает возможность спасения шахтеров путем само- и взаимопомощи [8]. Во времена Советского Союза практиковалось обучение шахтеров приемам первой помощи, но в настоящее время систематической подобной подготовки фактически нет. Если шахтер будет подготовлен к оказанию первой

помощи и на уровне автоматизма будет знать и уметь правильно выполнять все необходимые элементы, у пострадавших появляется шанс с минимальными потерями дождаться прибытия спасательных формирований и медицинского работника ВГСЧ.

Считаем, что для повышения эффективности аварийно-спасательных работ в шахтах назрела насущная необходимость создания единой системы спасения пострадавших, базирующейся на научно обоснованных принципах сокращения длительности периода нахождения пострадавших без квалифицированной медицинской помощи путем внедрения инновационных технических решений в области горноспасательных работ и создания условий для оказания экстренной медицинской помощи в непригодной для дыхания атмосфере, обеспечения выживаемости пострадавших в периоде ожидания ими медицинской помощи. Необходима координация в единый комплекс организационных, технических и медицинских мероприятий при выполнении горноспасательных работ.

Единая концепция должна решать задачу сокращения времени прибытия отделений горноспасателей и врачей медицинских бригад экстренного реагирования (МБЭР) к месту аварии, разработки и внедрения средств механизации по разборке завалов, технического обеспечения условий для повышения выживаемости пострадавших в очаге аварийной ситуации до прибытия спасателей, оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим непосредственно на месте чрезвычайной ситуации в шахте и во время транспортировки их на поверхность.

В настоящее время доставка отделений горноспасателей и МБЭР к месту аварии организована следующим образом: от места дислокации подразделений ВГСЧ до шахты автомобильным транспортом, затем спуск в шахту по вертикальным стволам или наклонным вскрывающим выработкам, далее по действующим горизонтальным к аварийному участку, и все это преимущественно пешим порядком.

Необходимо отметить, что зачастую горные диспетчеры, получив сигнал из шахты о произошедшей чрезвычайной ситуации, допускают задержку вызова горноспасателей, пытаясь уточнить информацию на аварийном участке о количестве пострадавших и обстоятельствах случая. Кроме того, начинают испрашивать разрешение на вызов ВГСЧ у первых руководителей шахты, выполняя устные распоряжения собственников угольных предприятий по минимизации затрат на деятельность профессиональных горноспа-

сательных формирований. Все это неизбежно увеличивает время начала спасательной операции как в случаях одиночных травм, так и масштабных авариях.

Значительные потери времени отмечают при передвижении отделений горноспасателей пешим порядком по подземным выработкам в аварийной обстановке. Разбор завалов для извлечения пострадавших шахтеров ведется с применением ручного труда, а время работы в загазованной атмосфере ограничено индивидуальным запасом кислорода, значительная часть которого может быть израсходована на передвижение отделений к месту аварии и возвращение обратно.

При доступе спасателей и врачей МБЭР в очаг аварийной ситуации непригодная для дыхания атмосфера, отсутствие освещения, высокая влажность и прочие неблагоприятные внешние условия ограничивают объем медицинской помощи пострадавшим выполнением только элементов первой помощи и требуют обязательного применения изолирующих дыхательных аппаратов пострадавшим до момента их выноса на свежую струю воздуха или подземную базу.

В мировой практике нет прецедентов использования в подземных условиях медицинских автономных спасательных устройств, способных обеспечить медицинскому работнику ВГСЧ комфортные условия для работы с пациентом в непригодной для дыхания атмосфере, решить задачу транспортировки пострадавшего на поверхность с одновременным проведением мероприятий в рамках скорой специализированной медицинской помощи.

Совместными усилиями медиков, ученых-угольщиков и производственников из Кемеровского областного центра медицины катастроф, Регионального сибирского отделения Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (РСО МАНЭБ) и завода горно-шахтного оборудования ООО «Сибэлэлектро» создан экспериментальный образец автономного мобильного подземного реаниматологического комплекса [4]. Мобильный подземный реаниматологический комплекс (МПРК) впервые показан на Международной выставке-ярмарке «Уголь России и майнинг» в 2016 году, где удостоен «Гран При» в соответствующей номинации. В 2017 году экспериментальный образец МПРК демонстрировался делегатам VIII Международной горноспасательной конференции IMRB-2017, которая впервые проводилась в России. Был проведен для делегатов из 22 стран мира показательный мастер-класс по оказанию

экстренной медицинской помощи в непригодной для дыхания атмосфере, убедительно показаны перспективы применения этого мобильного медицинского спасательного устройства в медицинском обеспечении горноспасательных работ.

Габариты экспериментального образца МПРК допускают перемещение по монорельсовому пути горных выработок минимального сечения, системы жизнеобеспечения комплекса позволяют и пациенту, и врачу находиться в непригодной для дыхания атмосфере без индивидуальных дыхательных аппаратов, а имеющееся табельное оснащение рассчитано на оказание экстренной медицинской помощи, включая проведение бронхоскопии при термотоксическом поражении дыхательных путей и применение оксигенированного кровезаменителя с газотранспортной функцией перфторана для коррекции многофакторной гипоксии при поражении систем органов «кровь-легкое».

Мобильный подземный реаниматологический комплекс защищен патентом на полезную модель № 134590 (приоритет 02.07.2012, опубликовано 20.11.2013, Бюл. № 32). В настоящее время МПРК совершенствуется с учетом результатов заводских испытаний, готовятся различные варианты его конструктивного исполнения для решения конкретных медицинских тактических задач, сертифицируется оборудование и изделие в целом для подготовки к промышленному производству. На базе НИИ горноспасательного дела (АО НИИГД) совместно с РСО МАНЭБ и ФГКУ «Национальный горноспасательный центр» сформулированы предложения для внесения изменений в нормативные документы по ведению горноспасательных работ.

Считаем, что практическая реализация концепции единой системы спасения шахтеров при авариях и катастрофах должна осуществляться по следующим направлениям:

1. Сокращение периода нахождения пострадавших без оказания квалифицированной медицинской помощи, исключение до минимума ручного труда по разбору завалов путем внедрения мобильного автоматизированного многофункционального горноспасательного комплекса с элементами роботизации. Такие автоматизированные комплексы должны присутствовать на каждом рабочем шахтном горизонте, а варианты их использования должны быть предусмотрены в плане по ликвидации аварийных ситуаций шахты. Как выше уже указано, в настоящее время мобильный автоматизированный многофункциональный горноспасательный комплекс с элементами роботизации разработан

[11], имеются рабочие чертежи, и готовится выпуск экспериментального образца.

2. Оптимизация тактики медицинского обеспечения горноспасательных работ путем приближения скорой специализированной медицинской помощи к очагу чрезвычайной ситуации. Для этого мобильный подземный реаниматологический комплекс с системами жизнеобеспечения и табельным оснащением для оказания экстренной медицинской помощи должен включаться в состав автоматизированного многофункционального горноспасательного комплекса, варианты использования которого должны отражаться непосредственно в плане ликвидации аварий.

3. Ускорение перемещения горноспасателей по подземным горным выработкам в непригодной для дыхания атмосфере путем разработки и внедрения средств «малой механизации» - специальных самоходных агрегатов для горизонтальных и наклонных выработок с автономным энергообеспечением и возможностью последующей эвакуации на них легкой и средней тяжести пострадавших. Такие транспортные средства «малой механизации» позволят увеличить время работы отделений в зоне аварии за счет снижения потребления запаса кислорода на пеший переход. Самоходные агрегаты должны позволять перемещение по сложному рельефу аварийных выработок и по своим техническим характеристикам превосходить аналоги (например, используемые в США «квадроциклы»). Проект подобного средства «малой механизации» готовится научной группой в Кузбассе.

4. Отработка схем взаимодействия горноспасательных подразделений с привлечением для ликвидации аварий на угольных предприятиях страны аэромобильного горноспасательного отряда быстрого реагирования с собственной медицинской службой и возможностью развертывания при необходимости, мобильных госпитальных баз - при чрезвычайных ситуаци-

ях. Организованный в Кузбассе «Национальный горноспасательный центр» имеет в своем составе аэромобильный отряд быстрого реагирования, который прошел «боевое крещение» при ликвидации аварий на шахте «Северная» в Воркуте (2016) и алмазном руднике «Мир» в Якутии (2017). В планах руководства МЧС России – организация в составе аэромобильного отряда быстрого реагирования мобильного медицинского формирования с соответствующим оснащением.

5. Научное обоснование и практическое внедрение способов поддержания на оптимальном уровне состояния здоровья горноспасателей с профилактикой развития профессиональной патологии для повышения эффективности выполнения задач по ликвидации аварийных ситуаций на шахтах.

6. Внедрение обязательного и регулярного обучения шахтеров приемам безопасного ведения работ на угольных шахтах, способам спасения в аварийных ситуациях и приемам оказания первой помощи с регулярным проведением практических тренировок по использованию мобильного подземного реаниматологического комплекса для само- и взаимопомощи.

Таким образом, внедрение единой концепции системы спасения шахтеров при авариях и катастрофах на шахтах позволит эффективно реализовать принцип максимально быстрого доступа горноспасателей к пострадавшим, обеспечит выживаемость пострадавших в период ожидания ими медицинской помощи, оказания экстренной медицинской помощи в течение «золотого часа» как в случаях одиночных травм, так и при авариях с большим количеством пораженных. Повсеместная практика обучения шахтеров приемам первой помощи сыграют положительную роль в повышении эффективности ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на угольных шахтах и уменьшит социальную напряженность в обществе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галеев И.К., Кричевский А.Л. Организация медицинской помощи тяжелопораженным шахтерам при взрывах и завалах в угольных шахтах Кузбасса. Кемерово, 2002. 213 с.
2. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2016 году. М, 2017. 397 с.
3. Голик А.С., Зубарева В.А., Дингес В.Р. Концепция создания системы безопасности жизнедеятельности шахтеров угольных шахт //ТЭК и Ресурсы Кузбасса. № 4/17. 2004. С. 72-73.
4. Голик А.С., Зубарева В.А., Галеев И.К. Подземный реаниматологический мобильный комплекс // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты окружающей среды и технологической безопасности в меняющихся антропологических условиях. Грозный, 2014. С. 39-41.
5. Доклад Сибирского управления Ростехнадзора по правоприменительной практике (приказ Сибирского управления Ростехнадзора от 15.08.2017 г. № 01-04-01/468).
6. Жиронкин Л. Г. Кислород. Физиологическое и токсическое действие. Л.: Наука, 1972. 172 с.
7. Можаев Г.А., Заболотный В.Н., Дьяконов В.П. Неотложная медицинская помощь пораженным при авариях и катастрофах. Киев: Здоровья. 1995. 286 с.

8. Муллоу А.Б., Вахонин И.В. Клинические и организационные аспекты реаниматологии на догоспитальном этапе лечения шахтовой травмы // *Фундаментальные проблемы реаниматологии: Труды НИИ общей реаниматологии РАМН с филиалом в г. Новокузнецке. Том 1. М., 2000. С. 515 – 524.*
9. Приказ Минтопэнерго РФ № 175. Госгортехнадзора РФ № 107 от 27.06.1997 (ред. от 27.04.2004) "Об утверждении Устава ВГСЧ» (вместе с "Уставом военизированной горноспасательной части (ВГСЧ) по организации и ведению горноспасательных работ на предприятиях угольной и сланцевой промышленности"). Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
10. Приказ Ростехнадзора от 19.11.2013 N 550 (ред. от 08.08.2017) "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в угольных шахтах" (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 № 30961). Режим доступа: <http://rosugleprof.ru/OT41.pdf>
11. Ярош А.С., Малахов Ю.И., Бунин В.И. Обоснование разработки мобильного многофункционального горноспасательного комплекса с элементами роботизации для ликвидации последствий аварий в горных выработках шахт и рудников // *Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. № 3. 2017. С.46-50.*

REFERENCES

1. Galeev, I.K., & Krichevsky, A.L. (2002). *Organizatsiia medicinskoj pomoshchi tiazheloporazhennym shakhteram pri vzryvakh i zavalakh v ugolnykh shakhtakh Kuzbassa [Medical care organization for heavily injured miners after blasts and blockages in Kuzbass coal mines]*. Kemerovo [in Russian].
2. *Godovoj otchet o deiatelnosti federalnoi sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru v 2016 godu [Annual report on the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision activities in 2016]*. Moscow, 2017 [in Russian].
3. Golik, A.S., Zubareva, V.A., & Dinges, V.P. (2004). *Kontseptsiiia sozdaniia sistemy bezopasnosti zhiznedeiatelnosti shakhterov ugolnykh shaht [The concept of creating a safe life activity system for the miners in underground coal mines]. TEK I Resursy Kuzbassa - TEK and Kuzbass Resources, 4/17, 72-73 [in Russian]*.
4. Golik, A.S., Zubareva, V.A., & Galeev, I.K. (2014). *Podzemny reanimatologicheskii mobilny kompleks [Underground resuscitation mobile complex]. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktualnye problemy zashchity okruzhayushchei sredy i tekhnosfernoi bezopasnosti v meniaiushchikhsia antropologicheskikh usloviiah - Proceedings of the international scientific-practical conference "Actual problems of environmental protection and technospheric security in changing anthropological conditions. Grozny, pp39-41 [in Russian]*.
5. *Doklad Sibirskogo upravleniia Rostekhnadzora po pravoprimenitelnoi praktike (prikaz Sibirskogo upravleniia Rostekhnadzora ot 15.08.2017 g. № 01-04-01/468) [Report of the Rostekhnadzor Siberian Department on law enforcement practice (Order of the Rostekhnadzor Siberian Department of 08/08/2017, No. 01-04-01 / 468) [in Russian]*.
6. Zhironkin, L.G. (1972). *Kislород. Fiziologicheskoe i toksicheskoe deistvie [Oxygen. Physiological and toxic effect]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
7. Mozhaev, G.A., Zabolotny, V.N., & Diakonov, V.P. (1995). *Neotlozhnaia medicinskaia pomoshch porazhennym pri avariakh i katastrofakh [Emergency medical care for the people affected by accidents and disasters]*. Kiev: Zdorovia [in Russian].
8. Mullov, A.B., & Vakhonin, I.V. (2000). *Klinicheskie i organizatsionnye aspekty reanimatologii na dogospitalnom etape lecheniia shakhtovoi travmy [Clinical and organizational aspects of resuscitation at the prehospital stage of the mine injury treatment]. Fundamentalnye problemy reanimatologii: Trudy NII obshchei reanimatologii RAMN s filialom v g. Novokuznetske - Fundamental problems of resuscitation: Proceedings of General Reanimatology Research Institute of the Russian Academy of Medical Sciences with a branch in Novokuznetsk, Moscow, Vol. 1, pp. 515-524 [in Russian]*.
9. *Prikaz Mintopenergo RF № 175. Gosgortekhnadzora RF № 107 ot 27.06.1997 (red. ot 27.04.2004) "Ob utverzhdanii Ustava VGSC» (vmeste s "Ustavom voenizirovannoj gornospasatelnoi chasti (VGSC) po organizatsii i vedeniiu gornospasatelnykh rabot na predpriiatyakh ugolnoi i slantsevoi promyshlennosti" [The Order of the Ministry of Fuel and Energy of the Russian Federation No. 175. Gosgortekhnadzor of the Russian Federation No. 107 of 27.06.1997 (as amended on 27.04.2004) "On approval of the VGSC Charter" (together with the "Charter of the paramilitary mine-rescue unit (VGSC) on the organization and conduct of mine rescue operations at coal and shale industry")]. Retrieved from: <http://www.consultant.ru> [in Russian]*.
10. *Prikaz Rostekhnadzora ot 19.11.2013 N 550 (red. ot 08.08.2017) "Ob utverzhdanii Federalnykh norm i pravil v oblasti promyshlennoi bezopasnosti "Pravila bezopasnosti v ugolnykh shakhtakh" (Zaregistrovano v Minyuste Rossii 31.12.2013 № 30961) [Rostekhnadzor Order No. 550 of November 19, 2013 (revised as of 08.08.2017) "On Approval of Federal Norms and Rules in the Field of Industrial Safety" Safety Rules in Coal Mines "(Registered in the Ministry of Justice of Russia on December 31, 2013 No. 30961). Retrieved from: <http://rosugleprof.ru/OT41.pdf> [in Russian]*.
11. Yarosh, A.S., Malakhov, Yu.I., & Bunin, V.I. (2017). *Obosnovanie razrabotki mobilnogo mnogofunktsionalnogo gornospasatel'nogo kompleksa s elementami robotizatsii dlia likvidatsii posledstviia avarii v gornykh vyrabotkakh shakht i rudnikov [Development substantiation of a mobile multifunctional mine rescue complex with elements of robotization for the accident results liquidation in the openings of coal and ore mines]. Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center, 3, 46-50 [in Russian]*.



А. И. Фомин // A. I. Fomin
ncvostnii@yandex.ru

д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела АО «НЦ ВостНИИ», Россия, 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3
doctor of technical sciences, department leading scientific researcher, JSC «ScC VostNII», 3, Institutskaya Street, Kemerovo, 650002, Russia



Д. А. Бесперстов // D. A. Besperstov
gpnbesperstov@yandex.ru

аспирант ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», Россия, 650056, г. Кемерово, ул. Институтская, 7
chair post graduate of Kemerovo Institute of Food Science and Technology, 7, Institutskaya Street, Kemerovo, 650056, Russia



С. Ю. Сайбель // S. Yu. Saibel
ssaibel@mail.ru

майор внутренней службы, начальник факультета заочного обучения института заочного обучения, переподготовки и повышения квалификации ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», Россия, 153040, г. Иваново, пр-кт Строителей, 33
distant education faculty head of distant education and refreshing training institute of Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», internal service major, 33, Stroiteley Avenue, Ivanovo, 153040, Russia

УДК 614.849

ОПТИМИЗАЦИЯ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ И РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАДЗОР

SUPERVISORY ACTIVITIES OPTIMIZATION IN THE FIELD OF THE POPULATION AND TERRITORIES PROTECTION FROM EMERGENCY SITUATIONS. FEDERAL AND REGIONAL SUPERVISION

В статье рассмотрена организация надзорной деятельности в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Приведен анализ нормативно-правовых актов, регламентирующих надзорную деятельность при организации федерального и регионального государственного надзора. Изложены основные принципы осуществления федерального и регионального государственного надзора с учетом риск-ориентированного подхода при организации надзора. Рассмотрены их сферы деятельности. Подробно рассмотрены вопросы разграничений полномочий между федеральным и региональным государственным надзором в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Представлены особо опасные и технически сложные объекты и рассмотрена методика по определению периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в зависимости от установленной категории. Приведена классификация чрезвычайных ситуаций и потенциально-опасных объектов. Критерии риск-ориентированного подхода при осуществлении федерального государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

The article deals with the supervisory activities organization in the field of the population and territories protection from emergency situations. The analysis of normative legal acts regulating supervisory activity in

the organization of federal and regional state supervision is given. The main principles of implementing federal and regional state supervision are outlined, taking into account the risk-oriented approach in the organization of supervision. Their activity spheres are considered. The issues of delineation of powers between federal and regional state supervision in the field of the population and territories protection from emergency situations are considered in detail. Particularly dangerous and technically complex facilities are presented and the methodology for determining the supervisory measures implementation periodicity with respect to the objects of supervision in the field of the population and territories emergency protection, depending on the established category, is considered. The classification of emergencies and potentially dangerous objects is given. Criteria of the risk-oriented approach in the implementation of federal state supervision in the field of the population and territories emergency situations' protection.

Ключевые слова: НАДЗОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАДЗОР, РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАДЗОР, ЗАЩИТА ПРАВ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ, РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД

Key words: SUPERVISION ACTIVITY, POPULATION AND TERRITORIES EMERGENCY SITUATION PROTECTION, FEDERAL SUPERVISION, REGIONAL SUPERVISION, CORPORATE BODIES AND INDIVIDUAL ENTREPRENEURS RIGHTS PROTECTION, RISK-ORIENTED APPROACH

Опасные природные явления, катастрофы, стихийные бедствия и аварии на объектах различного функционального назначения наносят значительный социально-экономический ущерб в Российской Федерации. В целях предупреждения чрезвычайных ситуаций и снижения ущерба при их возникновении одной из форм воздействия на данные процессы является государственный надзор в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее – ЗНТЧС).

В настоящее время принят ряд законодательных актов Российской Федерации по оптимизации надзора в области ЗНТЧС. Результатом данной деятельности явилось разделение государственного надзора в области ЗНТЧС на федеральный и региональный [1] (Рис. 1).

Федеральный государственный надзор в области ЗНТЧС осуществляют надзорные органы МЧС России [2]. Региональный государственный надзор в области ЗНТЧС осуществляют органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации [3] (Рис. 2).

С учетом вышеизложенного в соответствии с требованиями статьи 27 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (далее – ФЗ-68) государственный надзор в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее – государственный надзор в области ЧС) осуществляется:

- уполномоченными федеральным органом исполнительной власти (*федеральный государственный надзор*);
- органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации (*региональный государственный надзор*) согласно их компетен-

ции в порядке, установленном соответственно Правительством Российской Федерации и высшим исполнительным органом государственной власти субъекта Российской Федерации.

В соответствии с пунктом «п» статьи 10 ФЗ-68 Правительство РФ устанавливает порядок осуществления государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечивает осуществление федерального государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций федерального и межрегионального характера. В соответствии с требованиями пункта «с» части 1 статьи 11 ФЗ-68 органы государственной власти субъектов Российской Федерации устанавливают порядок организации и обеспечивают осуществление регионального государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций регионального, межмуниципального и муниципального характера.

Постановлением Правительства РФ от 24 декабря 2015г. № 1418 «О государственном надзоре в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» определена компетенция каждого из органов власти в части касающейся порядка осуществления ими федерального и регионального надзоров в области ЧС.

При разграничении полномочий между федеральным и региональным государственным надзором в области ЗНТЧС учитываются критерии классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [4].

Исходя из классификации чрезвычайных ситуаций, установленной постановлением Правительства РФ от 21 мая 2007г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН от 21 декабря 1994 года N 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (Редакция Федерального закона на основе изменений, внесенных Федеральным законом от 14.10.2014 N 307-ФЗ)	
Старая редакция	Новая редакция
Статья 27. Надзор и контроль в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций	Статья 27. Государственный надзор в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций
Государственный надзор и контроль в указанной области осуществляются федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации. (разделения по видам надзора в редакции закона нет)	Государственный надзор в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций осуществляется уполномоченными федеральным органом исполнительной власти (федеральный государственный надзор) и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации (региональный государственный надзор) согласно их компетенции в порядке, установленном соответственно Правительством Российской Федерации (постановление Правительства РФ от 24.12.2015 № 1418) и высшим исполнительным органом государственной власти субъекта Российской Федерации.

Рисунок 1 – Сопоставление изменений в законодательный акт Российской Федерации в части разделения государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на федеральный и региональный

Figure 1 - Comparison of changes in the legislative act of the Russian Federation with regard to the separation of state supervision in the area of the population and territories protection from emergencies for the federal and regional

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН от 21 декабря 1994 года N 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»	
Введены новые полномочия	
Статья 10. Полномочия Правительства Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций	Статья 11. Полномочия органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций
п) устанавливает порядок осуществления государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (постановление Правительства РФ от 24.12.2015 № 1418) и обеспечивает осуществление федерального государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций федерального и межрегионального характера;	1. Органы государственной власти субъектов Российской Федерации: е) устанавливают порядок организации и обеспечивают осуществление регионального государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций регионального, межмуниципального и муниципального характера с учетом порядка осуществления государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, установленного Правительством Российской Федерации.
Осуществление государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций локального характера Федеральным законом не предусмотрено .	

Рисунок 2 – Разграничение полномочий между федеральным и региональным государственным надзором в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

Figure 2 – Power separation between federal and regional state supervision in the field of the population and territories protection from emergency situations

и техногенного характера»:

- субъектами федерального государственного надзора являются субъекты, на которых могут возникнуть чрезвычайные ситуации **межрегионального или федерального** характера [1];
- субъектами регионального государственного надзора являются те субъекты, на которых

существует риск возникновения чрезвычайных ситуаций **регионального, межмуниципального и муниципального** характера [3].

Порядок организации и осуществления надзорных мероприятий определен законодательством Российской Федерации о защите прав юридических лиц и частных предпринимателей

при осуществлении в отношении них государственного надзора [5].

При организации проверок, осуществляемых федеральным государственным надзором в области ЗНТЧС, учитывается классификация потенциально опасных объектов исходя из прогнозируемых на них чрезвычайных ситуаций техногенного характера [6], где под потенциально опасным объектом понимается объект, на котором расположены здания и сооружения повышенного уровня ответственности, либо объект, на котором возможно одновременное пребывание более пяти тысяч человек [2]. В свою очередь к зданиям и сооружениям повышенного уровня ответственности относятся здания и сооружения, отнесенные в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации к особо опасным, технически сложным или уникальным объектам [7].

К особо опасным и технически сложным объектам относятся:

1) объекты использования атомной энергии (в том числе ядерные установки, пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, пункты хранения радиоактивных отходов);

2) гидротехнические сооружения первого и второго классов, устанавливаемые в соответствии с законодательством о безопасности гидротехнических сооружений;

3) сооружения связи, являющиеся особо опасными, технически сложными в соответствии с законодательством Российской Федерации в области связи;

4) линии электропередачи и иные объекты электросетевого хозяйства напряжением *330 киловольт* и более;

5) объекты космической инфраструктуры;

6) объекты авиационной инфраструктуры;

7) объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования;

8) метрополитены;

9) морские порты, за исключением объектов инфраструктуры морского порта, предназначенных для стоянок и обслуживания маломерных, спортивных парусных и прогулочных судов;

10) тепловые электростанции мощностью *150 мегаватт* и выше;

11) опасные производственные объекты, подлежащие регистрации в государственном реестре в соответствии с законодательством Российской Федерации о промышленной безопасности опасных производственных объектов:

а) опасные производственные объекты I и II классов опасности, на которых получают,

используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества;

б) опасные производственные объекты, на которых получают, транспортируются, используются расплавы черных и цветных металлов, сплавы на основе этих расплавов с применением оборудования, рассчитанного на максимальное количество расплава *500 килограммов* и более;

в) опасные производственные объекты, на которых ведутся горные работы (за исключением добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ), работы по обогащению полезных ископаемых [8, 9].

С учетом установленной классификации чрезвычайных ситуаций и классификации потенциально опасных объектов Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий разработана методика определения периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области ЗНТЧС природного и техногенного характера в зависимости от установленной категории [10]. В соответствии с данной методикой установлено три категории объектов надзора. К каждой категории определены объекты надзора и периодичность проведения в отношении них плановых проверок (табл.1).

Порядок реализации методики по определению периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области ЗНТЧС в зависимости от установленной категории, для наглядности можно представить в виде схемы 1.

Приведенная методика основана на модели риск-ориентированного подхода предложена профессором Лондонской школы экономики и политических наук Дж. Блэком. Данная модель различается в двух видах – статическая и динамическая. При статическом подходе результаты проверок не учитываются при категорировании объектов. В свою очередь, при динамическом подходе, результаты проверок влияют на категорию объекта надзора и как следствие на интенсивность его проверки [11].

С учетом вышеизложенного, методика по определению периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области ЗНТЧС, в зависимости от установленной категории, не предусматривает

Таблица 1. Методика определения периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в зависимости от установленной категории
 Table 1. Methodology for determining the supervisory activities implementation frequency in respect of surveillance facilities in the field of the population and territories protection from emergencies, depending on the established category

№ п/п	Категории объектов надзора	Объекты надзора	Периодичность проведения плановых проверок
1.	1 категория	Юридические лица и индивидуальные предприниматели, эксплуатирующие критически важные объекты и потенциально опасные объекты, а также входящие в состав функциональных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	Не чаще 1 раза в 3 года
2.	2 категория	Федеральные органы исполнительной власти, государственные корпорации и организации, уполномоченные на создание функциональных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	Не чаще 1 раза в 5 лет
		Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации	
3.	3 категория	Иные федеральные органы исполнительной власти, юридические лица и индивидуальные предприниматели	Не проводятся

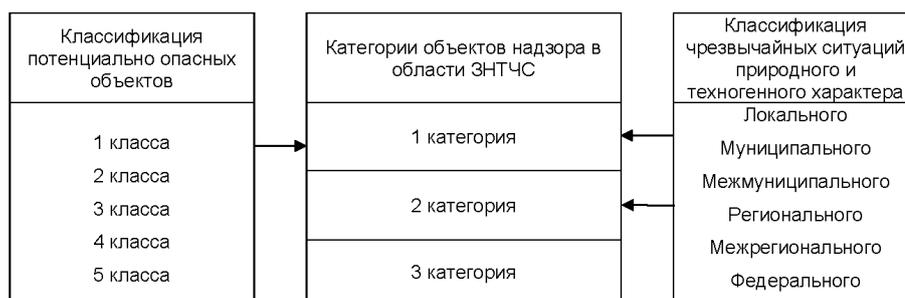


Схема 1. Методика по определению периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области ЗНТЧС в зависимости от установленной категории
 Scheme 1. Methodology for supervisory measures implementation frequency determining in relation to the supervision objects in the field of the population and territories protection from emergencies, depending on the established category

влияние результатов проверок на их периодичность. Данная методика является статической.

При дальнейшем развитии риск-ориентированного подхода логичен переход от статической модели к более гибкой, динамической. Применение динамической модели позволит уменьшить излишние административные

барьеры на пути деятельности добросовестных организаций и их должностных лиц. Необходима разработка методики и критерия позволяющих снизить категории опасности объектов надзора в области ЗНТЧС, с учетом выполнения юридическими и физическими лицами обязательных требований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О государственном надзоре в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Постановление Правительства РФ от 24.12.2015 № 1418 (ред. от 29.12.2015). Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71192688/#ixzz4QFaKfFoX> (дата обращения: 17.11.2016).
2. Российская Федерация. Законы. Федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (с изм. и доп., вступ. в силу с 15.02.2016). М.: Собрание законодательства РФ. 1994. № 35 ст. 3648.
3. Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации : федер. закон от 06.10.1999 № 184-ФЗ (ред. от 03.07.2016). Режим доступа: <http://base.garant.ru/12117177/#ixzz4QFcsqkaB> (дата обращения: 17.11.2016).
4. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 (ред. от 17.05.2011). Режим доступа: <http://base.garant.ru/12153609/#ixzz4QG8NxGny> (дата обращения: 17.11.2016).

5. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: федер. закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ (ред. от 04.07.2016). Режим доступа: <http://base.garant.ru/12164247/#friends#ixzz4OGRcK7r6/> (дата обращения: 17.11.2016).
6. Об утверждении Требований по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения: Приказ МЧС России от 28.02.2003 № 105 (ред. от 12.04.2003). Режим доступа: <http://base.garant.ru/12130310/#ixzz4QGBUbcOM> (дата обращения: 17.11.2016).
7. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: федер. закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013). Режим доступа: <http://base.garant.ru/12172032/> (дата обращения: 18.11.2016).
8. Градостроительный кодекс Российской Федерации]: федер. закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 03.07.2016). Режим доступа: <http://base.garant.ru/12138258/> (дата обращения: 18.11.2016).
9. О промышленной безопасности опасных производственных объектов]: федер. закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 03.07.2016). Режим доступа <http://base.garant.ru/11900785/#ixzz4QKJid5IV> (дата обращения: 18.11.2016).
10. О плане мероприятий МЧС России, направленных на поэтапное внедрение системы оценки рисков и управления ими при осуществлении государственного надзора, методиках определения периодичности осуществления плановых надзорных мероприятий в зависимости от категории, характеризующей степень риска объектов защиты и территорий: Письмо МЧС России от 11.08.2015 № 43-3828-19. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420359865> (дата обращения: 18.11.2016).
11. Black J. Risk-based regulation: choices, practices and lessons being learnt // Risk and regulatory policy. Improving the governance of risk. Paris: OECD Publishing, 2010.

REFERENCES

1. O gosudarstvennom nadzore v oblasti zashchity naseleniya i territorii ot chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera Postanovleniie pravitelstva RF ot 24.12.2015 No.1418 [On state supervision in the sphere of the population and territories protection from emergency situations of natural and man-made nature. The Russian Federation Government Decree of December 24, 2015 No. 1418]. Retrieved from: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71192688/#ixzz4QFaKfFoX> [in Russian].
2. Rossiiskaya Federatsiia. Zakony. Federalnyi zakon RF ot 21.12.1994 № 68-FZ «O zashchite naseleniia i territorii ot chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera» (s izm. i dop., vstup. v silu s 15.02.2016) [Russian Federation. Laws. Federal Law of the Russian Federation No. 68-FZ of 21.12.1994 "On Protection of the Population and Territories from Natural and Man-made Emergency Situations" (as amended and supplemented, effective from 15.02.2016)]. Moscow: Sobraniie zakonodatelstva RF - Collection of of the Russian Federation legislation. 1994. № 35, p. 3648 [in Russian].
3. Ob obshchikh principakh organizatsii zakonodatelnykh (predstavitelnykh) i ispolnitelnykh organov gosudarstvennoi vlasti subiektov Rossiiskoi Federatsii : feder. zakon ot 06.10.1999 № 184-FZ (red. ot 03.07.2016) [On the organization general principles of the Russian Federation federal subjects legislative (representative) and executive state power bodies. Law of 06.10.1999 No. 184-FZ (as amended on 03.07.2016)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/12117177/#ixzz4QFcsqkaB> [in Russian].
4. O klassifikatsii chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera: Postanovlenie Pravitelstva RF ot 21.05.2007 № 304 (red. ot 17.05.2011) [On natural and man-made nature emergency situations classification: the Russian Federation Government Resolution of May 21, 2007 No. 304 (as amended on May 17, 2011)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/12153609/#ixzz4QG8NxGny> [in Russian].
5. O zashchite prav yuridicheskikh lits i individualnykh predprinimatelei pri osushchestvlenii gosudarstvennogo kontrolya (nadzora) i municipalnogo kontrolya: feder. zakon ot 26.12.2008 № 294-FZ (red. ot 04.07.2016) [On the corporate bodies and individual entrepreneurs rights protection, in the process of state control (supervision) and municipal control implementation: Federal Law of 26.12.2008 No. 294-FZ (as amended on 04.07.2016)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/12164247/#friends#ixzz4OGRcK7r6/> [in Russian].
6. Ob utverzhdenii Trebovaniy po preduprezhdeniiu chrezvychainykh situatsii na potencialno opasnykh obiektakh i obiektakh zhizneobespecheniia: Prikaz MChS Rossii ot 28.02.2003 № 105 (red. ot 12.04.2003) [On the Requirements Approval for the Emergencies Prevention at Potentially Hazardous Facilities and Life Support Facilities: Order No. 105 of the Ministry of Emergency Situations of Russia of February 28, 2003 (as amended on April 12, 2003)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/12130310/#ixzz4QGBUbcOM> [in Russian].
7. Tekhnicheskii reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenii: feder. zakon ot 30.12.2009 No. 384-FZ (red.ot 02.07.2013) [Technical regulations on the buildings and structures safety: Federal Law of December 30, 2009, No. 384-FZ (as amended on 02.07.2013)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/12172032/> [in Russian].
8. Gradostroitelny kodeks Rossiiskoi Federatsii: feder. zakon ot 29.12.2004 No. 190-FZ (red.ot 03.07.2016) [Urban Development Code of the Russian Federation: Federal Law of 29.12.2004 No. 190-FZ (as amended on 03.07.2016)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/12138258/> [in Russian].
9. O promyshlennoi bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh obiektov: feder. Zakon ot 21.07.1997 No. 116-FZ (red. Ot 03.07.2016) [On industrial safety of hazardous production facilities: Federal Law of 21.07.1997 No. 116-FZ (as amended on 03.07.2016)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/11900785/#ixzz4QKJid5IV> [in Russian].
10. O plane meropriatii MChS Rossii, napravlenykh na poehtapnoe vnedrenie sistemy otsenki riskov i upravleniia imi pri osushchestvlenii gosudarstvennogo nadzora, metodikakh opredeleniia periodichnosti osushchestvleniia planovykh nadzornykh meropriyatii v zavisimosti ot kategorii, harakterizuiushchei stepen riska obiektov zashchity i territorii: Pismo MCHS Rossii ot 11.08.2015 № 43-3828-19 [On the plan of measures MChS of Russia aimed at the phased introduction of risk assessment system and management in the implementation of state supervision, methods for determining the frequency of planned surveillance activities implementation, depending on the category that characterizes the protection facilities and territories risk degree: Letter of the Ministry of Emergency Situations of Russia of 11.08.2015 No. 43 -3828-19]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/420359865> [in Russian].
11. Black J. (2010). *Risk-based regulation: choices, practices and lessons being learnt // Risk and regulatory policy. Improving the governance of risk.* Paris: OECD Publishing [in English].



А. И. Фомин // A. I. Fomin
ncvostnii@yandex.ru

д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела АО «НЦ ВостНИИ», Россия, 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3
doctor of technical sciences, department leading scientific researcher, JSC «ScC VostNII», 3, Institutskaya Street, Kemerovo, 650002, Russia



Д. А. Бесперстов // D. A. Besperstov
gpnbesperstov@yandex.ru

аспирант ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», Россия, 650056, г. Кемерово, ул. Институтская, 7
chair post graduate of Kemerovo Institute of Food Science and Technology, 7, Institutskaya Street, Kemerovo, 650056, Russia



С. Ю. Сайбель // S. Yu. Saibel
ssaibel@mail.ru

майор внутренней службы, начальник факультета заочного обучения института заочного обучения, переподготовки и повышения квалификации ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», Россия, 153040, г. Иваново, пр-кт Строителей, 33
distant education faculty head of distant education and refreshing training institute of Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», internal service major, 33, Stroiteley Avenue, Ivanovo, 153040, Russia

УДК 614.849

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

RISK-ORIENTED APPROACH IN ORGANIZING AND IMPLEMENTATION OF STATE SUPERVISION IN THE FIELD OF CIVIL DEFENSE

В данной статье изложены основные принципы риск-ориентированного подхода при организации и осуществлении государственных надзоров в Российской Федерации. Приведен отечественный и зарубежный опыт по данному направлению. Раскрыты виды риск-ориентированного подхода при проведении надзорных мероприятий, статический и динамический вид. Рассмотрены вопросы организации и осуществления государственного надзора в области гражданской обороны с учетом критерия отнесения территорий к группам по гражданской обороне, а также предприятий, организаций к категориям по гражданской обороне. Отнесение территорий городов, других населенных пунктов к группам по гражданской обороне осуществляется в зависимости от их оборонного и экономического значения, численности населения, нахождения на территориях организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне – особой важности, первой и второй, а также представляющих опасность для населения и территорий. На основе имеющихся критериев предложен порядок реализации риск-ориентированного подхода при осуществлении государственного надзора в области гражданской обороны в отношении территорий и объектов. Предложено разработать методику, предусматривающую снижение категории опасности объекта.

This article outlines the main principles of the risk-oriented approach in the organization and implementation of state supervision in the Russian Federation. The domestic and foreign experience in this area is presented. The types of risk-oriented approach are revealed in conducting supervisory activities, static and dynamic. The issues of organization and implementation of state supervision in the field of civil defense are considered, taking

into account the criteria of assigning territories to civil defense groups, as well as enterprises, organizations to categories on civil defense. The assignment of territories of cities and other settlements to civil defense groups is carried out depending on their defense and economic significance, population size, the presence on the territories of organizations classified as civil defense - of particular importance, first and second, and also dangerous for the population and territories. Based on the available criteria, the procedure for implementing a risk-based approach in the implementation of state supervision in the field of civil defense in respect of territories and facilities was proposed. It was proposed to develop a methodology that would reduce the hazard category of the facility.

Ключевые слова: РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД, НАДЗОР, ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА, КАТЕГОРИИ ПО ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ, ГРУППЫ ПО ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ, АДМИНИСТРАТИВНЫЕ БАРЬЕРЫ

Key words: RISK-ORIENTED APPROACH, SUPERVISION, CIVIL DEFENCE, CATEGORIES FOR CIVIL DEFENCE, GROUPS FOR CIVIL DEFENCE, ADMINISTRATIVE BARRIERS

Развитие экономики Российской Федерации является одним из приоритетных направлений увеличения благосостояния государства и граждан. В целях повышения экономической эффективности предприятий, Правительством Российской Федерации было принято решение о необходимости развития предпринимательства. Как показывает опыт зарубежных стран, развитие малого и среднего предпринимательства дает значительную динамику развития государства. На сегодняшний день в наиболее развитых зарубежных странах предприятия малого и среднего бизнеса составляют примерно 70-90 % от общего числа предприятий. Например, в США в секторе малого и среднего бизнеса работает около 53 % всего работоспособного населения, в Японии – 71,7 %, а в странах Европейского союза на малых предприятиях трудится примерно половина работающего населения [1].

Одними из первоначальных мер по развитию делового климата в России явилось принятие Федерального законодательства «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации», где были установлены критерии отнесения предприятий к среднему и малому бизнесу [2]. Вместе с этим на протяжении ряда лет изменялась тактика осуществления государственного контроля за деятельностью организаций и предпринимателей. Данные изменения привели к необходимости осуществления «тотального» контроля без учета влияния предприятия на социально-экономический ущерб граждан. Всеобщий контроль явился административным барьером на пути развития предпринимательства в Российской Федерации и, как следствие, замедлением роста ее экономики.

Для устранения данной ситуации в 2015 году в Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предприни-

мателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» был внесен ряд изменений в части, касающихся объявления надзорных каникул до 2018 года для малых предприятий и внедрения риск-ориентированного подхода при организации и осуществлении надзорных мероприятий [3].

Не смотря на то, что в настоящее время Правительством Российской Федерации определены критерии к организациям, контролируемым на основе риск-ориентированного подхода для трех видов государственных надзоров: Федерального государственного пожарного надзора, Федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и Федерального государственного надзора в области связи [4], данная работа не остается без внимания и в других видах государственного надзора.

Так при организации и осуществлении государственного надзора в области гражданской обороны [5] учитываются критерии отнесения территорий к группам по гражданской обороне, а также организаций к категориям по гражданской обороне.

Отнесение территорий к группам по гражданской обороне осуществляется с целью своевременной разработки и реализации мероприятий по гражданской обороне в объеме, необходимом и достаточном для предотвращения чрезвычайных ситуаций и защиты населения от поражающих факторов и последствий чрезвычайных ситуаций в военное и мирное время, с учетом мероприятий по защите населения и территорий в связи с чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера. Отнесение территорий городов или иных населенных пунктов к группам по гражданской обороне осуществляется в зависимости от их оборонного и экономического значения, численности населения, а также нахождения на территориях организаций, отнесенных к категориям по

гражданской обороне особой важности, первой и второй или представляющих опасность для населения и территорий в связи с возможностью химического заражения, радиоактивного загрязнения или катастрофического затопления. Для территорий городов и иных населенных пунктов устанавливаются особая, первая и вторая группы по гражданской обороне [6].

К особой группе территорий по гражданской обороне относятся территории городов федерального значения.

К первой группе территорий по гражданской обороне относится территория города, если:

численность населения превышает 1000 тыс. человек;

численность населения составляет от 500 тыс. человек до 1000 тыс. человек и на ней расположены не менее трех организаций особой важности по гражданской обороне или более 50 организаций первой (второй) категории по гражданской обороне;

более 50 процентов населения либо территории города попадают в зону возможного химического заражения, радиоактивного загрязнения или катастрофического затопления.

Ко второй группе территорий по гражданской обороне относится территория города, если:

численность населения составляет от 500 тыс. человек до 1000 тыс. человек;

численность населения составляет от 150 тыс. человек до 500 тыс. человек и на ней расположены не менее двух организаций особой важности по гражданской обороне либо более 20 организаций первой (второй) категории по гражданской обороне;

более 30 процентов населения либо территории города попадают в зону возможного химического заражения, радиоактивного загрязне-

ния или катастрофического затопления.

Ко второй группе территорий по гражданской обороне относятся также территории закрытых административно-территориальных образований [7].

Отнесению предприятий к категориям по гражданской обороне подлежат: организации, имеющие важное оборонное и экономическое значение; организации, имеющие мобилизационные задания (заказы); организации, представляющие высокую степень потенциальной опасности возникновения чрезвычайных ситуаций в военное и мирное время; организации, имеющие уникальные в историко-культурном отношении объекты. Для организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне, устанавливаются следующие категории по гражданской обороне: категория особой важности; первая категория; вторая категория [7].

С учетом вышеприведенных критериев отнесения территорий и организаций к группам и категориям по гражданской обороне Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий разработана методика определения периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области гражданской обороны в зависимости от установленной категории [8]. В соответствии с данной методикой установлено три категории объектов надзора. К каждой категории определены объекты надзора и периодичность проведения в отношении них плановых проверок (табл. 1).

Порядок реализации методики по определению периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области гражданской обороны в зависимости от установленной категории, для наглядности можно представить в виде схемы 1.

Таблица 1. Методика определения периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области гражданской обороны в зависимости от установленной категории

№ п/п	Категории объектов надзора	Объекты надзора	Периодичность проведения плановых проверок
1.	1 категория	Государственные корпорации и организации, отнесенные к категориям по гражданской обороне; организации, на балансе которых находятся объекты гражданской обороны	Не чаще 1 раза в 3 года
2.	2 категория	Федеральные органы исполнительной власти и их территориальные органы	Не чаще 1 раза в 5 лет
		Иные органы власти	
3.	3 категория	Иные организации	Не проводятся

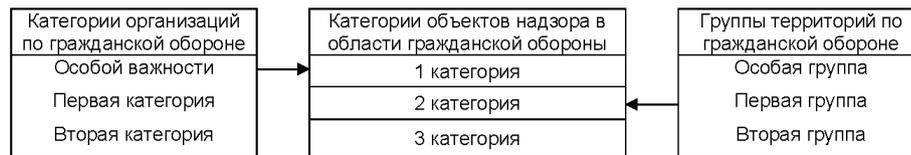


Схема 1 – Методика по определению периодичности осуществления надзорных мероприятий в отношении объектов надзора в области гражданской обороны в зависимости от установленной категории

Как мы видим, данная методика не предусматривает влияние результатов проверок на их периодичность. Интенсивность проверок не зависит от добросовестности организаций и их должностных лиц.

Данная методика является статическим видом риск-ориентированного подхода деятельности надзорных органов. Модель риск-ориентированного подхода была предложена профессором Лондонской школы экономики и политических наук Дж. Блэком. Согласно данной модели риск-ориентированный подход различают двух видов – статический и динамический. При динамическом подходе учитываются

результаты проверок при категорировании объектов, при статическом результаты проверок не влияют на категорию объекта надзора [9].

Так как динамический вид риск-ориентированного подхода наиболее гибкий, учитывает выполнение юридическими и физическими лицами законодательных и нормативно-правовых актов Российской Федерации, очевидна актуальность его применения. С учетом вышеизложенного необходима разработка методики, рассматривающей снижение категории опасности объекта с учетом выполнения организацией обязательных требований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Финк Т. А. Малый и средний бизнес: зарубежный опыт развития // Молодой ученый. 2012. № 4. С. 177-181.
2. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации : федер. закон РФ от 24.07.2007 № 209-ФЗ (ред. от 03.07.2016). Режим доступа: <http://base.garant.ru/12154854/#ixzz4Q3l0kiVZ/> (дата обращения: 15.11.2016).
3. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: федер. закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ (ред. от 04.07.2016). Режим доступа: <http://base.garant.ru/12164247/#friends#ixzz4OGRcK7r6/> (дата обращения: 15.11.2016).
4. О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 № 806 (ред. от 26.08.2016). Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203819/ (дата обращения: 16.11.2016).
5. Об утверждении Положения о государственном надзоре в области гражданской обороны: Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 305 (ред. от 10.05.2010). Режим доступа: / (дата обращения: 16.11.2016).
6. О порядке отнесения территорий к группам по гражданской обороне: Постановление Правительства РФ от 03.10.1998 № 1149 (ред. от 22.10.2015). Режим доступа: <http://base.garant.ru/179482/#ixzz4QA3J9CNr/> (дата обращения: 16.11.2016).
7. Об утверждении Правил отнесения организаций к категориям по гражданской обороне в зависимости от роли в экономике государства или влияния на безопасность населения: Постановление Правительства РФ от 16.08.2016 № 804. Режим доступа: <http://gochs.info/download/Postanovleni804.pdf> (дата обращения: 16.11.2016).
8. О плане мероприятий МЧС России, направленных на поэтапное внедрение системы оценки рисков и управления ими при осуществлении государственного надзора, методиках определения периодичности осуществления плановых надзорных мероприятий в зависимости от категории, характеризующей степень риска объектов защиты и территорий: Письмо МЧС России от 11.08.2015 № 43-3828-19. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420359865> (дата обращения: 16.11.2016).
9. Black J. Risk-based regulation: choices, practices and lessons being learnt // Risk and regulatory policy. Improving the governance of risk. Paris: OECD Publishing, 2010.
10. Фомин А. И., Бесперстов Д. А. Риск-ориентированный подход к оценке уровня безопасности людей и объектов при пожарах. Разработка противопожарных мероприятий // Охрана труда и пожарная безопасность. 2016. № 4. С. 48 – 64.

REFERENCES

1. Fink, T.A. (2012). Maly i sredni biznes: zarubezhny opyt razvitiia [Small and medium business: foreign development experience]. Molodoi ucheny – Young scientist, 4, 177-181 [in Russian].
2. O razvitiu malogo i srednego predprinimatelstva v Rossiiskoi Federatsii: feder. zakon RF ot 24.07.2007 № 209-FZ (red. ot 03.07.2016) [On the development of small and medium-sized business in the Russian Federation: Federal Law of the Russian Federation No. 209-FZ of July 24, 2007 (as amended on 03.07.2016) [in Russian].
3. O zashchite prav yuridicheskikh lits i individualnykh predprinimatelei pri osushchestvlenii gosudarstvennogo kontroliia (nadzora) i municipalnogo kontroliia: feder. zakon ot 26.12.2008 № 294-FZ (red. ot 04.07.2016) [On the corporate

- bodies and individual entrepreneurs rights protection, in the process of state control (supervision) and municipal control implementation: Federal Law of 26.12.2008 No. 294-FZ (as amended on 04.07.2016)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/12164247/#friends#ixzz4OGRcK7r6/> [in Russian].
- O primeneniі risk-orientirovannogo podhoda pri organizatsii otdelnykh vidov gosudarstvennogo kontrolya (nadzora) i vnosenii izmenenii v nekotorye akty Pravitelstva Rossiiskoj Federatsii: Postanovlenie Pravitelstva RF ot 17.08.2016 № 806 (red. ot 26.08.2016) [On the application of the risk-oriented approach in the organization of certain types of state control (supervision) and amendments to some acts of the Government of the Russian Federation: Resolution of the Government of the Russian Federation No. 806 of August 17, 1981 (as amended on August 26, 2016)]. Retrieved from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203819 [in Russian].
 - Ob utverzhdenii Polozhenia o gosudarstvennom nadzore v oblasti grazhdanskoi oborony: Postanovlenie Pravitelstva RF ot 21.05.2007 № 305 (red. ot 10.05.2010) [On the approval of the Regulation on State Supervision in the Field of Civil Defense: Resolution of the Government of the Russian Federation of May 21, 2007 No. 305 (as amended on May 10, 2010)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/191210/#ixzz4QER0sV00/> [in Russian].
 - O poriadke otneseniia territorii k gruppam po grazhdanskoi oborone: Postanovleniie Pravitelstva RF ot 03.10.1998 № 1149 (red. ot 22.10.2015) [On the order of assigning territories to groups on civil defense: Resolution of the Government of the Russian Federation of 03.10.1998 No. 1149 (as amended on October 22, 2015)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/179482/#ixzz4QA3J9CNr/> [in Russian].
 - Ob utverzhdenii Pravil otneseniia organizatsii k kategoriiam po grazhdanskoi oborone v zavisimosti ot roli v ehkonomike gosudarstva ili vliianiia na bezopasnost naseleniia: Postanovlenie Pravitelstva RF ot 16.08.2016 № 804 [On the approval of the Rules for classifying organizations to certain civil defense categories depending on their role in the state economy or their influence on the population safety: Government Decree No. 804 of August 16, 2016]. Retrieved from: <http://gochs.info/download/postanovleni804.pdf> [in Russian].
 - O plane meropriyatii MChS Rossii, napravlennykh na poetapnoe vnedrenie sistemy otsenki riskov i upravleniia imi pri osushchestvlenii gosudarstvennogo nadzora, metodikakh opredeleniia periodichnosti osushchestvleniia planovykh nadzornykh meropriyatii v zavisimosti ot kategorii, harakterizuiushchei stepen riska ob'ektov zashchity i territorii: Pismo MChS Rossii ot 11.08.2015 № 43-3828-19 [On the MChS of Russia plan of measures aimed at the phased introduction of risk assessment system and management in the implementation of state supervision, methods for determining the frequency of planned surveillance activities implementation, depending on the category that characterizes the risk degree of protection facilities and territories: Letter of the Ministry of Emergency Situations of Russia of 11.08.2015 No. 43 -3828-19]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/420359865> [in Russian].
 - Black, J. (2010). Risk-based regulation: choices, practices and lessons being learnt // Risk and regulatory policy. Improving the governance of risk. Paris: OECD Publishing [in English].
 - Fomin, A.I., & Besperstov, D.A. (2016). Risk-orientirovannyi podhod k otsenke urovnia bezopasnosti liudei i ob'ektov pri pozharakh. Razrabotka protivopozharnykh meropriatii [Risk-oriented approach to assessing the people and objects in fires safety level. Development of fire prevention measures]. Okhrana truda i pozhamaya bezopasnost – Labor protection and fire safety, 4, 48 – 64 [in Russian].



GaSos

Стационарный газоанализатор контроля параметров атмосферы в зоне отработанного пространства

Блок индикации и передачи данных

Индикация
Цветной графический экран позволяет отображать данные в режиме «онлайн» для всех измеренных параметров одновременно. Возможен вывод любой статистики в виде графиков или диаграмм.

Управление
Антивандалные кнопки

Выносной блок для измерения концентрации газов и контроля параметров атмосферы

Т, Н, Р

CH4
CO2
O2
CO
H2S
H2

Зона отработанного пространства

Измерение до 6 газов одновременно, а также температуры, относительной влажности и абсолютного давления одним блоком диффузионным методом без пробоотборного насоса. Данная методика измерения позволяет снизить энергопотребление и повысить надежность газоанализатора

Передача данных
Передача измеренных и расчетных данных в систему сбора информации шахты по цифровому интерфейсу RS-485 и по аналоговому выходу 0,4-2В

indsafe.ru
на правах рекламы

III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ III. TECHNOLOGICAL QUESTIONS OF MINING WORK SAFETY



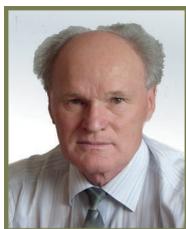
А.В. Пинаев // A.V. Pinaev
avpin@ngs.ru

д-р физ.-мат. наук, доцент, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН», Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 15
doctor of physical-mathematical sciences, associate professor, chief researcher of FGBUN "Institute of Hydrodynamics named after M.A. Lavrentiev, SB RAS", 15, Lavrentiev Av., Novosibirsk, 630090, Russia



П.А. Пинаев // P.A. Pinaev

младший научный сотрудник ФГБУН «Институт лазерной физики СО РАН», Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 15B
junior researcher FGBUN "Institute of Laser Physics SB RAS", 15B, Lavrentiev Av., Novosibirsk, 630090, Russia



А.А. Васильев // A.A. Vasiliev

д-р физ.-мат. наук, профессор, заведующий лабораторией ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН», Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 15
doctor of physical-mathematical sciences, laboratory head of FGBUN "Institute of Hydrodynamics named after M.A. Lavrentiev, SB RAS", 15, Lavrentiev Av., Novosibirsk, 630090, Russia



Э.Р. Пруэл // E.R. Prueel

канд. физ.-мат. наук, заместитель директора по научной работе ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН», Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 15
candidate of physical-mathematical sciences, deputy director for scientific work of FGBUN "Institute of Hydrodynamics named after M.A. Lavrentiev, SB RAS", 15, Lavrentiev Av., Novosibirsk, 630090, Russia



А.А. Еременко // A.A. Yerezenko

д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУН «Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН» (ИГД СО РАН), Россия, 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 54
doctor of technical sciences, professor, deputy director for scientific work of FGBUN "Institute of Mining named after N.A. Chinakal (IGD SB RAS)", 54, Krasny Av., Novosibirsk, 630091, Russia



Ю.Н. Шапошник // Yu.N. Shaposhnik

д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН» (ИГД СО РАН), Россия, 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 54
doctor of technical sciences, professor, leading scientific researcher of FGBUN "Institute of Mining named after N.A. Chinakal (IGD SB RAS)", 54, Krasny Av., Novosibirsk, 630091, Russia

УДК 534.222.2; 536.46; 661.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗРЫВЧАТОСТИ АЭРОВЗВЕСЕЙ СУЛЬФИДНЫХ РУД ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ DYNAMICALLY HEATED SULPHIDE ORES AERIAL SUSPENSION EXPLOSIVENESS STUDY

При добыче полезных ископаемых не исключены взрывы угольной, серной и сульфидной пыли, наименее взрывоопасной из этих аэровзвесей является сульфидная пыль. Воспламенение и взрывчатость сульфидных руд при кратковременном ударноволновом нагреве практически не изучена. Целью настоящей работы является исследование взрывчатости аэровзвесей сульфидных руд при воздействии на них ударных волн. Проведено экспериментальное исследование взрываемости взвесей порошков сульфидных руд с размерами частиц 1-5 мкм в воздухе. Аэровзвеси инициировали ударными волнами с температурой, превышающей температуру воспламенения сульфидов железа, а также при воздействии на них высокотемпературных продуктов газовой детонации. Выполнен структурный анализ порошков руд для установления изменения химического состава на поверхности частиц.

Mineral extraction does not exclude explosions of coal, sulfuric and sulphide dust, the least explosive of these airships is sulphide dust. The ignition and explosiveness of sulphide ores during short-term shock wave

heating has not been studied in practice. The purpose of this work is to investigate the explosiveness of air sills of sulfide ores under the impact of shock waves on them. Explosiveness experimental study of sulphide ore powder suspensions with particle sizes of 1-5 μm in the air was carried out. The aerial suspensions were initiated by shock waves with temperature exceeding the ignition temperature of iron sulfides, and also when high-temperature gas detonation products affected them. A structural analysis of the ore powders is performed to establish the particles surface chemical composition change.

Ключевые слова: СУЛЬФИДНЫЕ РУДЫ, ПИРРОТИН, ПЫЛЕВАЯ АЭРОВЗВЕСЬ, ТЕМПЕРАТУРА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ, УДАРНАЯ ВОЛНА, ВЗРЫВ, ДЕТОНАЦИЯ, ГОРЕНИЕ

Key words: SULFIDE ORES, PYRROTINE, DUST AERIAL SUSPENSION, IGNITION TEMPERATURE, SHOCK WAVE, EXPLOSION, DETONATION, BURNING

Введение

При добыче полезных ископаемых не исключены взрывы угольной, серной и сульфидной пыли, наименее взрывоопасной из этих аэровзвесей является сульфидная пыль [1-5]. Сульфид железа встречается в естественных месторождениях чаще в виде пирита (FeS_2). Концентрационные пределы взрываемости сульфидной пыли – 80-1800 $\text{г}/\text{м}^3$, температура воспламенения – 430-460 $^\circ\text{C}$ ($\approx 700\text{-}730\text{ K}$). Тяжелая, быстро оседающая сульфидная пыль образуется вблизи места подрыва ВВ, вследствие чего взрывы этой пыли обычно носят локальный характер. Воспламенение пыли может происходить от теплового и механического импульсов в результате воздействия ударных волн (УВ) и разлетающихся высокотемпературных продуктов детонации ВВ. В местах разработки медных и серно-колчеданных руд взрывы или частичное окисление сульфидной пыли происходят с образованием сернистого газа. Взрывчатость сульфидной пыли зависит от размера частиц, в шахтах наиболее опасна мелкодисперсная пыль (10-100 $\mu\text{м}$). Для выяснения степени реагирования и возможности самовозгорания руд при повышенных температурах обычно осуществляют медленный нагрев и проводят термогравиметрическое исследование окисления руд.

Воспламенение и взрывчатость сульфидных руд при кратковременном ударноволновом нагреве практически не изучена. Целью настоящей работы является исследование взрывчатости аэровзвесей сульфидных руд при воздействии на них ударных волн.

Образцы руд для исследований

Исследовано несколько образцов мелкодисперсных руд с условными названиями богатая, медистая и вкрапленная руда. Богатая руда содержала наибольшее количество серы и железа (атомарный % соответственно 35.4 и 30). В медистой руде атомарный процент серы и железа (3.5 и 2.5 соответственно), примерно столько же, сколько во вкрапленной руде и закладке. Руды

состояли из комочков с размерами около 100 $\mu\text{м}$. При прикосновении комочки рассыпались на мелкие твердые частицы с размерами для богатой руды 1-10 $\mu\text{м}$ (средний размер 5 $\mu\text{м}$), для остальных руд – 0.5-3 $\mu\text{м}$ (средний размер 1 $\mu\text{м}$). В таблицах 1, 2 приведен элементный состав двух порошков сульфидных руд, полученный на электронном сканирующем микроскопе MERLIN Compact при усреднении результатов 6 измерений.

Таблица 1. Средний % масс. химических элементов в богатой руде

Table 1. Average % wt. chemical elements in rich ore

Химический элемент	Средний % масс.
Fe	46.7
S	31.94
O	12.19
Si	2.54
Cu	4.07
Al	0.74
Ni	1.52

Таблица 2. Средний % масс. химических элементов в медистой руде

Table 2. Average % wt. chemical elements in copper ore

Химический элемент	Средний % масс.
O	48.07
Si	23.21
Al	4.95
S	5.22
Fe	6.33
Na	2.13
Ca	2.83
Cu	4.17
K	1.99
Mg	0.44
Ni	0.62
Ti	0.06

Массовый процентный состав химических соединений в порошках сульфидных руд был определён на рентгеновском дифрактометре D8-Advance – приборе для измерения интенсивности и направления рентгеновских лучей, дифрагированных на кристаллическом объекте. Результаты этих измерений для порошков двух руд приведены в таблицах 3, 4

Таблица 3. Массовый % основных химических соединений в богатой руде

Table 3. Mass % of basic chemical compounds in rich ore

Название соединения	Хим. формула соединения	% масс.
Pyrrhotite-3T	Fe_7S_8	61.56
Chalcopyrite	$CuFeS_2$	10.76
Pentlandite	$(FeNi)_9S_8$	10.50
Magnetite	Fe_3O_4	8.00
Quartz	SiO_2	7.22
Troilite	FeS	1.96

Таблица 4. Массовый % основных химических соединений в медистой руде

Table 4. Mass % of basic chemical compounds in copper ore

Название соединения	Хим. формула соединения	% масс.
Pyrrhotite-3T	Fe_7S_8	4.45
Chalcopyrite	$CuFeS_2$	10.09
Quartz	SiO_2	58.41
Albite	$NaAlSi_3O_8$	27.06

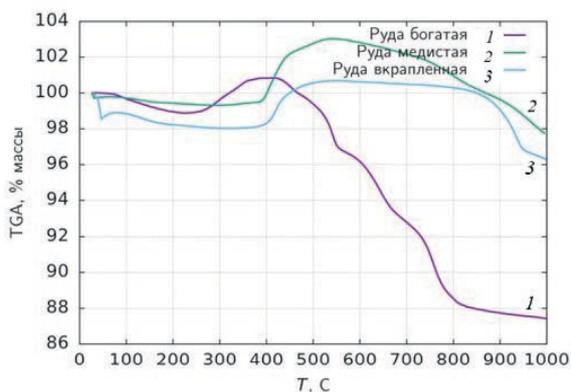


Рисунок 1 – Сравнительный анализ реакционной способности образцов руд – изменение процента массы руды (TGA), 1 – руда богатая, 2 – руда медистая, 3 – руда вкрапленная
Figure 1 - Comparative analysis of ore samples reactivity - ore mass percentage change (TGA), 1 - rich ore, 2 - copper ore, 3 - disseminated ore

Термогравиметрическое исследование окисления руд.

Для исследования склонности руд к окислению при квазистационарном нагреве от 25 до 1000 °С были проведены измерения по следующим методикам: термогравиметрический анализ (TGA – изменение % масс. образца порошка руды); определение скорости изменения % масс. образца порошка руды (DTA); измерение выделяющегося из образца порошка руды тепла (DTG). Погрешность измерений не превышала 5 %. Сравнительный анализ показал, что медистая и вкрапленная руды слабо склонны к реакции во всей области измерений (рис. 1), общее изменение их массы составляет несколько процентов и сопровождается небольшим тепловыделением. Богатая руда – наиболее химически активная из трёх образцов руд, начинает заметно реагировать при температуре

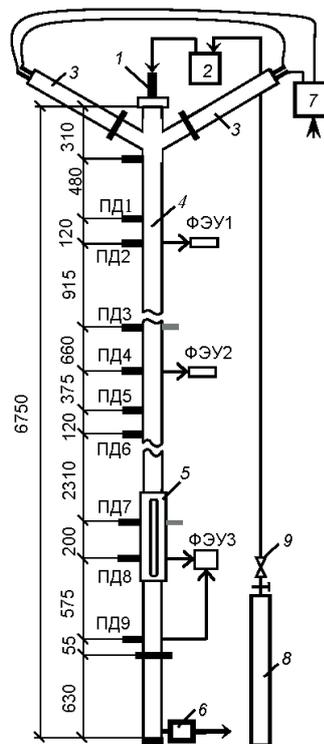


Рисунок 2 – Принципиальная схема экспериментальной установки. 1 – генератор пыли, 2 – контейнер с рудой, 3 – секции иницирования ($d = 50$ мм, $L = 0.45$ м), 4 – рабочая секция ударной трубы, 5 – измерительная оптическая секция, 6 – нижний выпускной клапан, 7 – источник высокого напряжения, 8 – баллон со сжатым воздухом, 9 – редуктор, ПД1+ПД9 – пьезодатчики, ФЭУ1+ФЭУ3 – фотомножители
Figure 2 – Experimental unit principal scheme. 1 – dust generator, 2 – ore container, 3 – initiation sections ($d = 50$ мм, $L = 0.45$ м), 4 – working section of the shock pipe, 5 – optic measuring section, 6 – bottom outlet valve, 7 – high voltage source, 8 – compressed air cylinder, 9 – reducer, PD1+PD9 – piezoelectric sensors, FEU1+FEU3 – photomultipliers

400 °С и при нагреве до 1000 °С теряет около 10 % массы. Для богатой руды общее энерговыделение существенно выше, чем для образцов медистой и вкрапленной руд.

В диапазоне температур 25-50 °С даже для наиболее химически активной богатой руды практически не зарегистрировано изменение массы образцов руд – все отклонения находятся на уровне экспериментальных погрешностей. Из измерений следует, что увеличение начальной температуры до 50 °С не приведет к заметному увеличению сгорания серы и саморазогреву породы.

Исследование взрывчатости сульфидных руд в ударных волнах.

Экспериментальная установка, методика исследований.

Взрывчатость сульфидных руд в ударных волнах исследовали в вертикальной ударной трубе длиной 675 см диаметром $d = 70$ мм (см. также [6]). Две инициирующие секции СИ 3 расположены симметрично вверху трубы и отделены от рабочей секции 4 диафрагмами (рис. 2). Перед опытом СИ откачивали и заполняли смесью $C_2H_2 + 2.5O_2$ либо $C_2H_2 + 5O_2$ до начального давления $p_{oi} = 0.2 \div 0.4$ МПа. Иницирование детонации смеси в СИ осуществляли искрой от высоковольтного источника 7. После детонации в СИ создавалось давление 6.5-13 МПа, разрывались диафрагмы, и в 4 распространялась УВ. Продукты газовой детонации с температурой около 4000 К аналогично продуктам детонации ВВ служили дополнительным источником нагрева сульфидной пыли.

Контейнер с рудой 2 и генератор пыли 1 обеспечивали равномерное поступление пыли с воздухом в ударную трубу 4. Концентрация (среднеобъемная плотность) ρ_s взвеси руды в

трубе зависела от перепада давления воздуха $\Delta P_g = 0.1 \div 0.3$ МПа на редукторе 9 и времени заполнения трубы (10-20 с). В опытах ρ_s в ударной трубе изменялась от 40 до 450 мг/л. Порошок руды поступал в трубу после открывания клапана 6, через который происходило свободное истечение воздуха из трубы по прозрачной трубке в атмосферу. После заполнения трубы клапан 6 закрывался, и осуществлялось иницирование в СИ.

Для регистрации профилей давления и скорости волн сжатия по всей длине трубы установлены пьезодатчики ПД1-ПД9 (см. рис. 2). В пьезодатчиках ПД2 и ПД4 вплотную к пьезокристаллам расположены световоды, что позволяло одновременно в одном месте трубы регистрировать с помощью ФЭУ1 и ФЭУ2 профили давления и свечения. Оптический ввод ФЭУ3 расположен напротив ПД7, либо оптические вводы ФЭУ3 были установлены напротив ПД8 и ПД9 (вместо ПД7). Сигналы с пьезодатчиков давления предварительно поступали на источник повторителя с сопротивлением входа $R = 1$ ГОм и магазин конденсаторов C , постоянная времени пьезодатчиков $\tau_c = RC = 0.1 \div 1$ с.

Результаты взрывного эксперимента

Профили сигналов на осциллограммах соответствуют номерам датчиков и ФЭУ, скорости УВ в том же опыте определяли с погрешностью 1-2 % на коротких развёртках 25, 50 и 100 мкс/дел. В опыте без пыли значения скорости УВ на участках между датчиками с номерами m, n для падающей УВ: $D_{12} = 1200$ м/с, $D_{23} = 1173$ м/с, $D_{45} = 1103$ м/с, $D_{56} = 1071$ м/с, $D_{78} = 905$ м/с, $D_{89} = 896$ м/с. Для отражённой УВ $D_{98} = 537$ м/с, $D_{87} = 649$ м/с. Продукты газовой детонации отстают от фронта УВ в сечении датчика ПД2 на 190 мкс (задержка свечения, регистрируемая ФЭУ1), для датчика

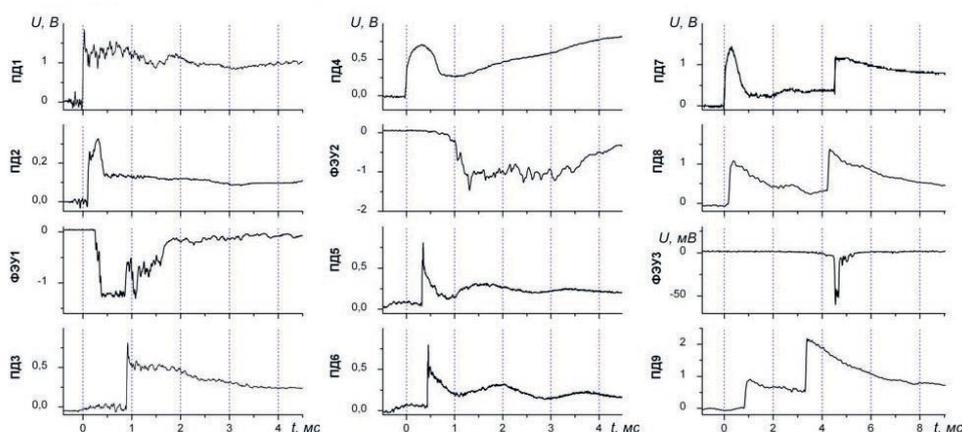


Рисунок 3 – УВ в аэрозвеси богатой руды, $\rho_s = 760$ мг/л, в СИ смесь $C_2H_2 + 2.5O_2$, $p_{oi} = 0.4$ МПа
Figure 3 – rich ore specific weight in aerial suspension, $\rho_s = 760$ mg/l, in SI mixture $C_2H_2 + 2.5O_2$, $p_{oi} = 0.4$ МПа

ПД4 – примерно на 800 мкс. В нижнем участке трубы пламя отстаёт от фронта настолько, что на развёртке 1 мс/дел не регистрируется с помощью ФЭУЗ. За фронтом УВ на верхнем участке трубы при скорости 1200 м/с скачок давления $\Delta p = 1.31$ МПа, температура $T = 945$ К (672 °С).

В пылевом облаке УВ на участке между ПД1 и ПД2 распространялась примерно с той же скоростью (1200 м/с). В падающих УВ воспламенение (свечение) пыли непосредственно за передним ударным фронтом не зарегистрировано, скорость УВ практически не отличается от скорости УВ без пыли. При малой концентрации пыли свечение отсутствовало и в отражённых волнах. Свечение в пылевом облаке появлялось при большей концентрации пыли в отражённых волнах на ФЭУЗ (рис. 3). Это свечение связано с наличием реакций, но они не приводят к возникновению самоподдерживающихся детонационных режимов и заметному увеличению скорости отражённых волн. Небольшой рост скорости (до 50 м/с) на участке между ПД9, ПД8 и ПД7 затем исчезает, и вверху трубы скорость отражённой волны становится такой же, как и в воздухе без пыли.

Экстраполяция скорости УВ к концу ударной трубы даёт значение вблизи ее торца $D_{fin} = 820$ м/с. Этой скорости соответствуют следующие параметры отражённой волны: $D_3 = 350$ м/с, $\Delta p_3 = 2.4$ МПа, $T_3 = 940$ К. Т.е. температура примерно такая же, как и за падающей волной вверху трубы, а давление почти в два раза выше. Эти два фактора способствуют скачкообразному увеличению тепловыделения богатой руды в отражённой волне и появлению свечения на нижнем участке трубы. Критерий начала воспламенения руды – температура за УВ становится больше температуры воспламенения аэрозвеси.

Внешний вид осевшего после опыта на фланец порошка подтверждает наличие химических реакций в руде после прохождения по ней взрывной волны. Выделяется верхний слой



Рисунок 4 – Снимок частиц богатой руды, осевших после опыта на нижний фланец трубы
Figure 4 – Picture of rich ore particles deposited after the experiment on the pipe lower flange

руды толщиной около 1 мм коричневого (ржавого) цвета (см. рис. 4). Верхний слой представляют собой наиболее мелкие частицы руды, которые с поверхности почти полностью прореагировали с кислородом воздуха и осели на фланец в последнюю очередь. Вся руда сохранила намагниченность, верхний слой был собран отдельно на анализ химического состава с помощью магнитика. Химический состав осевшей руды был исследован с помощью рентгеновского дифрактометра D8-Advance.

В богатой руде преобладает пирротин (Fe_7S_8), его содержится по массе больше 60 %. В табл. 5 приведены данные структурного анализа порошка богатой руды до опыта и для трёх образцов осевшей руды после опыта. Видно, что количество пирротина уменьшается, реагируют с кислородом в основном железо и сера. Наибольшее выгорание пирротина (почти 27 % масс.), а также серы в богатой руде наблюдается в поверхностном коричневом слое руды (см. табл. 5, два крайних правых столбца). Во всех экспериментах сульфид железа FeS (содержание < 2 % масс.) сгорает полностью.

Наши опыты по динамическому нагреву богатой руды показали, что температура взрывного самовоспламенения превышает 650 °С, это

Таблица 5. Массовый % основных химических соединений в богатой руде
Table 5. Mass % of basic chemical compounds in rich ore

Название соединения	Хим. формула	% масс. до опыта	% масс. после опыта	Изменение % масс.	% масс. после опыта	Изменение % масс.	% масс. после опыта	Изменение % масс.
Pyrrhotite-3T	Fe_7S_8	61.56	49.50	-12.06	46.18	-15.38	34.68	-26.88
Chalcopyrite	$CuFeS_2$	10.76	6.24	-4.52	5.46	-5.30	4.96	-5.80
Pentlandite	$(FeNi)_9S_8$	10.50	4.82	-5.68	4.13	-6.37	0.00	-10.50
Magnetite	Fe_3O_4	8.00	32.33	+24.33	38.63	+30.63	57.99	+49.99
Quartz	SiO_2	7.22	7.10	-0.12	5.60	-1.62	2.37	-4.85
Troilite	FeS	1.96	0.00	-1.96	0.00	-1.96	0.00	-1.96

Таблица 6. Массовый % основных химических соединений в медистой руде
Table 6. Mass % of basic chemical compounds in copper ore

Название соединения	Хим. формула соединения	Масс. % до опыта	Масс. % после опыта	Изменение масс. %
Pyrrhotite-3T	Fe_7S_8	4.45	2.93	-1.52
Chalcopyrite	$CuFeS_2$	10.09	6.26	-3.83
Quartz	SiO_2	58.41	57.19	-1.22
Albite	$NaAlSi_3O_8$	27.06	22.63	+4.43
Magnetite	Fe_3O_4	0.00	10.99	+10.99

примерно на $220\text{ }^\circ\text{C}$ выше, чем для сульфидной пыли. В падающей УВ на верхнем участке трубы при скорости 1200 м/с температура $T = 945\text{ К}$ ($672\text{ }^\circ\text{C}$), однако заметных реакций с выделением тепла и свечением не зарегистрировано. Кратковременное свечение во взвеси богатой руды зарегистрировано лишь в нижней части трубы в отражённой волне примерно при той же температуре, но более высоком давлении. Высокой температурой самовоспламенения пирротина отчасти объясняется крайне низкая способность к взрывному воспламенению богатой руды. Взвеси богатой руды в наших опытах также не проявляют склонность к взрыву при воздействии горячих продуктов детонации газовой смеси, истекающих из СИ. В богатой руде не зарегистрированы самоподдерживающиеся взрывные процессы, волны сжатия и ударные волны затухают. Реакции горения серы протекают частично (на поверхности порошка), что представляет опасность при дыхании из-за образования соединений серы.

Медистая руда гораздо слабее, чем богатая руда, реагирует с воздухом. Свечение в отражённых волнах слабое. Результаты рентгеноструктурного анализа указывают на незначительный массовый процент прореагировавшей серы. Таким образом, медистая руда, закладка, вкрапленная руда невзрывоопасны. Появление Fe_3O_4 (см. табл. 6) объясняется окислением железа, освободившегося после уменьшения массы доли Fe_7S_8 и $CuFeS_2$.

Содержание серы в представленных образцах богатой руды составляет примерно 32 \% масс. , в остальных рудах (вкрапленной, медистой) содержание серы примерно в 6 раз меньше. Исследованные образцы руд не могут быть отнесены к категории взрывоопасных, поскольку содержание серы в рудах меньше 35 \% (см. ГОСТ 8606-93 (ИСО 334-92)). Увеличение начальной температуры руды до $45\text{-}50\text{ }^\circ\text{C}$ и начального давления до $0.12\text{-}0.15\text{ МПа}$ не вызывает разложение пирротина и горение серы. Дополнительная мера обеспечения безопасности

– увлажнение пыли, поскольку согласно ГОСТ 8606-93 сульфидная пыль становится невзрывчатой при влажности $9\text{-}9,5\text{ \%}$, а при влажности 10 \% пыль не передает взрывной импульс.

Заключение

Проведены опыты и получены новые результаты с аэровзвесями богатой руды со средним размером частиц 5 мкм , а также медистой и вкрапленной руд с размерами частиц 1 мкм . По сравнению со стандартными частицами размером 100 мкм такие мелкие частицы обладают существенно большей удельной поверхностью, и поэтому мелкодисперсные аэровзвеси руд более предпочтительны с точки зрения проверки их взрывоопасности.

Термогравиметрическое исследование окисления руд при медленном нагреве показало, что медистая и вкрапленная руды слабо реагируют вплоть до $1000\text{ }^\circ\text{C}$ – общее изменение их массы составляет несколько процентов. Богатая руда начинает заметно реагировать при температуре $400\text{ }^\circ\text{C}$ и при нагреве до $1000\text{ }^\circ\text{C}$ теряет около 10 \% массы. В диапазоне $25\text{-}50\text{ }^\circ\text{C}$ для этих руд не зарегистрировано изменение массы, не происходит разложение пирротина и горение серы.

При динамическом нагреве в падающей ударной волне на верхнем участке трубы при скорости фронта 1200 м/с (скачок давления за УВ $\Delta p \approx 1.3\text{ МПа}$, температура $T = 945\text{ К}$ ($672\text{ }^\circ\text{C}$)) ускорения УВ за счёт реакций, протекающих с выделением тепла, не зарегистрировано. Кратковременное свечение во взвеси богатой руды зарегистрировано лишь в нижней части трубы в отражённой УВ примерно при той же температуре, что и за УВ в верхней части трубы, но при более высоком давлении ($\Delta p \approx 2.4\text{ МПа}$).

После воздействия взрывной волны на богатую руду происходит её изменение – уменьшается количество пирротина (Fe_7S_8), реагируют из всех соединений с кислородом воздуха в основном железо и сера. При взрывном нагреве богатой руды температура самовоспламенения пирротина превышает $650\text{ }^\circ\text{C}$ Низкая реакцион-

ная способность к взрывному воспламенению руды объясняется высокой температурой самовоспламенения пирротина, а также протеканием реакций в поверхностном слое частиц.

Медистая руда, закладка, вкрапленная руда существенно слабее, чем богатая руда, реагируют с воздухом за ударными волнами.

Все исследованные образцы руд невзрывоопасны, ударные волны в взвзвешенных руд затухают, самоподдерживающиеся режимы детонации не обнаружены. Взвеси руды с частицами размером 100 мкм будут химически более инертными по сравнению с исследованными мелкодисперсными взвесями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПБ-03-553-03. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. Утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 13 мая 2003 г. N 30
2. А.Н. Веденин. Аэрология горных предприятий // Конспект лекций С-Пб горного института им. Г.В.Плеханова. С-Пб, 2002.
3. Химическая энциклопедия в 5 т. Т. 4. М.: Советская энциклопедия, 1995.
4. А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения. Справочник в 2 ч. М.: Пожнаука, 2004, 713 с.
5. С.А. Алексеенко. Взрывы газа и пылей. Днепропетровск: Национальный горный университет, 2011.
6. А.А. Васильев, А.В. Пинаев, А.В. Троцюк, П.А. Фомин, А.А. Трубицын, Д.А. Трубицына. Полное подавление волн горения и детонации пылевой завесой // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2015. №4. С. 12-21.

REFERENCES

1. *PB-03-553-03. Edinye pravila bezopasnosti pri razrabotke rudnykh, nerudnykh i rossypnykh mestorozhdenie poleznykh iskopaeemykh podzemnym sposobom. Utv. postanovleniem Gosgortekhnadzora RF ot 13 maya 2003 g. N 30 [Unified safety rules for the development of ore, non-metallic and gravel deposits of minerals by the underground mining method. Approved by the Russian Federation Gosgortekhnadzor Decree of May 13, 2003 N 30]. [In Russian].*
2. Vedenin, A.N. (2002). *Aerologiya gornykh predpriatii [Mining enterprises aerology]*. St. Petersburg Plekhanov Mining Institute lecture notes [in Russian].
3. *Khimicheskaya entsiklopediya (1995) in 5 volumes. Volume 4. [Chemical Encyclopedia] [in Russian].*
4. Korolchenko, A.Ya., Korolchenko, D.A. (2004). *Pozharovzryvoopasnost veshchestv i materialov, i sredstva ikh tusheniia. Spravochnik v 2 ch. [Substances and materials fire and explosion danger, and means for their extinguishing. Manual in 2 parts]*. Moscow: Pozhnauka [in Russian].
5. Alekseenko, S.A. (2011). *Vzryvy gaza i pylei [Gas and dusts explosion]*. Dnepropetrovsk: National Mining University [in Russian].
6. Vasiliev, A.A., Pinaev, A.V., Trotsiuk, A.V., Fomin, P.A., Trubitsyn, A.A., & Trubitsyna, D.A. (2015). *Polnoie podavleniie voln goreniia i detonatsii pylevoi zavesoi [Complete suppression of combustion and detonation waves with a dust curtain]*. *Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center*, 4,12-21 [in Russian].



ИЗСТ-01

ИЗМЕРИТЕЛЬ ЗАПЫЛЕННОСТИ СТАЦИОНАРНЫЙ

Зарегистрирована методика измерения количества отложившейся пыли с использованием измерителей запыленности стационарных ИЗСТ-01

INDSAFE.RU



■ **Е. А. Петров // Ye. A. Petrov**
 isf@bti.secna.ru

д-р тех. наук, профессор, главный научный сотрудник ГНС АО «ФНПЦ «Алтай», Россия, 659322, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1, декан инженерного спецфакультета Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «АлтГТУ им. И.И. Ползунова», Россия, 659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27
 doctor of technical sciences, professor, chief researcher of STS JSC «FNPTs» «Altai», 1 Sotsialisticheskaya Street, Biisk, 659322, Russia, dean of the engineering special department of Biysk Technological Institute (branch) FGBOU VO "AltGTU named after I.I. Polzunov", 27 Trofimov Street, Biisk, 659305, Russia

УДК 622.235.222

О ВЗРЫВЧАТЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ И РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЕТОНИТА М ПРИ ПРОХОДКЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ON THE EXPLOSIVE CHARACTERISTICS AND RATIONAL USE OF DETONITE M WHILE HEADING THE MINE OPENINGS

Детонит М – самое мощное из нитроэфирсодержащих промышленных ВВ, применяемое для разрушения весьма крепких пород в горной промышленности. ГНС АО «ФНПЦ «Алтай» как единственный производитель нитроэфирсодержащих ВВ в России в 2003 году приступил к выпуску детонита М в патронах диаметром 32 мм. Осуществлена модернизация рецептуры с улучшением технологических параметров производства и повышением мощностных и детонационных характеристик. Однако в настоящее время отпускные цены на детонит М существенно выше, чем для аммонита 6ЖВ, и, несмотря на высокую эффективность и энергетические характеристики, сбыт его ограничен. В работе приведены результаты некоторых исследований по рациональному использованию детонита М при проходке горных выработок в условиях рудников Казского филиала «Евразруда». Применение детонита в забоях совместно с аммонитом 6ЖВ существенно увеличивает коэффициент использования шпуров и объёмы выработки с улучшением качества дробления породы.

Detonite M is the most powerful of nitro- ether- containing industrial explosives used to destroy rather hard rocks in the mining industry. STS JSC «FNPTs» «Altai» as the only producer of nitro- ether- containing explosives in Russia in 2003 started to produce detonite M in 32 mm diameter cartridges. The recipe was modernized improving its technological production parameters and the increasing power and detonation characteristics. However, at present, the selling prices for detonite M are significantly higher than those for ammonite 6ZGV, and despite its high efficiency and energy characteristics, sales are limited. The paper presents some studies results on the rational use of detonite M while heading the openings in the Kaz branch mines of AO "Evrazruda". The use of detonite at the faces along with ammonite 6ZGV significantly increases the blastholes utilization rate and production volume with improved crushing quality.

Ключевые слова: НИТРОЭФИРСОДЕРЖАЩИЕ ВВ, ВЗРЫВЧАТЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ, РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ВВ, ОТБОЙКА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Key words: NITRO- ETHER- CONTAINING EXPLOSIVES, EXPLOSION CHARACTERISTICS, RATIONAL USE, AN EXPLOSIVE EFFICIENCY, MINE OPENING HEADING

Детонит М (разработка АО «ФНПЦ «Алтай») – самое мощное из нитроэфирсодержащих промышленных ВВ, применяемое для разрушения весьма крепких пород в горной промышленности [1]. До 2000 г. производился на заводе им. Морозо-

ва (Ленинградская область), затем выпуск прекратился из-за снижения спроса у потребителя. Последнее связано с высокой ценой на детонит, вынудившей горнодобывающие компании использовать для взрывных работ менее эффективные, но более дешевые ВВ – аммониты. В

то же время низкая технологичность и большой брак при изготовлении детонита не позволяли заводу-изготовителю пойти на снижение стоимости своей продукции. Жидкие нитроэфиры и мелкокристаллическая аммиачная селитра в составе обуславливают его плохую сыпучесть, склонность к налипанию при работе просеивающего, питающего и транспортирующего оборудования, особенно на фазе патронирования, а наличие алюминиевой пудры приводит к слеживанию и спеканию технологической массы и патронов, как при изготовлении, так и при хранении.

АО «ФНПЦ «Алтай» в настоящее время является единственным производителем нитроэфирсодержащих ВВ [2]. При проектировании производства угленитов в технологию изначально закладывалось оборудование, на котором предусматривался выпуск и других мощных ВВ – таких как детонит М и аммонал Э-5 [3,4]. В 2003 г. такая потребность возникла в связи со снижением объема потребления угленитов угледобывающими компаниями и спроса на мощные ВВ. Была поставлена задача наладить выпуск детонита М, при этом учесть опыт работы завода им. Морозова и требования потребителей. Были решены две основные задачи:

- без существенного изменения компонентного состава в рамках технических условий повысить технологичность рецептуры, снизить количество брака при изготовлении и хранении;
- наладить выпуск и сохранить динамические и энергетические характеристики в патро-

нах диаметром 32 мм (завод им. Морозова выпускал патрон диаметром 36 мм). Последнее важно для потребителей, так как при использовании патронов меньшего диаметра существенно снижаются затраты на бурение шпуров в массиве весьма крепких пород.

В результате научно-исследовательских и технологических работ появилась модернизированная рецептура детонита М [5], основные характеристики которой приведены в таблице 1.

Модернизированный детонит М более технологичен, менее токсичен и чувствителен к механическим воздействиям. Имеет высокую физическую и химическую стабильность в течение 12 месяцев. Сохраняет свои мощностные характеристики, а главное эффективность взрывного действия в патронах диаметром 32 мм [6]. Показатель «эффективность» - это разработка АО «НЦ ВостНИИ», определяющий сумму бризантного и фугасного действия патрона ВВ в натуральную величину [7]. Модернизированные партии детонита М успешно прошли промышленные испытания в условиях Кольского ГМК, Дарасунского рудника Читинской области и других предприятиях [6]. Однако в настоящее время отпускные цены на детонит М существенно выше, чем для аммонита 6ЖВ, и, несмотря на высокие эффективность и энергетические характеристики, сбыт его ограничен.

В связи с вышеизложенным в данной работе приведены результаты некоторых исследований по рациональному использованию детонита М при проходке горных выработок. Испытания

Таблица 1. Расчетные и экспериментальные характеристики патронированных аммонита 6ЖВ и детонита М

Table 1. Calculated and experimental characteristics of patronized ammonite 6ZGV and detonite M

Характеристики	Аммонит 6ЖВ Ø 36, мм	Детонит М	
		Ø 32, мм	Ø 36, мм
Теплота взрыва, ккал/кг	1030	1355	
Объем газов, л/кг	895	780	
Критический диаметр, мм	10,0-13,0	7,0-9,0	
Плотность ВВ, гр/см ³	1,0-1,2	1,25-1,30	
Фугасность по Трауцлю, см ³	365-380	460-500	
Бризантность по Гессу, мм	14-16	18-22	
Скорость детонации, м/с: - в бумажной оболочке - в металлической трубе	3600-4000 4800	4250-4470 4605-4980	4750-4865 5075-5230
Эффективность, мм: - в бумажной оболочке - в цементном блоке (3,5 кг)	16,1 31,2	19,7 44,8	20,3 46,4
Передача детонации между патронами, мм: - сухие - мокрые	6-9 3-6	16-18 13-15	18-20 16-18

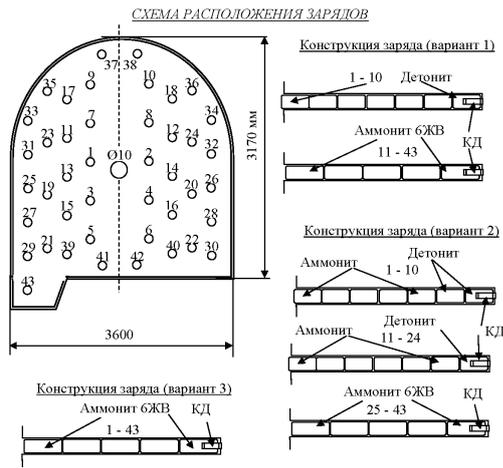


Рисунок 1 – Схема расположения и конструкции зарядов шпуров
Figure 1 – Borehole charges design and layout scheme

проводились в забоях рудника Казского филиала «Евразруда» [8]. Отбойка производилась в Юго-Западном блоке горизонта (-160) по породам весьма крепким, среднезернистой структуры, массивной порфировой текстуры, крепостью 14-16, класса устойчивости II. В качестве детонаторов использовались инициирующие шпуровые устройства с замедлением СИНВ – Ш. При взрыве применялся короткозамедленный способ взрывания, который в настоящее время является основным способом инициирования зарядов ВВ как на открытых, так и на подземных разработках.

Шпуры в забое располагались комплектами (рис. 1) согласно паспорту буровзрывных работ (БВР):

- врубовые шпуры (1–10), служащие для образования врубовой полости, которая создает дополнительную обнаженную поверхность, облегчающую работу зарядов вспомогательных и отбойных шпуров;

- вспомогательные и отбойные шпуры (11–24), производящие основную работу по отбойке породы;

- оконтуривающие шпуры (25–43), служащие для отбойки породы по контуру выработки

Применялись варианты конструкции зарядов, приведенные на рисунке 1. В технологии взрывных работ именно конструкция заряда управляет энергией взрыва, так как коэффициент заполнения шпура по сечению и плотность ВВ определяют объемную концентрацию энергии. Взрывные работы проводились при обратном инициировании шпуровых зарядов так, чтобы детонация распространялась от забоя шпура к устью. При зарядке шпуров основных штреков использовались два вида ВВ. В качестве основного заряда для отбойки горной массы применялось ВВ средней мощности – аммонит 6ЖВ, а для усиления взрывного действия в качестве боевика и вторичного заряда врубовых шпуров применялось более мощное ВВ – детонит М.

Эксперименты (таблица 2) показали, что по первому варианту конструкции заряда шпуров с применением детонита коэффициент использования шпура (КИШ) составил 0,9. Стаканы во врубовых шпурах отсутствовали, во вспомогательных шпурах имелись стаканы до 10 см, в оконтуривающих шпурах – не более 20 см. При ведении взрывных работ по второму варианту КИШ составил 0,92. Во врубовых и вспомогательных шпурах стаканы отсутствовали, в оконтуривающих – до 10 см. При отбойке данного забоя только аммонитом 6 ЖВ (вариант 3) КИШ составлял не более 0,72. Стаканы во врубовых и вспомогательных шпурах достигали 75 см.

Как видно из таблицы 2, применение детонита в забоях существенно увеличивает КИШ и уход выработки с улучшением качества дробления. Самый высокий показатель КИШ и уход за-

Таблица 2. Работоспособность ВВ при проходке экспериментальных забоев
Table 2. The efficiency of explosives during the penetration of experimental faces

Тип ВВ	Величина заряда на шпур, кг			Конструкция заряда	Уход забоя за цикл, м	КИШ
	вруб	вспом.	оконт.			
Аммонит 6ЖВ	1,4	1,21	1,21	3	1,3	0,7
Детонит Аммонит 6ЖВ	1,4	1,21	1,21	1	1,5	0,85
Детонит Аммонит 6ЖВ	1,4	1,21	1,21	1	1,65	0,88
Детонит Аммонит 6ЖВ	0,4 1,0	0,2 1,01	1,21	2	1,71	0,91
Детонит Аммонит 6ЖВ	0,4 1,0	0,2 1,01	1,21	2	1,75	0,92

боя выявлен при зарядке шпуров по конструкции заряда (вариант 2).

В целом результаты исследований показали, что применение детонита М в комбинации с

аммонитом 6ЖВ при проходке горных выработок целесообразно применять в качестве основных зарядов для врубовых и боевиков для вспомогательных шпуров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 52035-2003. Вещество взрывчатое промышленное. Детонит марки М. Технические условия. Введ. 2004.01.01. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2003. 8 с.
2. Адмаев В.А., Петров Е.А., Питеркин Р.Н., Хворов А.И. Производство высокопредохранительных ВВ в ФНПЦ «Алтай» // Горный журнал. 2002. № 3. С. 43-45.
3. Петров Е.А. Производство высокопредохранительных ВВ в России // Взрывное дело. 2005. № 95/52. С. 50-58.
4. Петров Е.А., Жарков А.С., Дочилев Н.Е. Научно-производственный комплекс по разработке и производству нитроэфирсодержащих и высокопредохранительных взрывчатых веществ в России // Уголь. 2013. № 12. С. 50-53.
5. Патент RU 2259343 С1. С06В 31/48 (2000.01), С06В 25/30 (2000.01). Взрывчатый состав / Петров Е.А., Жарков А.С., Дочилев Н.Е., Ерамасов Е.А., Удовиченко В.П., Соколова Т.В., Колесников Д.В. Заявлено 29.03.2004: Опубл: 27.08.2005, Бюл. № 24
6. Питеркин Р.Н., Просвирин Р.Ш., Петров Е.А. Технология нитроэфиров и нитроэфирсодержащих взрывчатых веществ: монография. Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, Бийск. 2012. 258с.
7. Петров Е.А., Казутин М.В., Удовиченко В.П. Современные методы исследований свойств высокопредохранительных взрывчатых веществ // Безопасность угольных предприятий: сборник научных трудов. Кемерово: НЦ ВостНИИ. 2004. С. 215-222.
8. Колесников Д.В., Петров Е.А., Копытов О.В., Корочкин С.А., Овчинников М.И. Промышленные испытания модернизированного детонита М // Материалы и технологии XXI века. М.: ЦЭИ «ХИММАШ». 2005 г. С.113-120.

REFERENCES

1. GOST R 52035-2003. *Veshchestvo vzryvchatoe promyshlennoe. Detonit marki M. Tekhnicheskie usloviia. Vved. 2004.01.01. [GOST R 52035-2003. The substance is an industrial explosive. Detonite mark M. Technical specifications. Enforced 2004.01.01.]*. 2003. Moscow: Gosstandart Rossii: Standards Publishing House [in Russian].
2. Admaiev, V.A., Petrov, Ye.A., Piterkin, R.N., & Khvorov, A.I. (2002). *Proizvodstvo vysokopredokhranitelnykh VV v FNPC "Altai"* [Production of extremely safe explosives at FNPC "Altai"]. *Gorny Zhurnal – Mining Magazine*, 3, 43-45 [in Russian].
3. Petrov, Ye.A. (2005). *Proizvodstvo vysokopredokhranitelnykh VV v Rossii* [Extremely safe explosives production in Russia]. *Vzryvnoie delo - Blasting work*, 95/52, 50-58 [in Russian].
4. Petrov, Ye.A., Zharkov, A.S., & Dochilov, N.Ye. (2013). *Nauchno-proizvodstvennyi kompleks po razrabotke i proizvodstvu nitroehfirsoderzhashchikh i vysokopredokhranitelnykh vzryvchatykh veshchestv v Rossii* [Research and production complex for the development and production of nitro- ether- containing and extremely safe explosives in Russia]. *Ugol – Coal*, 12, 50-53 [in Russian].
5. Petrov, Ye.A., Zharkov, A.S., Dochilov, N.Ye., Yerasov, Ye.A., Udovichenko, V.P., Sokolova, T.V., & Kolesnikov, D.V. (2005). *Patent RU 2259343 S1. C06B 31/48 (2000.01), C06B 25/30 (2000.01). Vzryvchatyi sostav* [Patent RU2259343 S1. C06V 31/48 (2000,01), C06V 25/30 (2000.01). Explosive composition]. Bulletin No. 24 [in Russian].
6. Piterkin, R.N., Prosvirin, R.Sh., & Petrov, Ye.A. (2012). *Tekhnologiya nitroehfirov i nitroehfirsoderzhashchih vzryvchatykh veshchestv: monografiia* [Technology of nitroesters and nitroester- containing explosives: monograph]. Biisk: Poizunov AltGTU [in Russian].
7. Petrov, Ye.A., Kazutin, M.V., & Udovichenko, V.P. (2004). *Sovremennye metody issledovaniia svoisty vysokopredokhranitelnykh vzryvchatykh veshchestv* [Modern methods for investigating the extremely safe explosives' properties]. *Bezopasnost' ugolnykh predpriatii: sbornik nauchnykh trudov – Coal enterprises safety, scientific papers collection*, Кемерово: ScC VostNII [in Russian].
8. Kolesnikov, D.V., Petrov, Ye.A., Kopytov, O.V., Korochkin, S.A., & Ovchinnikov M.I. (2005). *Promyshlennyye ispytaniia modernizirovannogo detonita M* // *Materialy i tekhnologii XXI veka* [Industrial tests of the modernized detonite M // Materials and technologies of the XXI century]. Moscow: CEI "KhIMMASH" [in Russian].



В.С. Ваганов // V.S. Vaganov
vaganovv@inbox.ru

канд. физ.-мат. наук, научный консультант ООО НПФ "Гранч", Россия, 630015, г. Новосибирск, ул. Королева, 40 корпус 1
candidate of physical and mathematical sciences, Scientific Consultant in RPC Granch, 40(1), Koroleva Street, Novosibirsk, 630015, Russia



Т.В. Гоффарт // T.V. Goffart
goffart@granch.ru

начальник научно-технического отделения ООО НПФ «ГРАНЧ», Россия, 630015, г. Новосибирск, ул. Королева, 40 корпус 1
Head of the Scientific and Technical Department in RPC Granch, 40(1), Koroleva Street, Novosibirsk, 630015, Russia



И.С. Дубков // I.S. Dubkov
dubkov@granch.ru

ведущий инженер-электрони ООО НПФ «ГРАНЧ», Россия, 630015, г. Новосибирск, ул. Королева, 40 корпус 1
Leading Electronic Engineer in RPC Granch, 40(1), Koroleva Street, Novosibirsk, 630015, Russia

УДК 622.864

МУЛЬТИСЕРВИСНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ MULTISERVICE COMPUTER NETWORKS IN COAL MINES. FEATURES OF IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT

Увеличение функциональных требований к системам безопасности угольных шахт на уровне законодательства привело к использованию многофункциональных и единых систем обеспечения безопасности. Это привело к появлению на рынке множества систем, работающих на различных технологиях, как совершенно новых, так и модернизированных старых. Руководители и технические специалисты горнодобывающих предприятий встали перед проблемой выбора и оценки разных технических решений сложного комплекса оборудования.

В этой статье предлагаются критерии экспертной оценки сложных систем, в частности МФСБ угольных шахт. На основе анализа численных показателей критериев предлагается архитектура оптимальной компьютерной МС-сети с учетом факторов, действующих в угольных шахтах на устройства с Ex-маркировкой RO/PB и, несомненно, определяющих конструкцию узлов связи, мобильных устройств инфраструктурных каналов связи. Даны рекомендации по решению возникающих проблем, рассмотрены возможные направления развития.

The increase in functional requirements for coal mine safety systems at the level of legislation led to the use of multifunctional and unified safety systems. This led to the appearance on the market of many systems operating on various technologies, both completely new and modernized old ones. Leaders and technical specialists of mining companies faced the problem of selecting and evaluating various technical solutions for a complex set of equipment.

In this article, we propose criteria for the expert evaluation of complex systems, in particular the IFSW of coal mines. Based on the analysis of the numerical criteria indicators, the architecture of the optimal computer MS network is proposed taking into account the factors operating in coal mines for devices with Ex marking RO / RV and, undoubtedly, determining the design of communication nodes and mobile devices of infrastructural communication channels. Recommendations for solving emerging problems are given, possible development directions are considered.

Ключевые слова: КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ, ПОДЗЕМНЫЕ ВЫРАБОТКИ, УГОЛЬНЫЕ ШАХТЫ, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ШАХТ, МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, ИНФРАСТРУКТУРА СВЯЗИ, ГРАНЧ, МУЛЬТИСЕРВИСНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

Key words: COMPUTER NETWORKS, UNDERGROUND DEVELOPMENT, COAL MINES, MULTIFUNCTIONAL SECURITY SYSTEMS, SAFETY OF COAL MINES, MOBILE DEVICES, COMMUNICATION INFRASTRUCTURE, GRANCH, MULTISERVICE COMPUTER NETWORKS

Связь - это передача и прием информации при помощи различных технических средств (почтовая связь, электросвязь и др.) В управлении производством угольных шахт связь играет решающее значение, поскольку обеспечивает безопасность работ и персонала. Именно на основе систем связи конструируются многофунк-

циональные системы безопасности (МФСБ) угольных шахт. В России состав и функции МФСБ регулируются Федеральными нормами и правилами «Правила безопасности в угольных шахтах» (ПБ) [1]. Аналогичные усилия предпринимаются в ведущих странах-производителях угля: Китае, США, Южной Африке, Австралии.

В большинстве случаев современные

системы связи и на поверхности, и под землей реализуются на основе компьютерных сетей, в первую очередь, благодаря развитию концепции мультисервисных сетей. Подробно о решениях в области систем связи под землей можно прочитать в работах [2], [3], [4]. Это происходит, в первую очередь, благодаря развитию концепции мультисервисных сетей. Мультисервисная сеть (МС) - единая сеть, способная передавать голос, видеоизображения и данные с максимальной эффективностью. Современные сети мобильной связи стандарта 4G и 5G, высокоскоростные офисные и производственные сети, интегрированные с облачными сервисами, нейронными сетями и базами данных – вот некоторые примеры таких сетей. МС-сети и системы связи позволяют передавать и коммутировать различные виды трафика (объем информации, передаваемой через компьютерную сеть за определённый период времени) со скоростями до 100 Гбит/с и выше. Известно, что суровые условия эксплуатации компьютерных сетей под землей определяют инженерные решения и архитектуру устройств, на основе которых строятся современные МФСБ и аварийные системы связи и передачи данных.

В этой статье предлагаются критерии экспертной оценки сложных систем, в частности МФСБ угольных шахт. На основе анализа численных показателей критериев предлагается архитектура оптимальной компьютерной МС-сети с учетом факторов, действующих в угольных шахтах на устройства с Ex-маркировкой РО/РВ и, несомненно, определяющих конструкцию узлов связи, мобильных устройств инфраструктурных каналов связи. Даны рекомендации по решению возникающих проблем, рассмотрены возможные направления развития.

Критерии оценки работы МС-сетей.

Системы, по определению, сложное устройства, и для сравнения их между собой нужны критерии оценки. Разные системы используют в своей работе разные технологии, технические решения и архитектуры, а сравнивают, как правило, одинаковые параметры. А существуют ли единые критерии оценки различных систем? Ответ на этот вопрос нужен различным специалистам: управленцам добывающих компаний при принятии решения о приобретении оборудования различных производителей, контролирующим органам для оценки качества получаемых данных, соответствия регламентирующим требованиям и уровней риска, специалистам аварийных служб для оценки возможностей системы во время аварии, техническим

специалистам для оценки работоспособности, ремонтнопригодности узлов системы и пр. Для иллюстрации на рис. 1 показаны основные функции МФСБ угольных шахт и основные потребители передаваемой информации.

Основной технологией при построении различных систем управления производством, систем обеспечения безопасности, систем мониторинга и т.п. стали цифровые компьютерные сети (рис. 2). Тем не менее в добывающей промышленности продолжают использоваться различные аналоговые и «полуцифровые» технологии. Значит, критерии оценки должны иметь возможность учитывать и этот аспект. Объективные количественные показатели будут полезны при проектировании и разработке систем для оптимизации её работы, условий применения. Ими удобно пользоваться для выявления «слабых» мест в архитектуре систем безопасности, планирования затрат при расширении функций систем и многого другого [5].

Для получения объективных математических показателей необходимо воспользоваться общетехническим подходом к системе как набору функциональных элементов или блоков, соединенных между собой связями (линиями связи), образующими при этом целостность. В терминах такой модели можно сравнивать практически любые системы, поскольку любую систему можно разбить на функциональную блок-схему и проанализировать. При дальнейшем рассмотрении ограничимся рассмотрением систем на основе компьютерных сетей, поскольку они уже «формализованы» в рамках этой модели и физически, и функционально.

Итак, *во-первых*, необходимо сформулировать критерии эффективности работы сети или системы. Для потребителей важны такие критерии, как производительность и надежность. Надежность – это свойство системы сохранять значения установленных параметров функционирования в определенных пределах, соответствующих заданным режимам эксплуатации, что позволяет оценить не только работу компьютерной сети, но и системы в целом. Надежность – комплексный параметр, который в зависимости от назначения системы и условий ее эксплуатации может включать в себя безотказность, живучесть, ремонтнопригодность, доступность и т.п. Более того, между показателями производительности и надежности сети существует тесная связь. Ненадежная работа сети приводит к снижению производительности, поскольку сбои и отказы каналов связи и коммуникационного оборудования приводят к потере или



Рисунок 1 – Основные функции МФСБ угольных шахт и потребители передаваемой информации
 Figure 1 – Main functions of the MFSS of coal mines and consumers of transmitted information

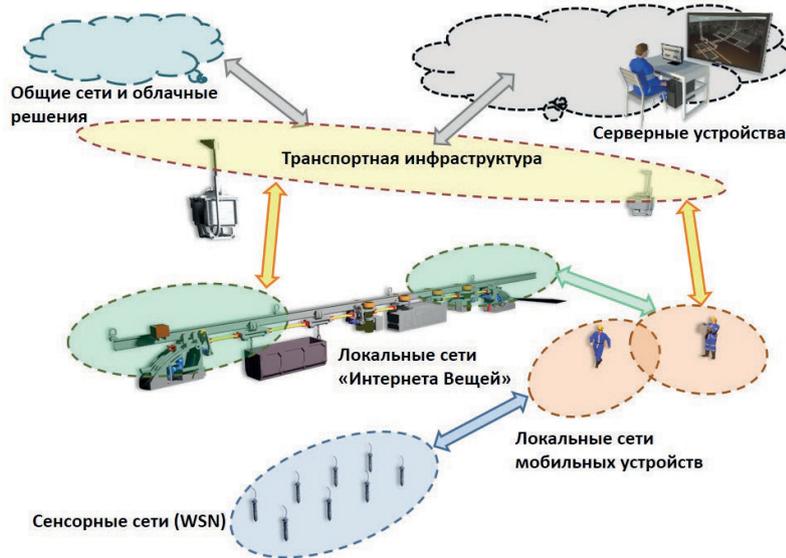


Рисунок 2 – Цифровые компьютерные сети в современной угольной шахте.
 Сети, сочетающие в себе различные технологии связи, носят название гетерогенных
 Figure 2 – Digital computer networks in a modern coal mine.
 Networks that combine various communication technologies are called heterogeneous

искажению части передаваемых пакетов, из-за чего при помощи транспортных протоколов приходится организовывать повторную передачу данных. Специфика систем безопасности угольных шахт, как взрывоопасных и протяжённых объектов, из комплексного критерия надёжности особо выделяет живучесть системы - свойство системы связи сохранять и восстанавливать в установленные сроки свои функциональные возможности (характеристики) в условиях разрушающих воздействий внешней среды. Живучесть системы, способной выдержать взрыв и восстановить функциональность будет выше

живучести системы не способной работать или работать частично, и это можно выразить в количественных вероятностных оценках. Для управления производством также важным оценочным критерием надёжности является доступность системы - соотношение общего времени, когда система находится в работоспособном состоянии, к общему времени эксплуатации. Нередко система с ненадежными элементами, но с возможностью быстрой замены имеют более высокие показатели по этому параметру, чем системы с очень надёжными элементами, но с длительными сроками замены.

Во-вторых, после установления критериев эффективности необходимо определиться с их количественными показателями. Дело в том, что долгое время надежность не измерялась количественно, а для оценки использовались качественные определения – «высокая», «низкая». Это сильно затрудняло объективную оценку систем. С возникновением научных методов в исследовании надежности (теории надежности), стало возможным вычисление и измерение количественных показателей. Появилась возможность объективно оценивать различные системы по единым критериям оптимизировать и контролировать их работу. Так, например, надежность (вероятность отказа системы в целом) линейной сети (рис.3, а) с последовательным соединением узлов связи, каждый из которых имеет одинаковую вероятность отказа (0,95) определяется произведением вероятностей. Численный показатель надёжности такой системы равен 0,86. Ее можно существенно увеличить, если подключить резервный канал параллельно (рис.3, б). Общий показатель надежности увеличится до 0,99.

В-третьих, определить диапазон допустимых изменений показателей, внутри которых выполняются требования работоспособности всех установленных функций системы, и определить алгоритм «удержания» показателей в заданных диапазонах.

Итак, все используемые критерии эффективности работы сети можно разделить на две группы: одна связана с производительностью работы сети, вторая связанная – с надежностью.

Производительность сети, в свою очередь, измеряется с помощью показателей двух типов – временных, оценивающих задержку, вносимую сетью при выполнении обмена данными, и показателей пропускной способности, отражающих количество информации, переданной сетью в единицу времени. Эти два типа показателей являются взаимно обратными, и, зная один из них, можно вычислить другой. Обычно, в качестве временной характеристики производительности сети, используется такой показатель, как время реакции сети (рис. 4). В общем случае, время реакции можно определить как интервал време-

ни между возникновением запроса устройства сети к какому-либо сетевому сервису/устройству и получением ответа на этот запрос. Запрос в данном случае можно трактовать широко: это и запрос на передачу-получение информации, запрос на обслуживание, запрос на выполнение функции и т.п.

Время реакции сети является интегральной характеристикой производительности сети и зависит от загруженности сетевых устройств и каналов связи, времени обработки при помощи программ и устройств, состояния промышленных помех и пр. Именно эту характеристику имеет в виду пользователь, когда говорит, что «сеть работает быстро/медленно». Обычно качество сети характеризуют величинами максимальной задержки передачи и вариацией задержки (англ. jitter).

Весь трафик МС-сетей обычно делят на две основные категории: трафик реального времени (передача голоса, аудио, видео и т.п.), не терпящий задержек в передаче, и трафик передачи данных, не страдающий от задержек. При критических задержках передачи данных, сильных «пульсациях» времени реакции сети «рассыпается картинка» в видео, голосовая связь становится прерывистой и невнятной. При построении МФСБ, с учетом важности практически всех функций системы, подавляющую часть всего трафика можно отнести к трафику реального времени. Так, кроме голосовой и видео связи, необходимо в режиме реального времени передавать местонахождение подземного персонала, оборудования и внутришахтного транспорта (ВШТ). Данные мониторинга газовой обстановки также можно отнести к трафику реального времени, поскольку от оперативности их доставки зависит функция взрывозащиты. Не менее важна оперативность доставки данных мониторинга горных ударов, опасности возникновения эндогенных пожаров, контрольных сигналов оборудования и пр. При этом, деление времени реакции системы на составляющие конечного пользователя не интересует, важен конечный результат. Тем не менее для сетевого специалиста очень важно выделять из общего времени реакции си-

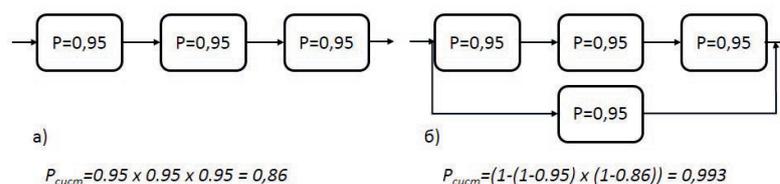


Рисунок 3 – Последовательное соединение элементов системы и резервирование
Figure 3 – Sequential connection of system elements and backup

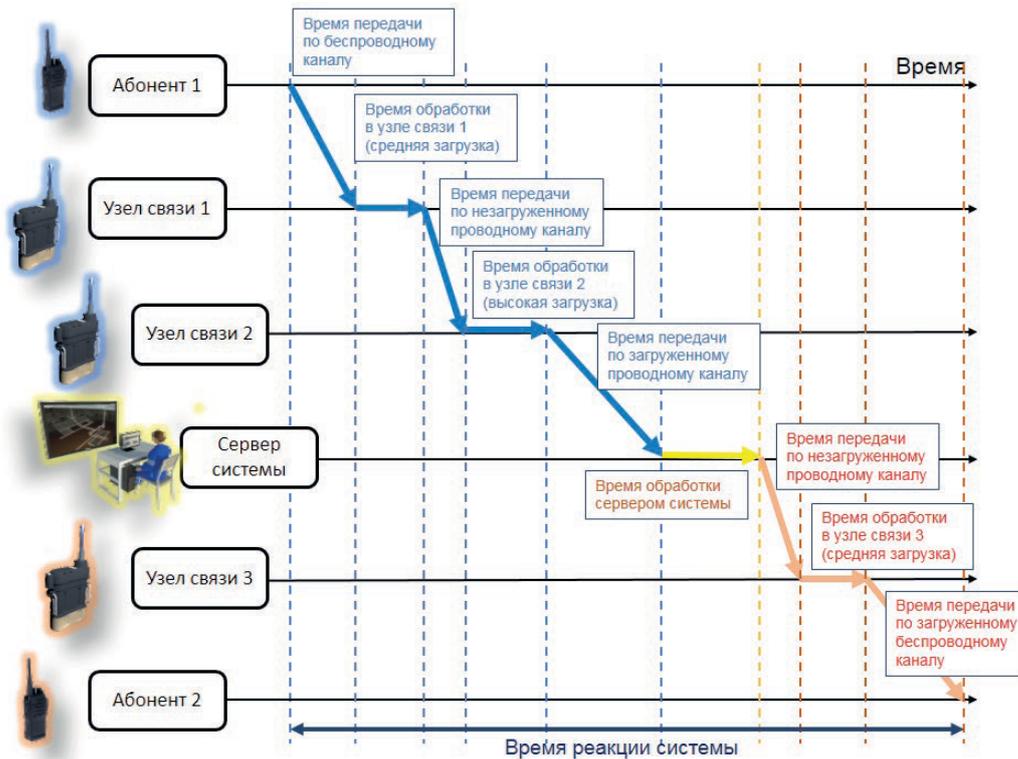


Рисунок 4 – Иллюстрация показателя «время реакции» в МС-сетях
 Figure 4 – Illustration of "reaction time" indicator in MS-networks

стемы все составляющие по этапам сетевой обработки данных: от клиента к серверу через сегменты сети и коммуникационное оборудование. Знание сетевых составляющих времени реакции позволяет оценить производительность отдельных элементов сети, выявить узкие места и при необходимости выполнить модернизацию сети для повышения ее общей производительности.

Основная задача, для решения которой строится любая сеть, - быстрая передача информации между абонентами сети. Поэтому вторым важным показателем производительности сети является пропускная способность, а вернее, скорость передачи данных. Следует отметить, что пропускная способность – это максимально возможная скорость обработки трафика, «теоретически возможная» скорость передачи данных, определенная стандартом технологии, на которой построена сеть и которая отражает максимально возможный объем данных, передаваемый сетью или ее частью в единицу времени. В отличие от времени реакции или скорости передачи данных пропускная способность не зависит от загруженности сети и имеет постоянное значение, определяемое технологиями. Пропускная способность сети зависит от характеристик физической среды передачи (воздушное пространство, медный кабель, оптическое волокно, витая пара) и от принятого

способа передачи данных (протокол Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth и т.д.). На разных участках гетерогенной сети, где используется несколько разных технологий, пропускная способность может быть различной. При анализе и проектировании сети необходимо знать пропускную способность отдельных её элементов. Важно заметить, что при последовательной передаче данных различными элементами сети, общая пропускная способность любого составного пути будет равна минимальной из пропускных способностей составляющих элементов маршрута. Для повышения пропускной способности составного пути необходимо в первую очередь обратить внимание на самые медленные элементы.

И скорость передачи данных, и пропускная способность измеряются в пакетах в секунду или в битах в секунду. Это отражение двойного подхода к работе сети. С точки зрения пользователя важно количество переданной информации, с точки зрения сетевых специалистов и производителей коммутационного оборудования удобно измерять производительность сегментов сети в количестве пересланных устройством пакетов, и поэтому важно количество пакетов в секунду. При всем уважении к производителям оборудования, измерение пропускной способности в битах в секунду дает более точную оценку скорости передаваемой информации, чем при

использовании пакетов. Дело в том, что пакеты для разных протоколов имеют разные размеры, в этом случае возникает неопределенность - пакеты какого протокола и какого размера имеются в виду? Кроме этого, в пакете содержится и пользовательская (полезная) и служебная информация. Служебная информация обеспечивает работу самой сети, и её доля в трафике может быть существенна. Поэтому может так оказаться, что более медленная сеть, но несущая больше «полезной» нагрузки сможет конкурировать с быстрыми сетями, сконструированными «ради сети».

Реальная скорость передачи данных зависит от загруженности сети, от топологии (пространственного расположения и канальных соединений) узлов связи, от используемых протоколов передачи данных, от применяемых технологий. При тестировании скорости передачи данных сети на прикладном уровне легче всего измерять как раз пропускную способность по пользовательским данным. Для этого достаточно измерить время передачи файла определенного размера между сервером и клиентом и разделить размер файла на полученное время. При этом получаемые значения пропускной способности будут изменяться при одних и тех же условиях работы сети в зависимости от того, между какими двумя точками сети производятся измерения. Так как в сети одновременно работает большое число пользовательских компьютеров и серверов, то полную характеристику пропускной способности сети дает набор пропускных способностей, измеренных для различных сочетаний взаимодействующих компьютеров - так называемая матрица трафика узлов сети. Существуют специальные средства измерения, которые фиксируют матрицу трафика для каждого узла сети.

Теоретические показатели надежности системы, как правило, получают вычислениями по формулам и методами теории надежности и носят вероятностный характер. Экспериментальные измерения подтверждаются статистикой работы системы и требуют длительного времени. На практике для подтверждения «правильности» выбранного решения пользуются методами имитационного моделирования [6].

Таким образом, при экспертной оценке работы различных моделей МФСБ угольных шахт следует пользоваться общими научными подходами, используемыми при анализе сложных систем. Поскольку современные МФСБ в основном используют технологии цифровых компьютерных сетей, то для сравнения их показателей

необходимо пользоваться четкими критериями эффективности работы сетей, разделенных на две группы: производительность и надежность. Каждый критерий из этих групп имеет однозначные численные показатели, которые можно получить, как прямыми измерениями, так и при помощи численного моделирования. В итоге, задачи выбора и оценки сложных систем сводятся к простому сравнению цифр.

Ограничивающие факторы угольных шахт

Данные внутри системы передаются по линиям связи, которые могут отличаться физической средой, используемой для передачи информации. Физическая среда передачи данных представляет собой либо набор проводников, по которым передаются сигналы, либо атмосферу. В первом случае среда передачи будет проводная, во втором – беспроводная. Качество среды передачи на поверхности и в угольных шахтах сильно отличаются. Кроме этого, существует ряд косвенных ограничений, которые также влияют на производительность системы в целом. Основные факторы, характерные для угольных шахт, которые значительно ограничивают физические возможности электросвязи, перечислены далее.

Ограничения по мощности электропитания. Для устройств с Ex-маркировкой РО/РВ действует ограничение на передаваемую электрическую мощность, а также емкость батарей для автономных источников питания устройств. Разрешено передавать энергию по проводным линиям связи суммарной мощностью не более 10...12 Вт, поскольку электрическая искра такой мощности не способна воспламенить газовую смесь. В противном случае линия питания должна контролироваться специальным защитным барьером, который гарантированно обесточит линию в случае возникновения короткого замыкания (КЗ) до возникновения искры. Это требование ограничивает протяженность линий питания для стационарных узлов сети, увеличивает вес оборудования связи, появляются многочисленные вспомогательные блоки. Ограниченный режим использования электрической энергии заставляет максимально эффективно использовать энергию за счет оптимизации регламента работы радиоканалов, концентрации излучаемой мощности беспроводных устройств за счет антенных систем.

Длинные, вытянутые топологии сетей. Поскольку узлы связи устанавливаются вдоль шахтных выработок, которые представляют из

себя сеть длинных вытянутых тоннелей различного диаметра, то в результате топология сети повторяет гипсометрию (геометрическую форму) шахты. Это приводит к тому, что топология МС-сетей представляет собой древовидную структуру из длинных последовательных цепочек, что негативно сказывается на использовании MESH-маршрутизации (уменьшается количество резервных маршрутов), сильно снижает производительность сети при использовании беспроводных каналов связи (аналогично многопрыжковому распространению, англ. multi-hop), снижает общую живучесть системы связи (за счет появления критических узлов топологии) [7].

Ограничения на распространение электромагнитных(ЭМ)-волн. Обзор исследований по распространению ЭМ-волн в шахтах [8] показал, что распространение высокочастотных(ВЧ)-сигналов в беспроводной среде угольных шахт, из-за эффектов множественного распространения ограничено расстояниями 250...300 м. Металлические препятствия, громоздкое оборудование, резкие повороты в подземных горных выработках еще сильнее снижают эффективное расстояние распространения ЭМ-волн. Изменяются и межканальные характеристики, уменьшается количество каналов при использовании ММО-решений [9].

Частые обрывы проводов питания и линий связи штатно и в результате аварии. В шахте нередки обрывы проводов питания или линий связи в результате движения ВШТ и оборудования. Провода могут быть нарушены и в результате обрушения кровли, иных инцидентов. При аварии проводные линии страдают в первую очередь, что делает невозможной работу системы связи во время аварийно-восстановительных работ. Только использование каналов беспроводной передачи данных и резервирование питания поможет решить эту задачу.

Влажность, температура, запыленность. Эти факторы заставляют увеличивать степень пыле- и влагозащиты, что также снижает характеристики беспроводных каналов и увеличивает стоимость системы связи.

Эффективные методы сочетания проводной и беспроводной инфраструктуры, использование различных технологий для передачи трафика реального времени, использование высокопроизводительных абонентских устройств и синхронная работа сетей различной архитектуры позволяет решить большинство задач, возникающих при создании МФСБ угольных шахт.

Выбор технологии решения при создании МФСБ угольных шахт на основе МС-сети.

В рамках статьи проиллюстрируем методику выбора технологии решения при создании МФСБ угольных шахт на основе МС-сети. Несомненно, определяющим является список функций, которые будут обеспечиваться проектируемой системой (рис. 1). Этот список можно разделить на обязательную и необязательную части. В обязательную часть списка попадут функции, обеспечивающие безопасность. Обязательность их использования устанавливается регламентирующими документами, а качество исполнения строго контролируется государством. Необязательные функции, как правило, нужны для оптимизации управленческих процессов внутри предприятия.

К примеру, оценим необходимый объем трафика, который нужно обеспечить для небольшой шахты в США. Угольная отрасль США по количеству инцидентов считается относительно безопасной, и поэтому требования там минимальные. Тем не менее, по итогам расследования ряда аварий, Управление по безопасности и охране труда при добыче полезных ископаемых (англ. MSHA) ввело в действие так называемый Miner Act [10], аналог российского ПБ [1]. Во-первых, в соответствии с этим документом в технической части обеспечения безопасности все шахты должны иметь систему определения местонахождения персонала (англ. Indoor Positioning System). Система IPS должна:

- иметь минимальную точность 60...96 м относительно неподвижной точки;
- частоту обновления измерений не менее одного раза в 60 сек.;
- использоваться для максимально возможного количества людей, включая посетителей, которые могут находиться внутри выработки.

До этого в подавляющем большинстве шахт США использовались в лучшем случае, системы контроля и управления доступом (СКУД, англ. PACS - Physical Access Control System) по зонам, а, в худшем, доска с жетонами для учета подземного персонала (англ. Tag-in/Tag-out Board). Результаты расследования аварий и варианты предотвращения возможных последствий привели законодателей к выводу, что большинство трагедий можно было избежать, если бы спасатели заранее знали, где искать пострадавших. Помимо этого, диспетчеру шахты в Центре Обработки Данных (ЦОД), расположенном на поверхности, важно было знать во время штатной работы местонахождение конкретного

человека (мастера, технического специалиста) для быстрого устранения внезапных неполадок. Во-вторых, Miner Act обязал иметь надежную систему связи между ЦОД и подземным персоналом, позволяющую передать оповещение об опасности и получить ответ. Регламент сообщения не нормировался.

Принятие этого закона вызвало появление новых инженерных решений для систем безопасности угольных шахт. Некоторые шахты уже использовали системы беспроводной связи на основе технологии, известной как «излучающий кабель» (англ. Leaky Feeder), которые обеспечивали полудуплексный (англ. half-duplex) канал связи между ЦОД и персоналом, а также между горняками внутри шахты. Как правило, такие системы имели СКУД на основе RFID-меток (англ. Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация), местонахождение персонала регистрировалось при перемещении устройства с RFID-меткой внутри рамки с током, расположенной в известном месте. Метка размещалась на одежде, каске, фонарях и самоспасателях. Рамки устанавливали на входах в крупные выработки, и требование точности в 60 м заставило бы увеличить их количество в десятки раз. С другой стороны, в 2006 году, различные беспроводные сети на поверхности земли уже умели определять местоположение абонентских устройств (АУ) с определенной точностью [11]. Для этого были нужны два-три «якорных» узла (англ. anchor node) и беспроводная метка (англ. wireless tag), закрепленная на одежде, каске или мобильном устройстве шахтера. «Якорные» узлы стали размещать в местах с известными координатами выработок шахты, которые обеспечивали непрерывное определение местонахождения меток, а в итоге подземного персонала. «Непрерывность» процесса составляла раз в 30...60 сек., т.е. обновление данных происходило каждые 30...60 сек., что обеспечивало необходимую точность определения координат. В литературе сеанс определения местонахождения меток получил название локация (англ. location), время обновления данных - частота локаций (англ. frequency of locations), а функция определения координат – позиционирование (англ. positioning). В [10] регламентировалась точность определения координат относительно неподвижной точки. На самом деле, точность определения координат (англ. accuracy of positioning) складывается из двух компонент: точности используемого метода (точность относительно неподвижной точки) и расстояния возможного перемещения в течение времени обновления

данных [12]. Если принять во внимание среднюю скорость движения в шахте 1 м/с, то «прибавка» составит 30-60 м. Все эти данные нужно было доставить в ЦОД, записать в базу данных и показать на экране диспетчера. В результате функция позиционирования персонала создала поток трафика реального времени для передачи локаций на поверхность.

Таким образом, в шахте появились две системы: одна занималась связью, другая позиционированием. Это было неудобно и с точки зрения надежности, и с точки зрения обслуживания, и поэтому появилась новая архитектура систем безопасности на основе узлов связи (англ. node communication). Это была хорошо известная на поверхности земли архитектура на основе компьютерной сети. Узлы связи служат проводными маршрутизаторами (англ. router) с функциями беспроводных точек доступа (англ. wireless access point). Узлы связи (англ. node), линии связи и питания составляют т.н. магистральную сеть (англ. backbone network) или подземную инфраструктуру связи. Системы на основе компьютерной сети взяли на себя функцию голосовой и текстовой связи, позиционирования и начали вытеснять системы на технологии «излучающий кабель», появился дополнительный голосовой трафик с использованием аудиокодеков (алгоритмов сжатия) (англ. audio codec) категории трафик реального времени.

Такая длинная историческая справка была необходима для расшифровки источников возникновения данных перед началом оценки величины планируемого трафика МС-сети между Центром Обработки Данных (ЦОД), расположенным на поверхности, и абонентскими устройствами (АУ) в подземных выработках. Типичная архитектура современной МФСБ показана на рис.5.

При оценке общего трафика его необходимо сразу разделить на две категории: трафик реального времени и трафик передачи данных. Известно, что трафик реального времени очень чувствителен к скорости передачи данных (производительности) сети, поэтому предварительная оценка трафика определяет собственно выбор стека протоколов (технологии) связи для подземной инфраструктуры связи. В таблице 1 указаны типичные объемы передаваемой информации для предварительной оценки трафика по функциям МФСБ на основе компьютерной сети (оптимальная величина пакета 128 байт).

При помощи этой таблицы нетрудно оценить общий трафик планируемый для средней шахты в США. Среднее сменное количество

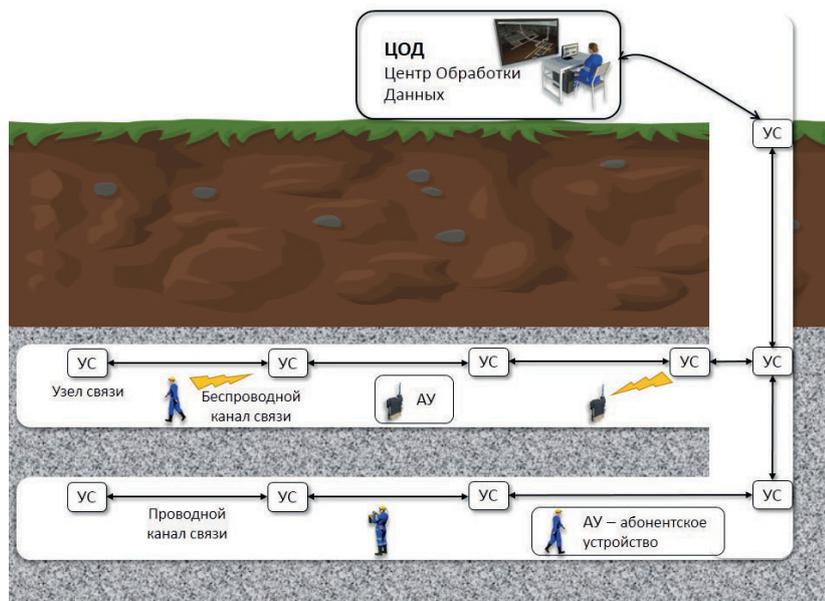


Рисунок 5 – Типичная архитектура МФСБ угольной шахты на основе компьютерной MS-сети
 Figure 5 – Typical architecture of the coal mine MFSS based of a computer MS-network

персонала для такой шахты 40...60 человек. Для связи и оповещения можно использовать текстовый канал связи или 8 полудуплексных каналов телефонной связи с кодеком G.729. Если мы собираемся разговаривать в режиме обычного телефонного разговора (дуплексный канал), то нужно использовать 2 полудуплексных канала для работы одного дуплексного. Таким образом, получается 4 дуплексных:

- один в режиме общей связи ЦОД - весь персонал;
- один для индивидуального вызова ЦОД - персонал;
- один для индивидуального вызова персонал - персонал;
- один в резерв.

Общая производительность системы связи, по стандартам США, должна быть $18+89=110$ Кбит/с. Однако нужно еще учесть, что внутри сети есть расходы на организацию самой сети и размеры этого служебного трафика сравнимы с основным. Не вдаваясь в подробности, можно смело утверждать, что сеть с производительностью 256 Кбит/с обеспечит требуемые функции: связь-оповещение и позиционирование.

Итак, после определения объема трафика можно перейти к выбору технологий связи. Технологии проводных каналов связи на современном этапе стабильно закрепились за Ethernet, а вот для беспроводных каналов есть широкий выбор. Поэтому оценим технологии беспроводной передачи данных как наиболее востребованные в условиях шахт. Очень полезная информация представлена на рисунке 6. По

горизонтали указан важный параметр – «максимальное расстояние между ближайшими узлами связи». Он определяет, насколько далеко друг от друга технология позволяет устанавливать узлы связи сети. Например, этот параметр в проводном Ethernet на медном проводе – 100 м. Появление оптических технологий в проводном сегменте позволило увеличить это расстояние в 10-20 раз.

По информации рис.6, также понятно, что технологии WiMax, LoRa в условиях шахты теряют свои преимущества по расстоянию между узлами связи, поскольку «условия прямой видимости» в горных выработках нарушаются, и максимально возможное расстояние, на которое можно рассчитывать для частот 1-10 ГГц, – это 250-300 м. В лидерах - технологии семейства IEEE 802.11 и широкополосной технологии (UWB). Для них требуется минимальная плотность размещения узлов связи. Остальные технологии требуют более плотной установки точек доступа, что, в первую очередь, ведет к усложнению архитектуры инфраструктуры связи и алгоритмов ее организации, и в результате – к удорожанию системы при низких показателях критериев надежности и производительности.

Рисунок 7 наглядно демонстрирует основную тенденцию в беспроводных технологиях: выше пропускная способность – выше потребление энергии. Это утверждение имеет простой физический смысл: каждый сеанс передачи данных сопровождается излучением радиоволн, а это затраты энергии. За один сеанс передается ограниченное количество (пакет) данных. По-

Таблица 1. Общие характеристики трафика для разных функций МФСБ
Table 1. General characteristics of traffic for different functions of the MFSR

Функция	Тип трафика	Трафик на ед., байт	Оценка скорости сети на ед., бит/с	Кол-во	Оценка общего трафика, Кбит/с	Примечание
Позиционирование $f=1c^{-1}$	Данные со сжатием	128	1 024	100 меток	102,4	Локация 1 раз/с
Позиционирование $f=0,03c^{-1}$	Данные со сжатием	128	342	100 меток	34,2	Локация 1 раз/ 30с
Позиционирование $f=0,017c^{-1}$	Данные со сжатием	128	171	100 меток	17,1	Локация 1 раз/ 60с
Текстовое или кодированное сообщение с подтвержд.	Данные без сжатия	256	2 048	100 меток	204,8	2 пакета 128 байт
Мобильная телефонная связь, кодек G.729 (8 кбит/с)	Аудио со сжатием	28 (20+2+6)	11 200	8 канал	89,6	Качество 3,9, ниже среднего
Мобильная телефонная связь G.711 (64 кбит/с)	Аудио со сжатием	168 (160+2+6)	67 600	8 канал	540,8	Качество 4,1, хорошее
Видеонаблюдение, кодек H.264, 240, 16 Гц, (16 кбит/с)	Видео со сжатием		16 000	4 канал	64,0	Низкое, домофон
Видеоконференция, H.264, 320, 24 Гц, (128—384 кбит/с)	Видео со сжатием		384 000	2 канал	728,0	Среднее, skype
Видеопоток, H.264, 240р, 30 Гц, (400 кбит/с)	Видео со сжатием		400 000	2 канал	800,0	Среднее, YouTube
Видеопоток, H.264, 480р, 30 Гц, (1000 кбит/с)	Видео со сжатием		1 000 000	2 канал	2 000,0	Хорошее, YouTube
Видеопоток, MPEG-2, стандарт TV (3 500 кбит/с)	Видео со сжатием		3 500 000	2 канал	7 000,0	Отличное, YouTube

этому, если надо передать много данных, надо чаще проводить сеанс передачи, а значит, чаще включать передатчик, что и приводит к более быстрому истощению источника питания.

Следует особенно отметить, что при выборе технологии необходимо учитывать, для каких целей создавалась та или иная технология. Так, например, технология LoRa разрабатывалась для сбора данных с сенсорных сетей и поэтому

имеет невысокие показатели пропускной способности, но очень высокую энергоэффективность конечных устройств (сенсоров), способных годами не менять встроенный источник питания. Тоже самое касается технологии Bluetooth. Изначально она была разработана для управления различными «домашними» устройствами с мощного компьютера, отсюда низкая пропускная способность, необходимая только для передачи

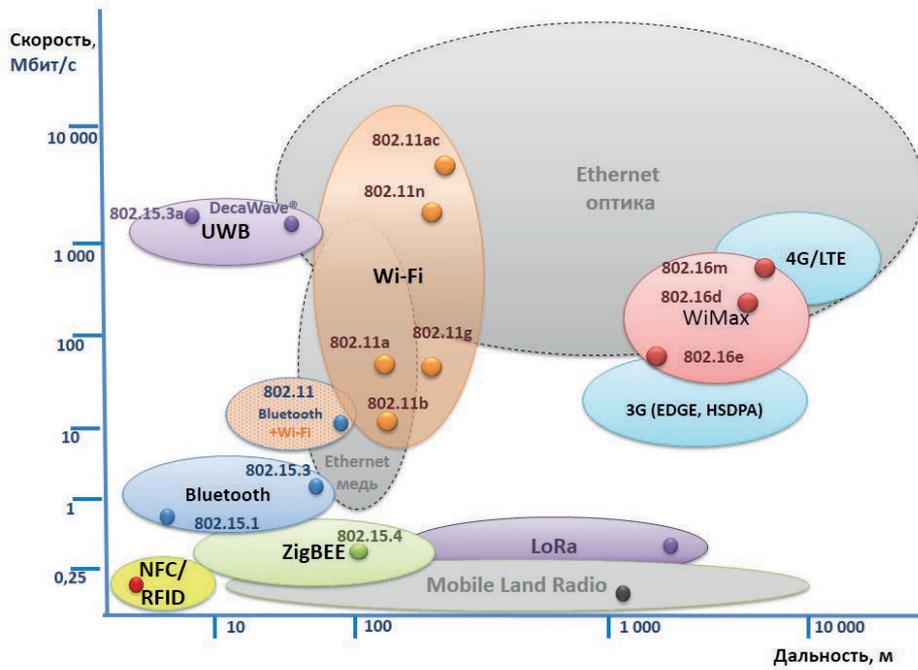


Рисунок 6 – Стандарты технологий связи в координатах: максимальная пропускная способность канала (скорость), максимальное расстояние между ближайшими узлами связи (дальность)
 Figure 6 – Standards of communication technologies in coordinates: the maximum channel capacity (speed), the maximum distance between the nearest communication centers (range)

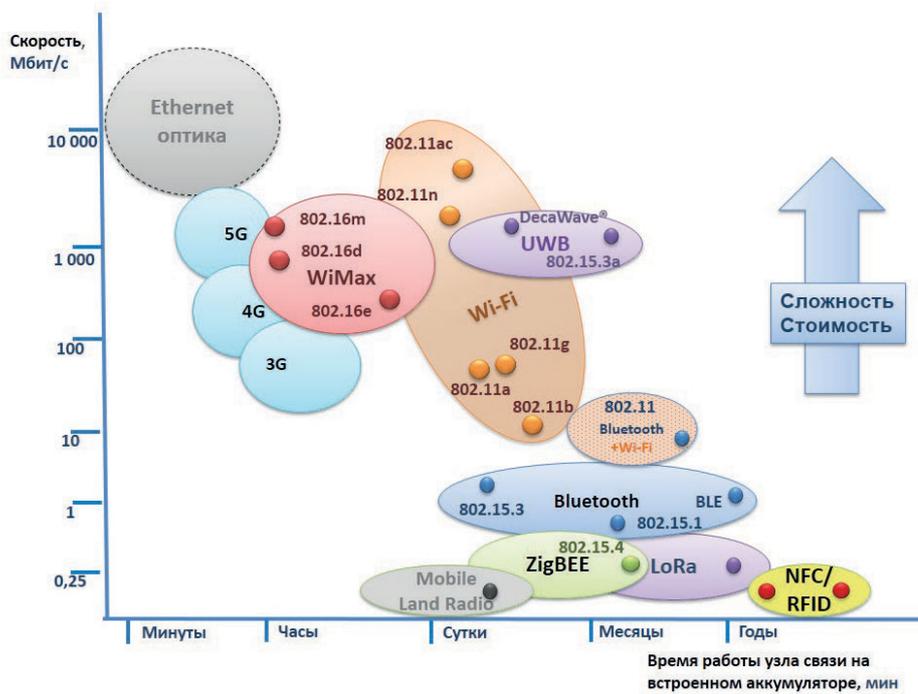


Рисунок 7 – Стандарты технологий связи в координатах: максимальная пропускная способность канала, время работы узла связи на встроенном аккумуляторе
 Figure 7 – Standards of communication technologies in the coordinates: of the maximum channel capacity, the working time of the communication center on the built-in battery

команд и небольших сообщений и ограниченный радиус действия. Технология ZigBee также разрабатывалась для систем «Умного дома» и «Интернета Вещей» и не сможет полноценно выполнять функции магистральной инфраструктуры передачи данных, но имеет технологию mesh (сетка). Тем не менее, разработчики промышленных систем часто пытаются использовать эти технологии не «по назначению», пытаясь «выжать» из них рекордные параметры. Как правило, то, что хорошо работало в лабораторных условиях, отказывается работать в реальных условиях шахт, а про расширение функций системы не может быть и речи.

В завершение обсуждения, в качестве технологии для нашего примера (средней шахты в США) можно порекомендовать DecaWave, Bluetooth, ZigBee, LoRaWAN, если же учесть еще и стоимость решений, то это скорее Bluetooth или ZigBee.

Современные инженерные решения и архитектура МФСБ угольных шахт

После определения требуемой пропускной способности и технологий, обеспечивающих функциональность, можно перейти к рассмотрению архитектуры системы. Архитектуру системы в данном контексте следует понимать как организацию сети, состав элементов сети, принципы взаимодействия между ними и пр. Большинство вопросов построения сетей рассмотрены в [5], поэтому в этом разделе будет сделан упор на влияние специфических факторов подземных выработок на архитектуру системы.

Для преодоления ограничивающих факторов необходимы современные инженерные решения. Оценивать то или иное решение будем по критериям, описанным в первом разделе статьи. Итак, согласно рис.5 минимальная типичная система состоит из:

- Центра Обработки Данных (ЦОД);
- Узлов Связи (УС);
- Абонентских Устройств (АУ) мобильных и стационарных;
- Линий связи;
- Линий питания.

Архитектура системы, представленная на рис.5, с точки зрения критериев работы сети имеет критическую уязвимость (Рис.8), а именно отсутствие резервных каналов связи

Именно резервирование повышает надежность системы (пример рис.3). Звучит, как прописная истина, но на практике, в реальных МФСБ часто встречаются такие решения. К примеру, питание устройства сети имеет критическое зна-

чение для работы этого оборудования и поэтому требуется резервирование питания автономным источником (батарея, аккумулятор). При этом мы понимаем, что разрыв питания может происходить не только по причине банального отключения питания, но и в результате физического повреждения кабелей питания (оборудованием, обвалом горных пород, взрывом и т.п.). Вот какую схему автономного питания предлагают производители МФСБ (рис.9).

Производитель пытается сэкономить на весе абонентских устройств (узлов связи) и выносит тяжелый автономный источник питания из корпуса устройств. В результате надежность работы сильно падает. Не надо «экономить» на безопасности, только размещение автономного источника питания непосредственно в оборудовании связи обеспечит его надежную работу.

Следующая распространенная ошибка производителей использование «зоопарка» технологий. Эта ошибка, в первую очередь, связана с беспроводными технологиями передачи данных. Нередко в рамках одной системы используется несколько радио-технологий, работающих в одинаковом диапазоне частот (Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi и т.п.). В единую систему объединяются устройства формально с различными протоколами обмена, которые не мешают при работе друг другу, но на практике мощные устройства подавляют слабые, происходит случайное перекрытие каналов связи и т.п. Техническим специалистам шахт бывает очень трудно разобраться в причинах неполадок в таких системах. Вывод простой, следует избегать использования различных беспроводных технологий в одной системе.

Существует большое количество правил организации МФСБ угольных шахт и аварийных систем, однако мы рассуждали о численных критериях работы системы. Как их получить? Общая схема численных оценок, исходя из общих принципов теории надежности, состоит в следующем:

- построение многослойной функциональной модели системы (блок-схемы);
- вычисление параметров надежности для всех сегментов модели;
- оценка и оптимизация.

Современный подход в получении численных оценок надежности работы компьютерных систем состоит в создании имитационных моделей системы с последующим получением результатов моделирования на мощных вычислителях [6]. Методы имитационного моделиро-

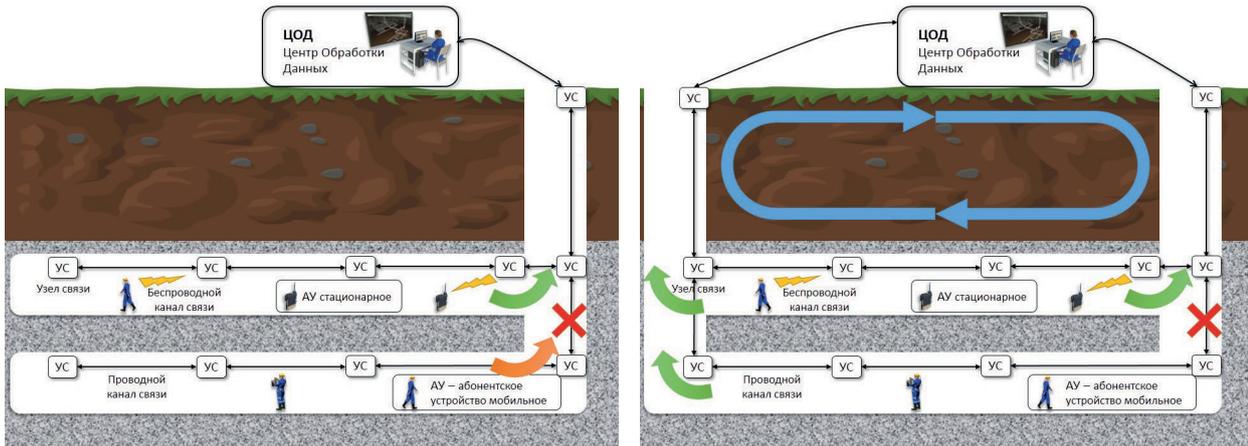


Рисунок 8 – Простое увеличение критериев надежности системы изменением архитектуры сети:
 а) без резервных каналов; б) с резервными каналами
 Figure 8 – The system reliability criteria simple increase
 by changing the network architecture

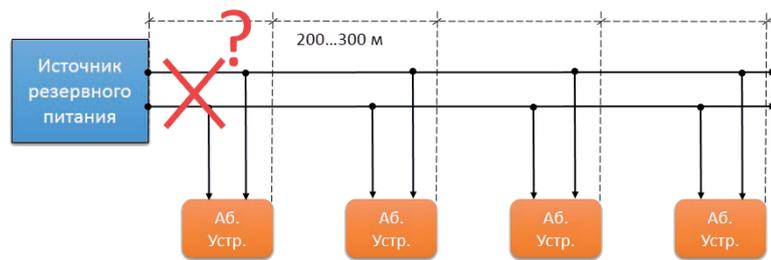


Рисунок 9 – Схема сегментного резервирования питания в существующих МФСБ
 Figure 9 – Power supply segment backup scheme in existing MFSS

вания позволяют отследить и оценить все возможные комбинации факторов и технологий, получить численные показатели оценки надежности работы как для системы в целом, так и для отдельных сегментов, и в конечном счете, оптимизировать архитектуру. Так, например, в результате моделирования одной из МФСБ были выявлены мощные источники трафика, которые могли нарушить работу магистральной инфраструктуры. Были даны рекомендации по миграции вычислительных мощностей к источникам трафика. Это привело к появлению в системе нового типа устройств – локальных серверов обработки данных, что снизило общий магистральный трафик и увеличило надежность системы.

Заключение

Подведем итог. Законодательство увеличило функциональные требования к системам безопасности угольных шахт, заставило использовать многофункциональные и единые системы обеспечения безопасности. Это привело к появлению на рынке множества систем, работающих на различных технологиях как совершенно новых, так и модернизированных старых. Руковод-

ители и технические специалисты горнодобывающих предприятий встали перед проблемой выбора и оценки разных технических решений сложного комплекса оборудования. В этой статье предлагается:

использовать общесистемный подход в оценке сложных систем с точки зрения критериев надежности и пропускной способности. Это поможет получить единые численные показатели для оценки систем и упростить процедуру оценки решений разных производителей;

для получения численных показателей критериев оценки работы МФСБ можно использовать предварительную оценку при помощи формальных методов теории надежности. Точную оценку с рекомендациями по оптимизации можно получить методами имитационного моделирования сложных систем;

при разработке моделей МФСБ следует учитывать ограничивающие факторы подземных выработок, возможности беспроводных технологий в закрытых помещениях, резервирование питания устройств системы, варианты маршрутизации каналов связи, варианты снижения трафика и оптимизации архитектуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности в угольных шахтах / Федеральные нормы и правила в области промышленной Безопасности. Серия 05. Выпуск 40. М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. 200 с.
2. Ваганов В.С. Многофункциональные системы безопасности, применяемые при производстве горных работ // Горная промышленность. 2014. № 3 (115). С. 25.
3. Ваганов В.С., Урусов Л.В. Анализ способов организации сетей передачи данных для построения современных МФСБ в угольных шахтах // Вестник Научного Центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2016. № 3. С. 72.
4. Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH, Mining, Advanced Tutorial on Wireless Communication and Electronic Tracking: Electronic Tracking Systems Performance, 3.0 Electronic Tracking Systems Performance. [Электронный ресурс URL: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/content/emergencymanagementandresponse / commtracking/advcommtrackingtutorial2.html>] 2017 г.
5. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 5-е изд. СПб.: Питер, 2016. 992 с.: ил.
6. Modeling and Tools for Network Simulation / K.Wehrle, M. G`unes, J. Gross (Eds). Springer, 2010, 256 p.
7. Yang Wei, Zhang Yu, Liu Yang. Constructing of wireless emergency communication system for underground coalmine based on WMN technology, Journal Of Coal Science & Engineering (China), Vol.16 No.4 Dec. 2010, pp 441–448
8. Andrej Hrovat, Gorazd Kandus, Toma`z Javornik. A Survey of Radio Propagation Modeling for Tunnels, in IEEE Communications Surveys & Tutorials · Sep. 2013.
9. Mathieu Boutin, Ahmed Benzakour, Charles L. Despines, Sofiène Affes. Radio Wave Characterization and Modeling in Underground Mine Tunnels, IEEE Vehicular Technology Conference, Los Angeles, CA, September 26–29, 2004.
10. S. 2803 (109th): Mine Improvement and New Emergency Response Act of 2006, May 16, 2006, Washington, 109th Congress, 2005 – 2006.
11. Файзулхаков Я.Р., Пыптев С.А. Анализ методов позиционирования узлов беспроводной сенсорной сети // Труды II Международной Научно-Практической Конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование». М., МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет ВМК, декабрь 2006 г.
12. Ваганов В.С. Современные технологии и проблемы определения местонахождения персонала в угольных шахтах // Добывающая промышленность. 2018. №2 (10). С. 50.

REFERENCES

1. *Pravila bezopasnosti v ugolnykh shakhtakh / Federalnye normy i pravila v oblasti promyshlennoi Bezopasnosti. Seriya 05. Vypusk 40* [Safety rules in coal mines/Federal rules and regulations in the field of industrial safety. Series 05. Issue 40]. 2014. Moscow: ЗАО «Nauchno-tekhnicheskii tsentr issledovaniy problem promyshlennoi bezopasnosti» [in Russian].
2. Vaganov, V.S. (2014). *Mnogofunktsionalnye sistemy bezopasnosti, primeniaemye pri proizvodstve gornykh rabot* [Multifunctional safety systems used in mining operations]. *Gornaya promyshlennost – Mining Industry*, 3 (115),25 [in Russian].
3. Vaganov, V.S., & Urusov, L.V. (2016). *Analiz sposobov organizatsii setei peredachi dannykh dlia postroeniia sovremennykh MFSS v ugolnykh shakhtakh* [Analysis of the ways to organize data transmission networks for the construction of modern MFSS in coal mines]. *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center*, 3, 72 [in Russian].
4. Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH, Mining, Advanced Tutorial on Wireless Communication and Electronic Tracking: Electronic Tracking Systems Performance, 3.0 Electronic Tracking Systems Performance. Retrieved from: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/content/emergencymanagementandresponse /commtracking/advcommtrackingtutorial2.html> 2017 [in English].
5. Oliner, V., & Oliner, N. (2016). *Kompiuternye seti. Printsipy, tekhnologii, protokoly: Uchebnik dlya vuzov. 5-e izd* [Computer networks. Principles, technologies, protocols: Textbook for high schools. 5th edition]. St Petersburg: Pitер [in Russian].
6. Wehrle, K., G`unes, M. Gross J. (Eds). (2010). *Modeling and Tools for Network Simulation / Springer* [in English].
7. Yang Wei, Zhang Yu, Liu Yang. (2010). Constructing of wireless emergency communication system for underground coalmine based on WMN technology, *Journal Of Coal Science & Engineering (China)*, Vol.16 No.4, pp 441–448 [in English]
8. Andrej Hrovat, Gorazd Kandus, & Toma`z Javornik. (2013). A Survey of Radio Propagation Modeling for Tunnels, in *IEEE Communications Surveys & Tutorials* [in English].
9. Mathieu Boutin, Ahmed Benzakour, Charles L. Despines, & Sofiène Affes. (2004). Radio Wave Characterization and Modeling in Underground Mine Tunnels. *IEEE Vehicular Technology Conference, Los Angeles, CA, September 26–29*, [in English].
10. S. 2803 (109th): *Mine Improvement and New Emergency Response Act of 2006, May 16, 2006, Washington, 109th Congress, 2005 – 2006*. [in English].
11. Faizulkhakov, Ya.R., & Pyptev, S.A. (2006). *Analiz metodov pozitsionirovaniia uzlov besprovodnoi sensornoi seti* [Wireless sensor network centers positioning methods analysis]. Proceedings of the II International *Scientific and Practical Conference "Modern Information Technologies and IT Education"*. Moscow: Moscow State University named after M.V. Lomonosov [in Russian].
12. Vaganov, V.S. (2018). *Sovremennye tekhnologii i problemy opredeleniia mestonahozhdeniia personala v ugolnykh shakhtakh* [Modern technologies and problems of locating personnel in coal mines]. *Dobывающая промышленность - Mining industry*, 2, 50 [in Russian].



А.А. Харионовский //
A.A. Hariionovskij
mniiekotek2009@yandex.ru

д-р техн. наук, заместитель генерального директора ООО «МНИИЭКО ТЭК», Россия, 614007, г. Пермь, ул. Николая Островского, 60
dr. techn. sciences, deputy director general of ООО «МНИИЭКО ТЕК», 60, Nikolai Ostrovsky Street, Perm, 614007, Russia



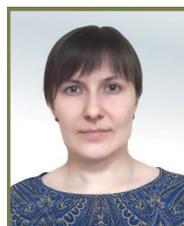
А.Н. Калушев // A.N. Kalushev
alexander.kalushev@gmail.com

канд. техн. наук, научный консультант ООО «МНИИЭКО ТЭК», Россия, 614007, г. Пермь, ул. Николая Островского, 60
candidate of technical sciences, scientific adviser of ООО «МНИИЭКО ТЕК», 60, Nikolai Ostrovsky Street, Perm, 614007, Russia



В.Н. Васева // V.N. Vaseva
vaseva.vera@yandex.ru

заведующая лабораторией ООО «МНИИЭКО ТЭК», Россия, 614007, г. Пермь, ул. Николая Островского, 60
laboratory head of ООО «МНИИЭКО ТЕК», 60, Nikolai Ostrovsky Street, Perm, 614007, Russia



Е.И. Симанова //
E.I. Symanova
simanova154@yandex.ru

старший научный сотрудник ООО «МНИИЭКО ТЭК», Россия, 614007, г. Пермь, ул. Николая Островского, 60
senior researcher of ООО «МНИИЭКО ТЕК», 60, Nikolai Ostrovsky Street, Perm, 614007, Russia

УДК 622.85:622.33

ЭКОЛОГИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ

COAL INDUSTRY ECOLOGY: THE STATE, PROBLEMS, WAYS OF SOLUTION

Приведены данные по угольной промышленности об объемах сброса в водные объекты нормативно очищенных и загрязненных сточных вод, составе и эффективности работы очистных сооружений, количестве улавливаемых техническими средствами очистки и выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ, объемах образования, использования и размещения отходов, площади нарушенных и рекультивированных земель в 2016 г., а также о динамике этих показателей за предшествующий пятилетний период. Показано, что главная проблема в сфере охраны водных ресурсов заключается в сбросе в водные объекты в большом количестве загрязненных сточных вод без предварительной очистки и недостаточно очищенных на имеющихся очистных сооружениях. Основными мероприятиями по снижению негативного воздействия на водные объекты является планомерное оснащение современными очистными сооружениями выпусков сточных вод, модернизация неэффективно работающих очистных сооружений и замена их на новые высокотехнологичные сооружения. В сфере охраны атмосферы основная проблема состоит в выбросах большого количества метана из угольных пластов системами дегазации и вентиляции. Решение проблемы возможно за счет совершенствования систем дегазации, увеличения объемов использования дегазационного и вентиляционного метана в качестве источника электрической и тепловой энергии, моторного топлива, сырья для производства товарных продуктов. Экологическая проблема в сфере обращения с отходами и охраны земельных ресурсов заключается в непрерывном росте объемов вскрышных и вмещающих пород, размещаемых во внешних породных отвалах, изъятия и нарушения земель, в том числе сельскохозяйственного и лесохозяйственного назначения. Для решения этой проблемы необходимо постоянное совершенствование технологий добычи угля и формирования породных отвалов в направлении снижения объемов образования отходов производства и землеемкости горных работ, совершенствование технологий и расширение масштабов переработки и использования вскрышных и вмещающих пород, увеличение темпов и применение новых способов рекультивации нарушенных земель.

The coal industry data on the amounts of normatively cleaned and polluted sewage water discharged and on the structure and efficiency of the treatment facilities, on the amount of pollutants captured by technical means and discharged into the atmosphere, on the volumes of formation, treatment and disposal of waste, on the area of dislocated and reclaimed lands in 2016, as well as on the dynamics of these indicators over the previous five-year period are given. It is shown that the main problem in the field of water resources protection is the discharge of big amount of contaminated wastewater into water bodies without preliminary treatment and insufficiently purified at existing treatment facilities. The main measures to reduce the negative impact

on water bodies is the systematic equipping of sewage water discharge points with modern treatment plants where they did not have such, modernizing inefficiently operating wastewater treatment plants and replacing them with new high-tech structures.

In the sphere of atmospheric protection, the main problem is the large amount coal seam methane emission from degassing and ventilation systems. The solution of the problem is possible due to improvement of degassing systems, increase in the use of degassing and ventilating methane as a source of electric and thermal energy, motor fuel, raw materials for the production of marketable products. The environmental problem in the field of waste handling and land resources protection is the continuous increase of overburden volumes and enclosing rocks located in external waste dumps, seizures and dislocation of lands, including those of agricultural and forestry purposes. To solve this problem, it is necessary to continuously improve the coal mining technology and waste dumps' formation in the direction of production wastes formation amount reduction and the mining work land capacity, technology improvement and overburden and enclosing rocks amount processing increase, dislocated lands reclamation speed and new methods application increase.

Ключевые слова: УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ВЫБРОСЫ И СБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ, НАРУШЕНИЕ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ

Key words: COAL INDUSTRY, ENVIRONMENT, WASTE AND POLUTANT SUBSTANCES DISCHARGE, WASTE USE AND PLACEMENT, LAND DISPLACEMENT AND RECLAMATION, ECOLOGICAL PROBLEMS, WAYS TO SOLVE

Введение

В процессе производственной деятельности предприятия угольной промышленности неизбежно оказывают негативное воздействие на основные компоненты окружающей среды: водные ресурсы, атмосферный воздух, земельные ресурсы. Основным фактором, определяющим степень этого воздействия, являются объемы производства. В течение последнего пятилетнего периода угольная промышленность неуклонно наращивала объемы добычи и обогащения угля, что привело к усилению негативного воздействия на окружающую среду и вызвало необходимость для его нейтрализации технологического совершенствования природоохранной деятельности и повышения эффективности применяемых природоохранных мероприятий на основе анализа состояния окружающей среды, выявления наиболее острых проблем отрасли, определения направлений и путей их решения.

Охрана водных ресурсов

В 2016г. предприятия отрасли сбросили в водные объекты 437,6 млн м³ сточных вод или 1,13 м³/т добычи, основная часть (96,3 %) которых представлена шахтными и карьерными водами. Часть сточных вод в объеме 27,1 млн м³ (6 % от общего объема) отнесена к категории нормативно чистых и сброшена в водные объекты без предварительной очистки. Значительно большая часть сточных вод в объеме 124,2 млн м³ (28 % от общего объема), которые содержат загрязняющие вещества в концентрациях, превышающих установленные нормативы, отнесена к категории загрязненных и также сброшена в водные объекты без очистки.

На очистные сооружения поступило 286,3 млн м³ сточных вод (66 % от общего объема), из них очищено до нормативных требований 77,3 млн м³ или 27 % поступивших на очистку. Сброшено в водные объекты недостаточно очищенных сточных вод 209,0 млн м³ или 73 % поступивших на очистку. В целом по отрасли уровень сброса загрязненных вод в водные объекты в 2016 г. составил 76,1 %. Использовано на производственные нужды предприятий 59,5 млн м³ попутно забираемых (шахтных и карьерных) вод, что составляет 68,7 % от их потребности и 12 % от общего объема сточных вод (таблица 1).

Динамика основных показателей в сфере охраны водных ресурсов за пятилетний период (рисунок 1) в целом положительная. Однако улучшение показателей идет очень медленно и отстает от современных экологических требований. Уровень сброса загрязненных сточных вод в водные объекты остается чрезвычайно высоким. Приведенные данные свидетельствуют о том, что основной проблемой отрасли в сфере охраны водных ресурсов является сброс в водные объекты загрязненных сточных вод без предварительной очистки из-за отсутствия очистных сооружений и сброс недостаточно очищенных сточных вод ввиду низкой эффективности работы имеющихся очистных сооружений.

Сброс шахтных и карьерных вод без предварительной очистки обусловлен, как правило, освоением новых участков месторождений, удаленных от разрабатываемых участков на значительные расстояния, отставанием строительства и пуска в эксплуатацию очистных сооружений. Сброс загрязненных недостаточно

Таблица 1. Основные удельные показатели охраны окружающей среды в угольной промышленности в 2016 году

Table 1. The main specific indicators of environmental protection in the coal industry in 2016

Показатель	Значение показателя
1. Удельный сброс сточных вод в поверхностные водоемы, м ³ /т добычи	1,13
2. Удельный сброс нормативно очищенных сточных вод, м ³ /т добычи	0,20
3. Удельный сброс загрязненных сточных вод, м ³ /т добычи	0,86
4. Уровень сброса нормативно очищенных сточных вод в общем объеме, %	17,7
5. Уровень сброса загрязненных сточных вод в общем объеме, %	76,1
6. Уровень использования попутных (шахтных, карьерных) вод в производственном водоснабжении, %	68,7
7. Удельное количество образованных загрязняющих веществ, кг/т добычи	4,46
8. Удельное количество загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу, кг/т добычи	2,61
9. Удельное количество метана, выброшенного в атмосферу, кг/т добычи	2,28
10. Удельное количество уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ, кг/т добычи	1,85
11. Уровень выброса загрязняющих веществ в атмосферу в объеме образованных, %	58,5
12. Удельный объем образованных отходов, т/т добычи	8,39
13. Удельный объем использованных отходов, т/т добычи	4,38
14. Уровень использования отходов в объеме образованных, %	52,2
15. Уровень размещения отходов во внешних отвалах в объеме образованных, %	47,2
16. Удельная площадь нарушенных земель, га/млн т добычи	13,4
17. Удельная площадь рекультивированных земель, га/млн т добычи	2,5
18. Уровень рекультивации земель в объеме годового нарушения, %	18,7

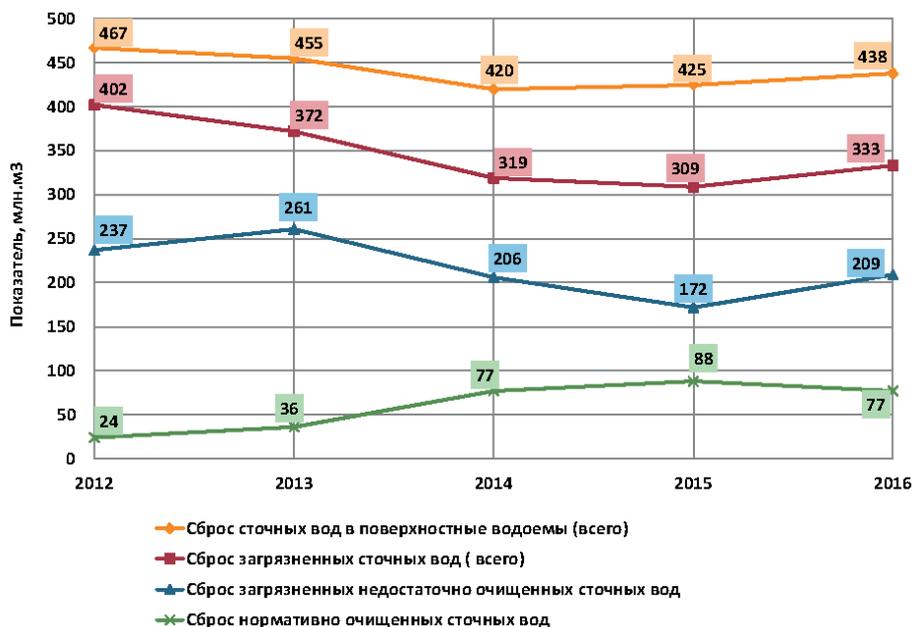


Рисунок 1 – Динамика показателей сброса сточных вод
Figure 1 - Dynamics of sewage discharge indicators

очищенных сточных вод является следствием низкой эффективности работы большей части действующих очистных сооружений.

Очистка шахтных и карьерных вод на предприятиях отрасли осуществляется механическими и физико-химическими способами, хозяйственно-бытовых сточных вод – биологическими способами. В качестве сооружений механической очистки применяются преимущественно горизонтальные бетонированные и земляные отстойники, пруды-отстойники, искусственные фильтрующие массивы (ИФМ). Физико-химическая очистка шахтных и карьерных вод осуществляется, как правило, с использованием двухступенчатых технологических схем, в которых на первой ступени применяются указанные выше сооружения механической очистки, на второй ступени – осветлители с взвешенным слоем осадка, напорные флотаторы, скорые открытые и напорные фильтры с предварительной обработкой очищаемой воды химическими реагентами (коагулянтами и флокулянтами), на первой, либо на второй ступени.

Анализ статистических данных за 2016 г. показал, что из поступающих на очистку сточных вод очищаются на сооружениях механической очистки 249,4 млн м³ (87,1 %), на сооружениях физико-химической очистки 36,1 млн м³ (12,6 %) и на сооружениях биологической очистки 0,8 млн м³ (0,3 %). Из общего объема сточных вод, очищаемых на сооружениях механической очистки, только 40,4 млн м³ (16,2 %) соответствуют нормативным требованиям, и являются нормативно очищенными, остальные 209,0 млн м³ (83,8 %) сбрасываются с превышением нормативных требований и относятся к категории недостаточно очищенных.

Основными причинами низкой эффективности работы действующих сооружений механической очистки являются:

- несоответствие применяемых способов и типов сооружений химическому составу и технологическим свойствам очищаемой воды и их неспособность по этой причине обеспечить эффективную очистку сточных вод по всему комплексу контролируемых загрязняющих веществ;
- превышение объемов подаваемых на очистные сооружения сточных вод их проектной производительности;
- несоблюдение технологического режима работы и неудовлетворительное техническое состояние очистных сооружений.

Сооружения физико-химической очистки шахтных и карьерных вод и биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод

практически на всех предприятиях обеспечивают нормативную очистку. Однако их доля, как видно из приведенных выше данных, остается сравнительно низкой.

В настоящее время в ряде угольных компаний, особенно в Кузбассе, ведется проектирование и строительство очистных сооружений шахтных и карьерных вод на современной технологической основе. В качестве примера в таблице 2 представлены отдельные предприятия, на которых введены в эксплуатацию очистные сооружения с использованием новых эффективных технологий, типов сооружений и оборудования [1-8]. На всех предприятиях, оснащенных новыми очистными сооружениями, предусмотрена очистка шахтных и карьерных вод в несколько ступеней. В составе очистных сооружений используется ряд сравнительно новых для угольной отрасли аппаратов: электрокоагуляторы, озонаторы, установки УФ-обеззараживания, напорные флотаторы, камерные фильтр-прессы, установки микрофильтрации и др. (таблица 2).

Основными техническими мероприятиями по улучшению состояния охраны водных ресурсов являются:

- оснащение выпусков сточных вод в водные объекты, осуществляемых без предварительной очистки, очистными сооружениями на основе современных эффективных технологий или передача их на эффективно работающие очистные сооружения данного предприятия или других смежных предприятий, с учетом рекомендаций научных организаций;
- реконструкция неэффективно работающих очистных сооружений или замена на новые современные очистные сооружения;
- осуществление мероприятий по повышению эффективности работы очистных сооружений, не обеспечивающих нормативную очистку: оптимизация технологического процесса очистки, применение новых эффективных реагентов, совершенствование технологического контроля, повышение технического состояния и уровня эксплуатации сооружений.

Охрана атмосферного воздуха

На предприятиях угольной промышленности имеется большое количество различных по характеру и интенсивности источников образования и выделения в атмосферу твердых и газообразных загрязняющих веществ. В 2016 г. при технологических процессах, связанных с добычей угля, образовано 1721,7 тыс. т (4,46 кг /т добычи) загрязняющих веществ (таблица 1). Уловлено средствами очистки выбросов 713,9 тыс. т и выброшено в атмосферу

Таблица 2. Очистные сооружения шахтных вод на основе современных технологий
Table 2. Treatment facilities of mine waters on the basis of modern technologies

Предприятие, год пуска очистных сооружений	Проектная организация	Состав очистных сооружений	Проектная производительность, млн м ³ /год
Шахта "Берёзовская" АО "УК Северный Кузбасс", 2013 г.	ООО "Акватех"	Пруд-накопитель, электрокоагуляционная установка, безнапорные песчаные фильтры, озонаторная установка, накопители чистой воды, сброс осадка на породный отвал шахты	9,0
Шахта им. А.Д. Рубана АО "СУЭК-Кузбасс", 2013 г.	ООО "ЭНВИРО-ХЕМИ Гмбх"	Проточные реакторы (смешение с коагулянтом, гидрофобизатором, флокулянтом), установка напорной флотации Flomag, тканевый дисковый фильтр, установка УФ-излучения, камерный фильтр-пресс для обезвоживания осадка, резервуар очищенной воды, устройства для приготовления и дозирования реагентов	3,5
Шахта "Котинская" АО "СУЭК-Кузбасс", 2014 г.	ООО "ЭНВИРО-ХЕМИ Гмбх"	Проточные реакторы (смешение с коагулянтом, гидрофобизатором, флокулянтом), установка напорной флотации Flomag, тканевый дисковый фильтр, установка УФ-излучения, камерный фильтр-пресс для обезвоживания осадка, резервуар очищенной воды, устройства для приготовления и дозирования реагентов	3,5
Шахта "Усковская", ООО "Распадская угольная компания", 2015 г.	НПФ «ЭКО-С»	Усреднитель, напорные флотаторы Ф-160, высокоскоростные фильтры "Аркол", установка УФ-излучения "Лазурь-М 250", резервуар очищенной воды, камерные фильтр-прессы для обезвоживания флотошлама, устройства для приготовления и дозирования реагентов, насосная станция для подачи воды на нужды шахты, сброс воды в р. Лепеха	11,9
Шахта "Ерунаковская-VIII" ОАО УК "Южкузбасс-уголь", 2015 г.	НПФ «ЭКО-С»	2-секционный отстойник-усреднитель, расходная ёмкость, напорные флотаторы Ф-160, напорные фильтры ФОВ-3,4-0,6, контактный резервуар (гипохлорид Na), камерные фильтр-прессы для обезвоживания флотошлама, устройства для приготовления и дозирования реагентов, насосная станция для подачи воды на нужды шахты, сброс воды в р. Черновой Нарык	5,6
«Участок «Береговой» АО "УК Южная", ОАО "Холдинг "Сибуглемет", 2015 г.	ООО «Палл Евразия»	Отстойники, приемные резервуары с аэрацией, автоматические самопромывающиеся фильтры, установка мембранной микрофльтрации Pall Ario Multirock (Германия), сброс в р. Казас	5,0
Разрез "Междуреченский" ОАО "Холдинг "Сибуглемет", 2015 г.	ООО «Палл Евразия»	Отстойники, резервуары с аэрацией, автоматические самопромывающиеся фильтры, установка мембранной микрофльтрации Pall Ario Multirock (Германия), сброс в р. Большой Кийзак	5,8
Шахта "Первомайская" АО "УК "Северный Кузбасс", 2016 г.	ООО "Акватех"	Две производственные линии в составе: отстойник, плавучая электрокоагуляционная установка, озонаторная установка, безнапорные фильтры, накопители чистой воды, сброс осадка на породный отвал шахты	8,76
Шахта «Инаглинская» АО «ГОК «Инаглинский», 2016 г.	ЗАО "Акваинжиниринг"	Приёмный резервуар, щелевые самоочищающиеся фильтры, установки напорной флотации, песчаные самопромывающиеся фильтры, установки УФ-излучения, фильтр-прессы для обезвоживания флотошлама, резервуары чистой воды, подача на нужды шахты и сброс	8,0
Шахта "Денисовская" АО "ГОК "Денисовский", 2018 г.	ЗАО "Акваинжиниринг"	Резервуары-усреднители с погружными мешалками, напорные флотаторы, напорные фильтры с загрузкой ОДМ-2Ф (алюмосиликатный сорбент), установка УФ-излучения, приёмный резервуар, резервуары чистой воды, камерный фильтр-пресс для обезвоживания флотошлама, устройства для приготовления и дозирования реагентов, сброс в р. Чульман	5,0

1007,8 тыс. т загрязняющих веществ. Эффективность очистки выбросов в среднем по отраслям составила 41,5 %. Такая низкая эффективность обусловлена тем, что применяемые в отрасли технические средства очистки преимущественно предназначены для уловления твердых частиц. Очистка выбросов от газообразных веществ производится в весьма ограниченных масштабах лишь на отдельных обогатительных фабриках.

Основное количество выбрасываемых в атмосферу газообразных загрязняющих веществ представлено метаном, содержащимся в угольных пластах и вмещающих породах и выделяющимся в атмосферу шахт при разрушении угля в процессе выемки и транспортировки.

Источниками выбросов метана в атмосферу являются системы дегазации газовых шахт и системы вентиляции. Содержание метана, удаленного из шахт средствами дегазации (дегазационный или шахтный метан), колеблется в широких пределах - от 25 % до 70 % в зависимости от газоносности и газоотдачи угольных пластов, применяемых способов, технологий и технических средств дегазации. Содержание метана в исходящей вентиляционной струе шахт в соответствии с правилами безопасности не может превышать 1 % и, как правило, колеблется в пределах 0,2-0,7 %. Количество метана, выбрасываемое системами вентиляции (вентиляционного метана), составляет ориентировочно 85 % от общего количества, поступающего в атмосферу [9].

Анализ динамики показателей выбросов в атмосферу за пятилетний период (рисунок 2) показывает, что количество образующихся загрязняющих веществ снизилось на 17 %. Вместе с этим уменьшилось и количество улавливаемых загрязняющих веществ техническими средствами очистки. В результате этого количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, оставалось в рассматриваемом периоде примерно на одном и том же уровне с относительно небольшими колебаниями по годам. Доля метана в общем объеме выбросов загрязняющих веществ в данном периоде находилось в пределах 78,4-88,4 %.

Практически единственным эффективным вариантом сокращения выбросов метана в атмосферу является использование извлекаемого из угольных пластов дегазационного и вентиляционного метана непосредственно или после предварительной газоподготовки.

Дегазационный метан является важным дополнительным источником энергии для газовых шахт. Однако основное его количество в на-

стоящее время сжигается в факельных установках с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду. В зарубежных странах с развитой угольной промышленностью используется 50 % и более метана, извлекаемого из угольных пластов средствами дегазации.

Основными факторами, сдерживающими использование дегазационного метана на отечественных предприятиях, является непостоянство расхода и концентрации метана, присутствие в нем влаги, угольных и породных частиц.

Накопленный за рубежом, а также на шахтах Кузнецкого и Печорского бассейнов, производственный опыт показывает, что дегазационный метан может эффективно использоваться в качестве топлива в переоборудованных угольных котельных, модульных котельных, газопоршневых электростанциях, контейнерных теплоэлектростанциях, газопоршневых установках [10-19].

Объемы использования дегазационного метана на шахтах отрасли в настоящее время ограничены и определяются, в конечном итоге, эффективностью работы применяемых систем дегазации, рентабельностью работы действующих газопоршневых установок в условиях конкретных шахт, материальной заинтересованностью по их использованию.

Использование вентиляционного метана с концентрацией менее 1 % представляет значительную технологическую сложность и находится в нашей стране в стадии экспериментальных исследований и испытаний опытных образцов. Наиболее интенсивные разработки в этом направлении ведутся в Австралии, США, Канаде. Например, на одной из шахт Австралии реализован проект утилизации вентиляционного метана с концентрацией 0,9 %, который представляет собой действующую электростанцию мощностью 5 МВт [9]. Законченные отечественные научно-технические разработки и производственный опыт использования вентиляционного метана практически отсутствуют.

Для снижения выбросов метана в атмосферу предприятиям отрасли необходимо:

- совершенствовать способы и технологии дегазации угольных пластов и выработанного пространства с целью получения дегазационного метана высокого качества;
- расширить сферу применения проверенных на практике технологий и технических средств утилизации дегазационного метана для получения электрической и тепловой энергии и для других целей;
- продолжить научно-технические разра-

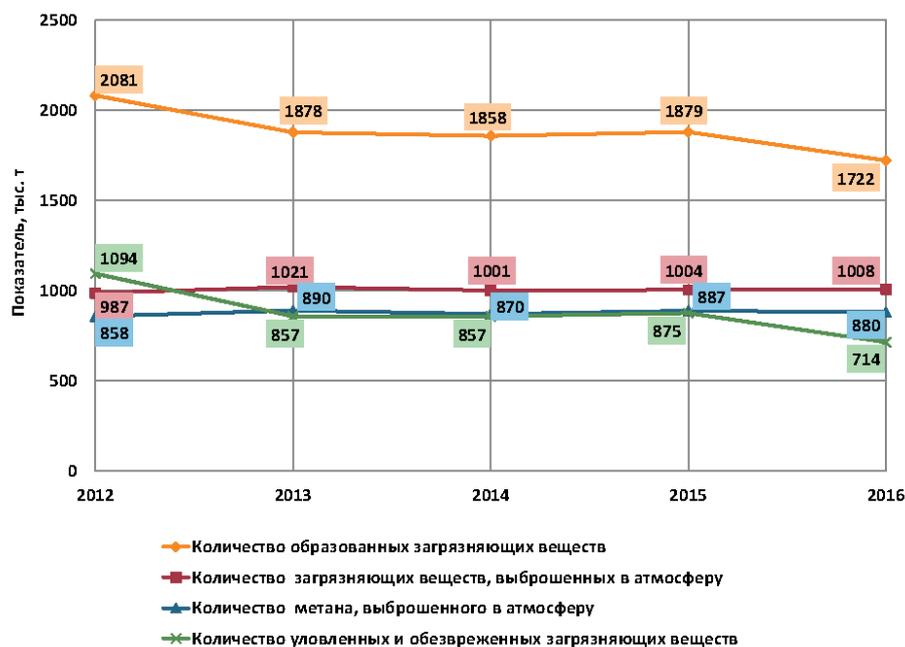


Рисунок 2 – Динамика показателей выбросов в атмосферу
Figure 2 - Indicator dynamics of pollutants emission into atmosphere

ботки по концентрированию и использованию вентиляционного метана с учетом зарубежного опыта.

Для снижения образования и выделения в атмосферу твердых загрязняющих веществ на шахтах, разрезах и обогатительных фабриках разработан и применяется целый комплекс эффективных способов и технических средств. Необходимым условием высокой эффективности применяемых способов и технических средств является соблюдение оптимальных параметров их работы и осуществления постоянного технологического контроля. Оптимальный набор способов и технических средств с учетом условий конкретного предприятия способен обеспечить достижение действующих нормативных требований по охране атмосферного воздуха.

Охрана окружающей среды в сфере обращения с отходами

Добыча угля, особенно открытым способом, сопровождается разрушением и перемещением больших объемов горных пород с образованием отходов производства. В 2016 г. предприятиями отрасли образовано 3236,6 млн т отходов всех классов опасности, что составляет 8,39 т/т добычи (таблица 1). Из общего объема отходов 99,9 % составили вскрышные, вещающие породы и побочные продукты обогащения угля. На различные производственные цели использовано 1690,1 млн т пород текущей добычи и частично накопленных в породных отвалах. Во внешних породных от-

валах размещено 1526,9 млн т. Уровень использования отходов в объеме образованных составил 52,2 %, уровень размещения отходов во внешних породных отвалах – 47,2 %. На конец 2016 г. объем накопленных отходов во внешних породных отвалах и других накопителях достиг 21 млрд т.

Динамика показателей образования, использования и размещения отходов в последние пять лет (рисунок 3) свидетельствует о некотором улучшении этих показателей. Объем образованных отходов увеличился на 6,6 % при росте объемов добычи угля на 10,9 %. В результате этого удельный показатель образования отходов снизился с 8,58 т/т до 8,39 т/т (на 2,3 %). Объем отходов производства, размещенных во внешних породных отвалах, уменьшился на 3,7 %. Однако процесс накопления отходов во внешних отвалах, являющихся объектам негативного воздействия на окружающую среду, продолжается. Кроме того, для размещения внешних породных отвалов требуются все новые территории, что является проблемой в густонаселенных районах страны.

Возможности сокращения объемов образования отходов добычи угля ограничены горно-геологическими условиями разработки месторождений в связи с опережающим развитием открытого способа добычи и углублением горных работ. Поэтому основным мероприятием по снижению негативного воздействия отходов производства на окружающую среду является увеличение объемов их переработки и исполь-

зования.

Вскрышные и вмещающие породы шахт и разрезов, побочные продукты обогащения угля представлены преимущественно осадочными породами, которые по своему составу и свойствам близки к общедоступным полезным ископаемым и поэтому могут использоваться в качестве строительных материалов и сырья для их производства. Основными направлениями использования отходов добычи и обогащения угля являются [20-23]:

- строительство различных производственных зданий и сооружений (платины, дамбы, автодороги, планировочные работы и др.);
- производство строительных материалов (песок, щебень, кирпич, цемент, керамзит, аглопорит и др.)
- сжигание в котлах кипящего слоя, в пылеугольных топках с добавкой качественного твердого топлива, газа, мазута;
- производство топливных брикетов.

В качестве перспективных направлений рассматриваются газификация с получением энергетического газа, производство сульфата алюминия, глинозема, кремний алюминиевых сплавов, органоминеральных удобрений, извлечение ценных элементов. По всем перечисленным выше направлениям имеются научно-технические разработки, по некоторым из них получены положительные результаты экспериментальных, опытных и опытно-промышленных испытаний способов и технологий, накоплен богатый производственный опыт. Тем не менее,

объемы использования в отрасли отходов производства растут медленно. Объективными причинами такой ситуации являются нестабильность состава горных пород, несоответствие их качественного состава требованиям действующих стандартов и технических условий на сырье для производства строительных материалов и других товарных продуктов, а также существующим условиям по содержанию ценных элементов, необходимость, как правило, селективной разработки, складирования и сортировки отходов добычи перед их использованием и, вследствие этого, низкая рентабельность производств или отсутствие экономической выгоды при использовании отходов. В связи с этим для увеличения объемов использования отходов производства в угольной промышленности необходимо внесение изменений в природоохранное законодательство в части введения мер экономической поддержки предприятий отрасли, стройиндустрии и других отраслей промышленности, занятых вовлечением в хозяйственный оборот попутных полезных ископаемых и отходов горного производства, в том числе накопленных в породных отвалах, шламонакопителях и хвостохранилищах.

Охрана земельных ресурсов

В процессе ведения горных работ, особенно на разрезах, происходит нарушение значительных территорий земной поверхности с образованием техногенного ландшафта, непригодных в дальнейшем для хозяйственного использования или возвращения в природный цикл

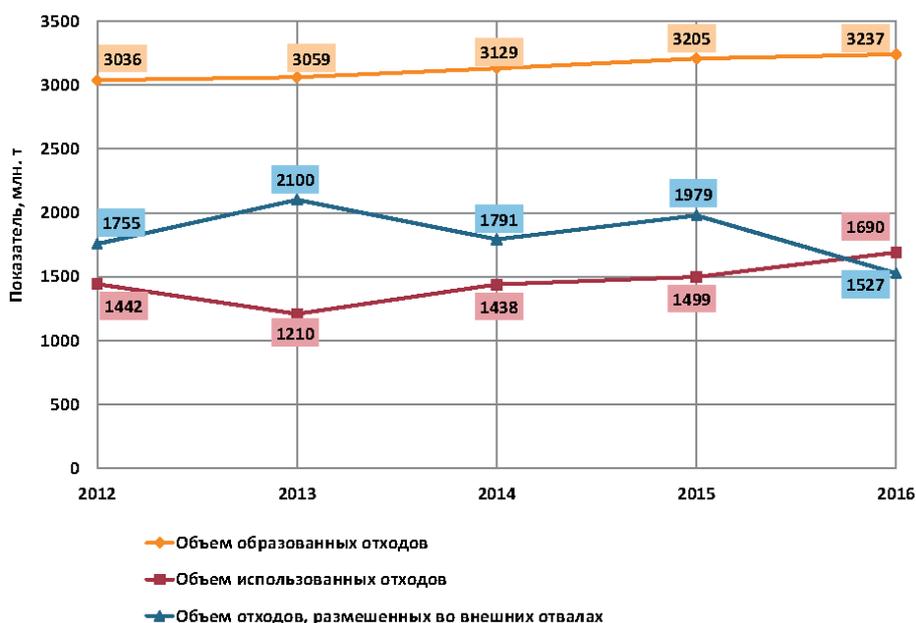


Рисунок 3 – Динамика показателей образования и использования отходов
Figure 3 – Waste material formation and utilization indicator dynamics

без проведения комплекса восстановительных работ. Нарушению подвергаются земли сельскохозяйственного, лесохозяйственного и другого назначения. В 2016 г. в отрасли нарушено 5161 га или 13,4 га/млн т добычи (таблица 1). Площадь рекультивированных в течение года земель составила 964 га (2,5 га/млн. т добычи), уровень рекультивации от годового нарушения – 18,7%. Общая площадь нарушенных земель в отрасли за предшествующий год увеличилась и на конец 2016 г. составила 111,2 тыс. га.

За период с 2012 г. по 2016 г. площадь ежегодно нарушаемых земель увеличилась на 23 % (рисунок 4). Площадь ежегодно рекультивируемых земель в течение этого периода изменялась как в большую, так и в меньшую сторону и в 2016 г. снизилось по сравнению с 2012г. на 5,3%. Разрыв между площадями нарушенных и рекультивированных земель в 2016 г. увеличился по сравнению с предшествующим периодом. Таким образом, процесс накопления площади нарушенных земель продолжается и имеет тенденцию к ускорению. Растет также и общая площадь обработанных земель, которые нарушены в процессе производства, выведены из эксплуатации, подлежат рекультивации и передаче прежним землепользователям. Площадь таких земель на конец 2016 г. достигла 17 тыс.га.

Согласно земельному кодексу землепользователи в процессе производственной деятельности обязаны проводить мероприятия по сохранению почв и их плодородия, по защите земель от водной и ветровой эрозии, подтопления, заболачивания, загрязнения и других негативных

воздействий, по рекультивации нарушенных земель, восстановлению плодородия почв, своевременному вовлечению земель в хозяйственный оборот.

Рекультивация нарушенных земель в угольной отрасли осуществляется в основном по трем направлениям: сельскохозяйственное, лесохозяйственное и санитарно-гигиеническое. Наиболее широко применяется на предприятиях отрасли традиционная технология рекультивации, которая заключается в технической подготовке рекультивируемой территории, нанесении на поверхность плодородного слоя почвы или потенциально плодородных пород, проведения необходимого комплекса агрохимических мероприятий, посева районированных сортов трав или посадке кустарниковых и древесных культур. Рекультивация нарушенных земель в зависимости от характера и степени нарушения, направления их последующего использования требует выполнения большого объема земляных работ, значительных затрат материальных и финансовых средств.

Стратегическими документами развития угольной промышленности поставлена весьма сложная задача – довести уровень рекультивации нарушенных земель к 2030 г. до 90-100 % от годового нарушения. Решение поставленной задачи может быть достигнуто путем осуществления мероприятий по трем основным направлениям:

- снижение землеемкости горных работ, главным образом на разрезах;
- производство горных работ на разрезах и

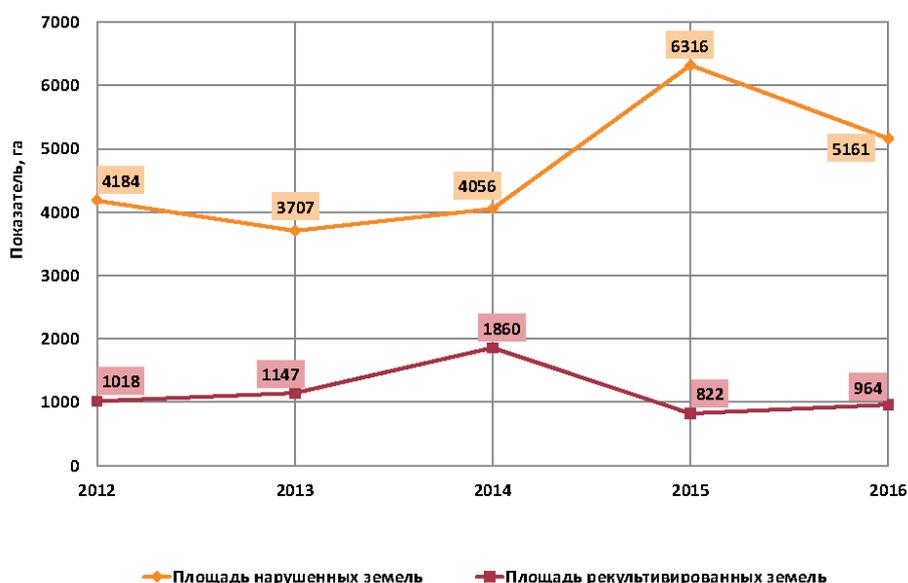


Рисунок 4 – Динамика показателей нарушения и рекультивации земель
Figure 4 – Land displacement and reclamation indicator dynamics

формирование породных отвалов с максимальным учетом последующей рекультивации нарушенных земель;

- сокращение затрат на выполнение рекультивационных работ и повышение качества рекультивированных земель.

Снижение земельности открытых горных работ может быть достигнуто за счет реализации ряда мероприятий технического характера как на проектируемых, так и на действующих предприятиях [24]:

- преимущественное применение бестранспортной системы разработки месторождений с учетом горно-геологических условий;

- применение комбинированной системы разработки, предусматривающей на первом этапе отработку части карьерного поля с перемещением вскрышных пород во внешние отвалы и на втором этапе размещение пород в выработанном пространстве;

- применение новых технологических решений и приемов, например вскрытие месторождений без внешних капитальных въездных и выездных траншей, вскрытие глубоких горизонтов засыпными тоннелями, применение специальных подъемников и крутосклонных конвейеров;

- сухое складирование предварительно обезвоженных шламов и хвостов флотации.

Технологии открытых горных работ и отвалообразования должны предусматривать [24]:

- селективную разработку и складирование плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород с целью их последующего использования при рекультивации;

- формирование верхних слоев отвалов из пород, пригодных для биологической рекультивации;

- размещение непригодных и малопродуктивных пород в нижней части отвалов;

- сокращение разрыва во времени между нарушением земель горными работами и их рекультивацией;

- максимальное совмещение горных работ с техническим этапом рекультивации;

- совмещение работ по формированию породных отвалов с выполнением работ по профилактике их самовозгорания и рекультивации;

- максимальное приближение работ по рекультивации внутренних отвалов к фронту вскрышных и добытых работ при бестранспортной системе разработки.

Сокращение затрат на выполнение рекультивационных работ и повышение качества рекультивированных земель может обеспечиваться за счет:

- проведения подготовительного этапа работ, предшествующего разработке проектов рекультивации, который предусматривает проведение исследований состава и свойств почвогрунтов и горных пород, подлежащих рекультивации, обеспечивает обоснованный выбор направления рекультивации, подготовку полного объема исходных данных для проектирования и является необходимым условием высокого качества разрабатываемых проектов;

- применение в проектах рекультивации новых прогрессивных способов и технологий, в том числе микробиологического и других способов рекультивации без нанесения на рекультивируемые поверхности плодородного слоя почвы или потенциально плодородных пород, гидропосев трав на склоновых поверхностях и др.;

- формирование оптимального комплекса технических средств рекультивации с использованием горных машин, сельскохозяйственной техники, специальных машин и оборудования.

Важную роль в увеличении объемов и ускорении темпов рекультивации нарушенных земель могут иметь изменения в природоохранном законодательстве, с одной стороны, в направлении ужесточения требований по ускоренному восстановлению нарушенных земель и возврату их в хозяйственный оборот и, с другой стороны, установления материальных стимулов и льгот для предприятий, успешно работающих в данной сфере.

Выводы

1. Экологическая ситуация в угольной промышленности остается сложной, о чем свидетельствуют достигнутые в 2016 г. основные показатели эффективности природоохранной деятельности: доля нормативно очищенных сточных вод в общем объеме сброса в водные объекты – 17,7 %, доля загрязняющих веществ уловленных техническими средствами очистки выбросов в атмосферу – 41,5 %, уровень использования отходов в объеме образованных за год – 52,2 %, уровень рекультивации земель от годового нарушения – 18,7 %.

2. Наиболее острыми экологическими проблемами отрасли на современном этапе остаются:

- сброс загрязненных сточных вод в водные объекты без предварительной очистки и недостаточно очищенных (76,1 % от общего объема);

- выбросы шахтного метана в атмосферу (879,5 тыс. т в год), на долю которого приходится 87,3 % от общего объема выбросов загрязняющих веществ;

- размещение отходов производства во внешних породных отвалах (1526,9 млн т в год) и непрерывный рост общего количества накопленных отходов;

- разрыв между ежегодно нарушенными и рекультивированными землями и рост общей площади нарушенных (в том числе обработанных) земель.

3. Решение экологических проблем отрасли и преломление сложившихся в последние годы негативных тенденций в сфере охраны окружающей среды может быть достигнуто за счет:

- планомерной замены неэффективно работающих очистных сооружений сточных вод и оснащением выпусков загрязненных сточных вод, сбрасываемых без предварительной очистки, современными высокотехнологичными очистными сооружениями;

- разработки и осуществления мероприятий по повышению эффективности работы очистных сооружений, не обеспечивающих нормативную очистку, включая оптимизацию технологических процессов очистки, применение новых реагентов, улучшение технологического состояния и уровня их эксплуатации;

- совершенствования способов и технологий дегазации угольных пластов для получения

стабильных расходов и высоких концентраций извлекаемого метана;

- широкого использования дегазационного метана для получения электрической и тепловой энергии с применением проверенных в производственных условиях технологий и технических средств, выполнения научно-технических разработок по концентрированию и утилизации вентиляционного метана с учетом зарубежного опыта;

- совершенствования применяемых технологий ведения горных работ и формирования породных отвалов в направлении снижения количества образующихся отходов производства и землеемкости горных работ;

- расширения масштабов применения существующих, разработки и внедрения в производство новых способов и технологий утилизации отходов производства и рекультивации нарушенных земель;

- законодательного закрепления экономических мер, стимулирующих деятельность по вовлечению в хозяйственный оборот полезных ископаемых, текущих и накопленных отходов производства, по скорейшему восстановлению нарушенных территорий и возвращению их прежним землепользователям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мынка А.А., Лобанова Д.М. Технология очистки шахтных вод на шахтах «Березовская», «Первомайская» ОАО «Угольная компания «Северный Кузбасс». URL: <http://science.kuzstu.ru>.
2. Проектирование сооружений по очистке шахтных (карьерных) вод. URL: <http://gpsh.ru/activities/gip4.html>.
3. Калаев В.А., Каменцев А.В., Козлов В.М. Использование озонных технологий для очистки шахтных вод // Уголь. 2006. № 11. С. 66-67.
4. Водоочистной комплекс на «Усковской». URL: <http://kemerovo.yellcity.ru/news>.
5. Сооружения для очистки шахтных вод шахты «Денисовская». URL: <http://aquanvk.ru/project/detail/>.
6. К. Шустер, Х. Бенуа, Volklingen, Инго Н. Технология напорной флотации В&S – DAF // Экология производства. 2007. № 4. С. 48 – 51.
7. Зайцева С.Г. УФ-излучение: экологически чистый метод обеззараживания // Экология производства. 2007. № 4. С. 52 – 56.
8. Очистные сооружения для обработки шахтных вод на ОАО «СУЭК-Кузбасс». URL: <http://rus.evraz.com/news>.
9. Чекменёв Ю.В., Фурса А.Н., Чекменёв А.Ю. Применение шахтного метана // Уголь. 2014. № 5. С. 92-95.
10. Трофимова Г.И., Бакушкина И.А. Использование метана в Кузбассе. Кемерово: КузГТУ, 2015.
11. Астахова С.А. Утилизация шахтного метана // Уголь. 2006. № 8. С. 63-65.
12. Проекты по сжиганию выбросов метана. URL: <http://kazccmp.org>.
13. Пацков Е.А., Сторонский Н.М. Основные направления утилизации шахтного метана в энергетических установках. URL: <http://musters.donntu.org>.
14. Утилизация шахтного метана в газогенераторных установках с выработкой тепло- и электроэнергии. URL: <http://kazEdu.kz>.
15. Сокращение выбросов шахтного метана от деятельности АО "Воркутауголь". URL: <http://barentsinfo.ti>.
16. Фомичёв А.А., Гончаренко Я.С. Газопоршневые теплоэлектростанции на шахтном метане построены в Воркуте. URL: <http://turbine-diesel.ru>.
17. Безпflug В.А. Опыт утилизации шахтного метана в ФРГ и возможности его утилизации в России // Уголь. 2006. № 8. С. 66-68.
18. Бакхаус С., Безпflug В.А., Мазаник Е.В., Хоппе С. Опыт внедрения мобильных ТЭС на шахтном метане // Уголь. 2009. № 11. С. 50-53.
19. Чекменёв Ю.В., Фурса А.Н., Чекменёв А. Ю. Применение шахтного метана // Уголь. 2016. № 5. С. 78-81.
20. Шпирт М.Я., Рубан В.А., Иткин Ю.В. Рациональное использование отходов добычи и обогащения углей. М.: Недра, 1990. 224 с.
21. Комплексная переработка углей и повышение эффективности их использования. Каталог-справочник / Под

- общей редакцией В.М. Щадова. Сост. Головин Г.С., Малолетнев А.С. М.: НТК "Трек", 2007. 292 с.
22. Поченков И.В., Мясков А.В. Анализ существующих методов использования и переработки отходов угледобычи. URL: <http://vestnik.msmu.ru>.
 23. Беломеря Н.И., Шевченко А.Ю. Использование отходов углеобогащения для получения глинозёма. URL: <http://uran.done.tsk.ua>.
 24. Методические основы природопользования в угольной промышленности. Справочник / Под общей редакцией В.М. Щадова / Сост. Духанина В.Г., Сажин П.Д. Пермь: ОАО «МНИИЭКО ТЭК», 2007. 577 с.

REFERENCES

1. Myinka, A.A., & Lobanova D.M. Tekhnologiya ochistki shakhtnykh vod na shakhtakh «Berezovskaia», «Pervomaiskaia» ОАО «Ugolnaia kompaniia «Severnyi Kuzbass» [Water purification technology at "Berezovskaya", «Pervomajskaya» mines of ОАО "Coal company" Northern Kuzbass]. Retrieved from: science.kuzstu.ru [in Russian].
2. Proektirovanie sooruzhenii po ochistke shahtnykh (kariernykh) vod [Mine (open pit) water clearing facilities design]. Retrieved from: <http://gpsh.ru/activities/gip4.html> [in Russian].
3. Kalaev, V.A., Kamentsev, A.V., & Kozlov V.M. (2006). Ispolzovaniie ozonnykh tekhnologii dlia ochistki shakhtnykh vod [Using ozone technologies to clean mine waters]. *Ugol - Coal*, 11, 66-67 [in Russian].
4. Vodoochistnoi complex na "Uskovskoi" [Water treatment complex at "Uskovskaia"]. Retrieved from: <http://kemerovo.yellcity.ru/news/> [in Russian].
5. Sooruzheniia dlia ochistki shakhtnykh vod Shakhty "Denisovskaia" [Facilities for purifying mine water of "Denisovskaia" mine]. Retrieved from: <http://aquanvk.ru/project/detail/> [in Russian].
6. Schuster, K., Benoit, H., Volklingen, B., & Ingo, N. (2007). Tekhnologia napornoj flotatsii B & S - DAF [Technology of pressure flotation B&S-DAF]. *Ekologiya proizvodstva - Production Ecology*, 4, 48-51 [in Russian].
7. Zaytseva, S.G. (2007). UF – izlucheniie: ekologicheski chistyii metod obezzarazhivaniia [UV-radiation: an environmentally friendly method of decontamination]. *Ekologiya proizvodstva - Production Ecology*, 4, 52-56 [in Russian].
8. Ochistnyie sooruzheniia dlia obrabotki shakhtnykh vod na ОАО "SUEK-Kuzbass" [Treatment facilities for mine water processing at ОАО "Suek-Kuzbass"]. Retrieved from: <http://rus.evraz.com/news/> [in Russian].
9. Chekmenev, Yu.V., Fursa, A.N., Chekmenev, A.Yu. (2014). Primeneniie shakhtnogo metana [Mine methane utilization]. *Ugol – Coal*, 5, 92-95 [in Russian].
10. Trofimova, G.I., & Bakushkina I.A. (2015). Ispolzovaniie metana v Kuzbasse [Methane utilization in Kuzbass]. Kemerovo: KuzGTU [in Russian].
11. Astakhova, S.A. (2006). Utilizatsia shakhtnogo metana [Mine methane utilization]. *Ugol - Coal*, 8, 63-65 [in Russian].
12. Proiektly po szhiganiiu metana [Methane burning projects]. Retrieved from: <http://kazccmp.org> [in Russian].
13. Patskov, Ye.A., & Storonsky, N.M. Osnovnuie napravleniia utilizatsii shakhtnogo metana v energeticheskikh ustanovkakh [Mine methane utilization at power plants]. Retrieved from: <http://musters.donntu.org> [in Russian].
14. Utilizatsiia shakhtnogo metana v gazogeneratornykh ustanovkakh s vyrabotkoi teplo- i elektroenergii [Mine methane utilization in gas generating plants producing heat and electricity]. Retrieved from: <http://kazEdu.kz> [in Russian].
15. Sokrashcheniie vybrosov shakhtnogo metana ot deiatelnosti АО "Vorkutaugol" [AO "Vorkutaugol" activities mine methane emission reduction]. Retrieved from: <http://barentsinfo.fi> [in Russian].
16. Fomitchev, A.A., & Goncharenko Ya.S. Gazoporshnevyye teploelektrostantsii na shakhtnom metane postroieny v Vorkute [Gas thermal power plants on mine methane built in Vorkuta] Retrieved from: <http://turbine-diesel.ru> [in Russian].
17. Bezpflugi, V.A. (2006). Opyt utilizatsii shakhtnogo metana v FRG i vozmozhnosti iego utilizatsii v Rossii [Experience of mine methane utilization in Germany and its utilization possibility in Russia]. *Ugol - Coal*, 8, 66-68 [in Russian].
18. Backhaus, C., Bezpflug, V.A., Mazanik Ye.V., & Hoppe, S. (2009). Opyt vnedreniia mobilnykh TES na shakhtnom metane [Mine methane using mobile thermal power plants implementation experience]. *Ugol - Coal*, 11, 50-53 [in Russian].
19. Chekmenev, Yu.V., Fursa, A.N., & Chekmenev, A.Yu. (2016). Primeneniie shakhtnogo metana [Mine methane utilization]. *Ugol - Coal*, 5, 78-81 [in Russian].
20. Shpirt, M.Ya., Ruban, V.A., & Itkin Yu.V. (1990). Ratsionalnoie ispolzovaniie otkhodov dobychi i obogashcheniia uglei [Coal mining and processing waste rational use]. Moscow: Nedra [in Russian].
21. Shchadov, V.M., Golovin, G.S., & Maloletnev, A.S. (2007). Kompleksnaia pererabotka uglei i povysheniie ehffektivnosti ikh ispolzovaniia. Katalog-spravochnik [Coal complex processing and its utilization efficiency improvement. Catalogue-guide]. Moscow: NTK "Trek" [in Russian].
22. Pochenkov, I.V., & Miaskov, A.V. Analiz sushchestvuiushchikh metodov ispolzovaniia i pererabotki otkhodov ugledobychi [Analysis of coal extraction and processing wastes utilization existing methods]. Retrieved from: <http://vestnik.msmu.ru> [in Russian].
23. Belomeria, N.I., & Shevchenko, A.Yu. Ispolzovaniie otkhodov ugleobogashcheniia dlia polucheniia gliinozioma [Coal processing waste use to obtain aluminum oxide]. Retrieved from: <http://uran.done.tsk.ua> [in Russian].
24. Shchadov, V.M., Dukhanina, V.G., & Sazhin, P.D. (2007). Metodicheskiye osnovy prirodopolzovaniia v ugolnoi promyshlennosti. Spravochnik [Methodical bases of environmental management in the coal industry. Handbook]. Perm: ОАО "МНИИЭКО ТЕК" [in Russian].

Портал промбезопасности

группы компаний "ВостЭКО и Горный-ЦОТ"

indsafe.ru

IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ

IV. PROBLEMS AND OPINIONS



■ С. В. Бычков // S.V. Bychkov
serguei58@rambler.ru

■ горный инженер, Канада, Ванкувер
mining engineer, Vancouver, Canada

УДК 550.34, 551.2, 537.86

ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, ПЛОХИЕ НОВОСТИ...

FORECAST OF EARTHQUAKES, BAD NEWS ...

Естественный процесс урбанизации, сопутствующий общечеловеческому прогрессу, приводит к увеличению количества жертв подземных толчков и грозит многократно увеличиваться в будущем. Время идёт, а результатов в деле сколько-нибудь мизерного прогресса в деле прогноза подземных катаклизмов, как не было, так и нет. Но учёные не сдаются [1], [2], [3], [4] и каждый год разрабатывают всё новые и новые методы прогноза землетрясений. Проблема, казавшаяся простой и понятной в границах теории возникновения землетрясений в интерпретации Рейда и Рихтера [5], когда две тектонические плиты (блока) трутся друг о друга и "высекают искры", в реальности обернулась неразрешимой загадкой природы. Сколько бы учёные ни бились над её решением, сколько бы средств ни выделяли правительственные органы многих стран, ничего, что заслуживало бы серьёзного внимания, геофизики не изобрели, и каждое очередное разрушительное землетрясение оказывалось для обескураженных исследователей, словно снег на голову. Человеку, который первым сумеет создать реально работающую теорию землетрясений и их прогнозирования, благодарное человечество поставит памятники по всей Земле... Только вот, после регулярных неудач с прогнозами землетрясений у людей начали закрадываться сомнения, а существует ли в принципе решение задачи прогноза землетрясений и не водят ли учёные за нос мировую общественность, обещая решить проблему прогноза в самом ближайшем будущем?

The natural process of urbanization, accompanying the general human progress, leads to tremors victim number increase and threatens to be multiplied in the future. Time goes by, and there has not been any progress in forecasting underground cataclysms, either. But scientists do not give up [1], [2], [3], [4] and every year they develop new and new methods for earthquake forecasting. The problem, which seemed simple and understandable within the boundaries of earthquake occurrence theory in the interpretation of Reid and Richter [5], in which two tectonic plates (blocks) rub against each other and "cut sparks", in reality turned into an unsolvable nature riddle. No matter how much scientists struggle to solve it, no matter how many government agencies of many countries allocate, nothing that deserves serious attention to geophysics was invented, and every next destructive earthquake turns out to be like a snow on the head for discouraged researchers. Grateful humanity will put monuments around the Earth to the man who will be the first to create a really working theory of earthquakes and their prediction... But after regular failures with earthquake predictions people did begin to creep in, if there is a solution in principle for the problem of earthquake prediction and whether the scientists make fools of the world community, promising to solve the forecast problem in the very near future?

Ключевые слова: ОЧАГ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ПРОГНОЗ, ПРЕДВЕСТНИК ПОДЗЕМНЫХ ТОЛЧКОВ, ДЕФОРМАЦИОННАЯ ЭНЕРГИЯ ГОРНЫХ ПОРОД, ГЕОДЕЗИЯ, ГОРНЫЙ МАССИВ

Key words: EARTHQUAKE EPICENTRUM, FORECAST, UNDERGROUND SHOCK HERALD, MINE ROCKS DEFORMATION ENERGY, GEODESY, ROCK MASSIF

Теоретическая часть:
В современной геофизике почти все методы прогноза землетрясений основываются на теории упругой (резиновой) отдачи, основанной на положении гипотезы

Г.Ф. Рейда и Рихтера. Данная гипотеза трактует процесс подвижек земной коры как разрушение горной породы, вызванное упругими деформациями обусловленных смещением прилегающих друг к другу блоков горного массива с реали-

зацией накопленной массивом энергии деформаций в виде сейсмического удара. Исходя из этого простого положения и простого механизма действия сейсмологических сил казалось, что сделать прогноз о силе, времени и месте очередного удара подземной стихии не составляет большого труда. Всего-то, что необходимо сделать сейсмологам, это отследить горный массив, где по ряду достоверных признаков и предвестников землетрясения возник очаг землетрясений и происходит подготовка к выбросу накопленной массивом энергии деформации. Затем сопоставить эти признаки и предвестники землетрясений с наработанным опытом прохождения подобных процессов в подобных горно-геологических условиях, сравнить и проанализировать все имеющиеся данные и объявить, когда и где произойдёт очередное землетрясение, провести эвакуацию людей и животных, переждать разгул подземной стихии и главное не забыть получить заслуженную награду от благодарного человечества. Но почему-то (?) укротить процесс не получалось и до сих пор не получается. И это при колоссальных финансовых вливаниях правительств передовых стран и насыщенности сейсмологических центров высокоточной и умной аппаратурой! В начале 50х годов XX века в СССР после катастрофического Ашхабадского землетрясения 1948 года под руководством академика Г.А. Гамбурцева [6], назначенного директором Института физики Земли, началась разработка программы прогноза землетрясений. В основание этой программы предполагалось заложить исследовательскую работу по изучению источников энергии и очагов землетрясений на основании гипотезы Рейда-Рихтера, поклонником которой был академик, но после его внезапной смерти в 1955 году новым руководством ИФЗ было принято решение, что путь, выбранный академиком Гамбурцевым, слишком долгий и затратный. Началась разработка новых направлений и методик в деле прогноза землетрясений, итогом которой стала «Программа работ по поискам предвестников землетрясений», которая была принята в 1971 году. Учёные решили пойти по самой простой схеме - отслеживать природные признаки готовящихся землетрясений, так называемые предвестники землетрясений в сейсмоактивных районах, и на основании их анализа и сопоставления разработать универсальный алгоритм прогноза землетрясений. Принятая программа на первое место поставила поиск закономерностей в сопутствующих землетрясениям явлениях с целью предугадать поведение сейсмической зоны в течение

прогнозируемого периода времени. Этот путь, по мнению руководства ИФЗ, обещал принести быстрые плоды при незначительных расходах бюджетных средств. Это же направление поиска было выбрано не только у нас, но и в ряде стран, регулярно страдающих от разрушительных землетрясений, в том числе и в Китае, где программу пустили в народ, обязав каждого гражданина сообщать властям о наблюдаемых им предвестниках землетрясений. Было предложено множество схем, где учитывались даже живые «предсказатели» землетрясений в виде реакции животных на происходящие под землёй процессы, которая проявлялась в беспокойстве и панике перед подвижками земной коры. Наблюдали за лягушками, пчелами, птицами и даже медведями, которые перед землетрясениями покидают свои жилища, места гнездований и берлоги (!). Следили за поведением рыб. Следили за уровнем воды в колодцах и родниках. Улавливали газы, исходящие из разломов (водород, метан, радон и др.). Следили за изменением электрического сопротивления горных пород, изменением электрического и магнитного полей и ещё целым рядом верных предвестников землетрясений. Ситуация в геофизической среде была похожа на классическую сцену в казино, где попавший в зависимость азартный игрок свято верил в разработанную им «верную схему ставок в рулетке для гарантированного выигрыша», но в которую только осталось внести (и он это обязательно сделает, если не сегодня, то завтра) маленький и последний штрих, чтобы его выстрадавшая «потом и кровью» схема работала, как швейцарские часы. Геофизики вносили штришки в наблюдения за предвестниками толчков, меняли их местами, тасовали в разных вариантах и направлениях, но почему-то ожидаемый успех упорно не приходил. Данная схема сработала только один раз, когда 4.02.1975 года в Китае произошло крупное землетрясение – Хайченское. В этот день наконец-то удалось успешно спрогнозировать землетрясение по внезапному изменению уровня воды в колодцах, из которых утром по всему городу вдруг ушла вода, за несколько часов до толчка и эвакуировать людей. На этом успехи исследователей предвестников землетрясений закончились. Учёные поняли, что дело намного серьезнее, и перешли от тактики «наскока и махания шашкой» к стратегии решения поставленной задачи через фундаментальные исследования сейсмического процесса и его проявлений. Правительства ряда стран, напуганные большим количеством жертв землетрясений и огромными разрушениями ин-

фраструктуры городов, начали ежегодно выделять из бюджетов сотни миллионов долларов на решение проблемы прогноза землетрясений. В результате такой поддержки была проведена колоссальная работа по созданию и оснащению различных исследовательских полигонов, лабораторий, научных центров. Финансовое обеспечение работ принесло свои плоды в виде дорогостоящих исследовательских программ и появление на их основе новых методик прогноза, которые обещали дать обильный урожай в виде точных прогнозов: где, когда, с какой силой произойдёт очередное землетрясение. К примеру, в США, Японии, Мексике, Китае решили пойти по пути высокотратного геодезического мониторинга поверхности сейсмически опасных районов через создание разветвленных сетей геодезического слежения с использованием программного обеспечения и автоматического сопровождения дат мониторинга через искусственные спутники Земли. В нашей стране этим вплотную занимался А. К. Певнев [7] - фанатик признания геодезии в качестве определяющей точки при изучении геодинамических процессов и прогноза землетрясений и ярый приверженец идей Рейда и Рихтера. Японцы, американцы, мексиканцы начали следить за миллиметровыми отклонениями от рельефа огромных площадей сейсмически опасных зон, но всё было напрасно, высокоточная аппаратура пропустила ряд крупных землетрясений, показав свою полную бесполезность! Были придуманы и другие многочисленные методы прогноза именитыми учёными, но время шло, а результаты работы в виде достоверных и точных прогнозов землетрясений отсутствовали. Ни одного точного прогноза на все исследовательские центры и всю научную геофизическую гвардию мира! Обескураженные учёные наконец-то поняли, что ничего не поняли и ничего не понимают в механизме образования и реализации энергии деформаций земной коры, но тем не менее заключили, что проблема прогноза землетрясений не имеет решения, и в 1999 году зубры зарубежной сейсмологии вынесли окончательный вердикт [8] по упорно не решаемой проблеме, который гласил:

1. Детерминистические предсказания отдельных землетрясений с точностью, достаточной для того, чтобы можно было планировать программы эвакуации, нереальны;

2. По крайней мере, некоторые формы вероятностного прогноза текущей сейсмической опасности, основанные на физике процесса и материалах наблюдений, могут быть оправданы.

Учёные геофизики прямым текстом распи-

сались в своей некомпетенции и умыли руки. В результате такого решения правительства ряда стран урезали выделяемые “на ветер” средства и свернули финансирование на практические и исследовательские работы в генерации достоверных методик прогноза землетрясений. В 1994 году конгресс США принял решение о прекращении целевого субсидирования программ прогноза землетрясений и переводе усилий на задачи сейсмостойкого строительства (считаем это решение правильным).

Давайте попробуем разобраться, в чём же дело и почему учёных постигла неудача в столь важном для человечества вопросе? Зададимся простым и наивным вопросом: устоит ли дом, который строитель построит на зыбком, не отвечающем условиям прочности фундаменте? Ответ очевиден. Такой же не менее наивный вопрос возникает с прогнозом землетрясений: будет ли воплощаться на практике теория землетрясений и их прогноз, если сама теория построена на чуждом физическом фундаменте? Ответ также очевиден. Из чего исходят 99,99% исследователей сейсмических процессов и их прогнозов в своих работах? Они исходят из основных положений теории Рейда-Рихтера о многолетнем накоплении энергии деформации горным массивом и подготовке очага землетрясения к выбросу накопившейся энергии через сейсмические возмущения земной коры. На самом деле данная теория, словно ядовитое и очень плодотворное растение борщевик [*Heracleum*], представляющее собой великолепное зрелище, в действительности раскидывает по окружающей местности ядовитые семена и отравляет всё вокруг. Не отсюда ли хронические неудачи геофизиков? И теория, на которой построена вся база сейсмологии, является ложной? В работе [9] показано, что теория Рейда-Рихтера противоречит второму закону термодинамики, в частности принципу минимума энергии системы. Это значит, что абсолютно во всех исследованиях, расчётах, методиках, в основах которых лежит теория Рейда-Рихтера, изначально закралась фундаментальная ошибка, которая ставит жирный крест на всех усилиях геофизиков как в исследованиях самого процесса землетрясения, так и методик прогноза этого явления. Цена этой ошибки огромна: потраченные впустую значительные финансовые средства, годы исследований и не спасённые от подземной стихии человеческие жизни. Последователям Рейда и Рихтера, да и всем остальным исследователям сейсмических процессов, прежде чем объяснять процессы землетрясения и пути его прогнозирования, было бы

правильно предложить научному сообществу хотя бы один из известных науке механических, физических или химических механизмов накопления энергии породами горного массива, ибо, только решив вопрос энергетики процесса, тогда можно переходить непосредственно к вопросу механизма землетрясения, его срабатывания и прогноза. Разве это не очевидно? Тогда почему рейдисты, коих в геофизике подавляющее большинство, вместо поиска ответов на эти изначальные и обязательные вопросы сразу перешли к решению вопросов её финальной части? А как же исследования необходимых условий накопления энергии для горного массива? Почему они не объясняют в своих трудах, в какой форме в горном массиве происходит накопление энергии деформации горных пород? В какие ещё замысловатые формы, кроме механической, она будет трансформироваться при образовании и прохождении сейсмической волны? Странно, но почему-то никто за последнее столетие не попытался и не пытается объяснить с точки зрения физической, химической или математической модели работу природного аккумулятора энергии землетрясений и показать нам, где же в горном массиве расположены клеймы “плюс” и “минус”, которые десятками лет аккумулируют энергию деформаций земной коры, чтобы потом этой энергией запитать процесс землетрясения? Нам не только не объясняют детальное устройство этого чудо накопителя энергии, но даже в общих чертах физический смысл и приблизительный принцип его магической работы. Нет ответа и на ещё один важный вопрос: что собой представляют явление или процесс, не позволяющие упругой энергии деформаций рассеиваться в окружающем пространстве хотя бы в виде элементарного теплового излучения? Почему энергия не расходуется до последнего Джоуля на естественные, нескончаемые процессы метаморфизма, горообразования и тектогенеза горных пород, которые требуют ежесекундного грандиозного расхода энергии? А ответы на эти вопросы очевидны и сводятся к одному принципиальному положению: никакого природного аккумулятора энергии землетрясений не существует и не может существовать! Аккумулирование энергии любой существующей в природе горной системе противоречит хорошо известному любому физику и химику постулату Принципа Минимума Энергии, который гласит, что любая система стремится к самому низкоэнергетическому из доступных системе состояний. А это означает, что горный массив при неизменном объёме и форме физически не мо-

жет накапливать энергию упругих деформаций. Следовательно, абсолютно все теории, построенные на ошибочном выводе Рейда-Рихтера о накоплении горным массивом энергии деформаций, несостоятельны и вредны. Именно эта грубейшая ошибка завела сейсмологию в глухой тупик, из которого учёные не могут найти выход вот уже многие десятилетия, год за годом наматывая теоретические круги вокруг гипотез Резиновой отдачи и Зацепов. Суммируя опыт наблюдений за землетрясениями, горными ударами и внезапными выбросами, можно с уверенностью сказать, что энергия подземных толчков образуется при изменении горного давления в массиве и многократного перехода кинетической энергии в потенциальную и, наоборот, в результате механико-электро-магнитических явлений в массиве и перехода одних форм энергии в другие. Как мы знаем, потенциальная энергия системы (массива) описывается его взаимодействием с некоторым полем в некоторой точке и зависит от трех факторов: напряженности поля, координаты, описывающей точку, в которой находится массив и способности массива воспринять данное поле. Эта способность массива воспринять данное поле является важнейшей характеристикой тела, которая и объясняет, откуда в горном массиве появляется энергия сейсмического удара и которая объясняет и всю суть процесса подвижек земной коры. Именно в способности массива воспринимать электромагнитное поле заключено решение образования энергии землетрясений и построена теория Деформационного взрыва, суть которого заключена в следующем и весьма простом положении: Если в массиве нет электрического заряда q , то есть если он равен нулю, электрическое поле “не существует” для данного участка массива и его энергия равна нулю или близка к нему. Это верно и для магнитного поля. Если у массива нет магнитного момента, он не будет реагировать на магнитное поле и энергия массива будет также близка к нулю. При действии горного давления в массиве есть один интересный момент, который проливает свет на механику энергии деформаций атома и позволяет нам сделать ряд важных выводов. Согласно постулату Бора [10], при нагружении горного массива атомам молекул вмещающих пород будет сообщена энергия от воздействия внешних сил. В этом случае электроны обязаны перейти на внешнюю орбиталь с поглощением кванта энергии (Рис.1а). То есть электронное облако каждого атома должно уменьшиться по плотности, но увеличиться в границе атома, а следовательно, должен увеличиться объём каж-

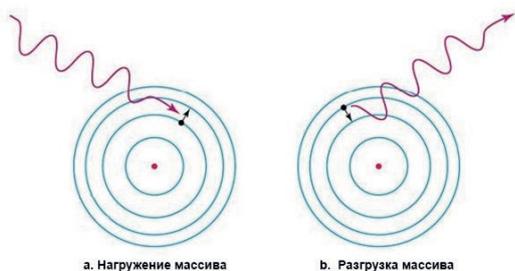


Рисунок 1 – Нагрузка и релаксация горного массива
Figure 1 – Rock massif loading and relaxation

дого атома. Но в то же время электронное облако атома будет прижиматься силой горного давления к ядру, то есть электрон должен уйти ближе к ядру на низшую орбиталь и при этом, согласно постулату Бора, он обязан отдать квант энергии (Рис.1б).

При релаксации горного массива всё произойдёт с точностью до наоборот, но результат в обоих случаях будет одинаков: при воздействии на горный массив энергии деформаций электронные облака атомов и молекул вмещающих пород будут меняться в объёме, форме и размере и порциями (порцией) сбрасывать потенциальную энергию электронов. И это не противоречит первому постулату Бора, который гласит: атомная система может находиться только в особых стационарных либо квантовых состояниях, каждому из которых соответствует некоторая энергия E_n . В стационарном состоянии атом не излучает энергии, а переход атомной системы из одного стационарного состояния в другое происходит скачком. Из этого постулата вытекает очевидный вывод: энергия деформаций массива реализуется скачком, что уверенно подтверждается всеми произошедшими землетрясениями, горными ударами и внезапными выбросами пород и газов. Следовательно, как только в массиве появляются деформационные силы в виде изменившегося горного давления, электроны вещества массива выходят из стационарного состояния, и согласно постулату Бора, массив получает возможность реализовать полученную энергию в абсолютно любой момент проявления сил деформаций. С этого момента массив находится в положении “взведённого курка” и начинается отсчёт времени до момента землетрясения, то есть счёт в лучшем случае идёт на часы, в худшем – на минуты и секунды. Никакого времени для накопления энергии землетрясения измеряемого столетиями, как учит нас догма Рейда-Рихтера, не требуется, так как горный массив реализует энергию текущих, сиюминутных деформаций. Именно в этом заключён физический

смысл форшоков, что подтверждено практикой. Это утверждает и гипотеза Деформационного взрыва. К великому сожалению, из этого следует сверхважный и печальный вывод для человечества – **прогноз землетрясений в принципе невозможен**, ибо это противоречит законам физики, в частности второму закону термодинамики. В таком случае выделять бюджетные деньги на программы прогноза землетрясений – это всё равно, что выделять деньги (ежегодно сотни миллионов долларов в развитых странах) на постройку вечного двигателя. Мы понимаем, что вызовем шквал негодования “проедателей” бюджетных денег, выделяемых на решение проблемы прогноза землетрясений, но физические законы и жизненный опыт упрямо доказывают наш вывод. Несмотря на все современные и дорогостоящие методы и техники прогноза: космической геодезии, различных ультрасовременных датчиков и приборов электромагнитных измерений и зондирования, заложения высокочувствительных станций глубокого слежения, оборудование сейсмических станций с использованием GPS и их компьютерной связи через систему спутников – результатов этой затратной работы нет, и не может быть. Деньги выбрасываются на ветер. Калифорнийское землетрясение 1980 года, которое произошло в районе с существующей там суперсовременной мониторинговой сети, оснащённой многочисленными и умными датчиками, телеметрией и полной компьютеризацией этой системы, наглядно нам это продемонстрировало. Здесь необходимо оговориться, что ультракраткосрочный прогноз землетрясения всё-таки возможен и не противоречит никаким физическим законам. Он измеряется теми несколькими часами, что может дать нам массив от момента потери устойчивости и до толчка. Следующий вывод, который мы можем сделать, заключается в том, что форма, размер и радиусы электронных облаков в момент изменения горного давления в массиве меняются, и это даёт возможность атомам горного массива трансформировать энергию деформаций в форме потенциальной энергии электронных облаков в энергию сейсмического удара. Здесь вполне уместна аналогия грозового облака земной атмосферы и электронного облака отдельно взятого атома. Совершенно очевидный и важный вывод, вытекающий из постулата Бора – горный массив, в котором его атомная система находится в стационарном состоянии, не может излучать сейсмических волн. Значит, чтобы предотвратить землетрясения, нам необходимо удерживать массив в этом стационарном состо-

янии. Какой бы фантастической не казалась эта идея, но опыт горных инженеров по борьбе с горными ударами и внезапными выбросами наглядно подтверждают: предупреждать подземные толчки вполне возможно!

Заключение.

В многообразии форм энергии землетрясений для человечества есть хороший плюс. Если гравитационная, электромагнитная, механическая, тепловая, химическая и другие виды энергии могут переходить друг в друга при землетрясениях в виде изменения движения, то это позволяет нам количественно и качественно записать зависимости этих превращений и определить способность массива воздействовать на окружающую систему с силой, пропорциональной величине её энергии. А это уже лежит в досягаемой области предотвращения катастрофических землетрясений и других динамических явлений в горном массиве. Из текста статьи и сделанных нами выводов становится совершенно очевидно, что согласно второму термодинамическому закону и постулату минимума энергии системы прогноз землетрясений, кроме ультракраткосрочного, в принципе невозможен. Именно потому, что массив физически не способен к аккумуляции энергии деформаций, а источником землетрясений является скачкообразный переход потенциальной энергии электронных облаков атомов горного массива в многообразные формы энергии при изменении горного давления в массиве, которое может измениться практически в любом месте и в любое время. По нашему мнению, в деле прогноза землетрясений возможен только краткосрочный прогноз в интервале времени от нескольких часов до нескольких суток, в момент от изменения горного давления в горном массиве до ударного проявления в виде подземного толчка или внезапного выброса горных пород. Но, зная источник энергии землетрясений и происходящие при этом события процессы, у человечества есть реальный шанс найти способы обуздать подземную стихию через систему превентивных мер, исключая цепное развитие событий в сейсмоопасных и густонаселённых районах путём создания поясов безопасности. Окно очень короткого периода времени прогноза драматически ограничивает наши возможности в борьбе с подземной стихией и заставляет напрячь все силы в этом направлении. Если мы знаем механизм образования энергии землетрясений и формы

её проявления, то у нас должны появиться возможности если не предупредить, то повлиять на мощность подземных толчков в целях снижения их мощности от катастрофического до приемлемого уровня. Об этом и о путях реализации этой научной мысли пишет в своей работе [11] один из корифеев советской и российской сейсмологии член - корреспондент РАН А.В.Николаев: “Опыт исследования влияний сейсмических и электрических воздействий на земную кору убеждает нас в том, что сильными землетрясениями можно управлять, их магнитуду можно снизить, а момент возникновения ускорить или задержать”. Мы бы хотели действительно добавить, что влияние на очаги землетрясений должно происходить через комбинации техногенных воздействий с природными деформационными силами в горных массивах. Именно в непонимании обязательной связки внешних и внутренних причин и многообразии форм энергии деформаций, приводящих к подземным перемещениям блоков, скрывается загадка сейсмических ударов. В этом же заключаются провалы в испытаниях управляемого техногенного воздействия на процесс подготовки очага подвижек земной коры, на процессы стимулирования разрядки тектонических напряжений, на способность уменьшить магнитуду разрушительных землетрясений, как и на возможность регулировать время их возникновения. Наша задача заключается в поиске комбинаций способных либо стимулировать процесс незначительных форшоков, либо найти варианты процессов приводящих к полной блокировке возможного процесса подвижек горного массива и изменения в нём горного давления. Но не с целью, так называемой разрядки или сброса напряжений, как утверждает современная геофизика, ибо, как мы выяснили, массив не может накапливать энергию деформаций, а с целью “утрясти и утрамбовать” блоки массива, исключая их проскальзывание относительно друг друга. “Утрясая и утрамбовывая” горные блоки и плиты, мы исключим случайный и произвольный переход массива в неравновесное состояние, которое может привести массив к катастрофическим подвижкам. Для нас главное подобрать такую комбинацию совместного воздействия на горный массив, на которую массив начнёт “с удовольствием откликаться” с нужной нам частотой и энергией, пока не “утрамбуется” и не успокоится на многие годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуфельд И.Л., Матвеева М.И., Новоселов О.Н. Почему мы не можем осуществить прогноз сильных коровых землетрясений // Геодинамика и тектонофизика. 2011. Т. 2. № 4. С 378-415. doi: 10.5800/GT-2011-2-4-005.
2. Родкин М. Прогноз непредсказуемых катастроф // Вокруг Света. 2008. № 6. С. 88-100.
3. Гуфельд И. Л. Возможен ли прогноз сильных коровых землетрясений? // Вестник Российской академии наук. 2013. Т. 83. № 3. С. 236–245.
4. Ребецкий Ю. Л. Современное состояние теорий прогноза землетрясений. Результаты оценки природных напряжений и новая модель очага землетрясений. Режим доступа: <http://yak.ifz.ru/pdf-lib-yak/Pages359-395.pdf>.
5. Литовченко И.Н. О типах очагов землетрясений, их модели и формирование: Режим доступа: <http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st4977.pdf>
6. Электронный ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%B1%D1%83%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%B2_%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87
7. Певнев А.К. Прогноз землетрясений возможен. (О месте геодезических исследований в решении проблемы прогноза землетрясений) // Пространство и время. 2015. № 4 (22). С 195-201.
8. Main I. Is the reliable prediction of individual earthquakes a realistic scientific goal? Nature. 02.1999. Режим доступа: https://www.nature.com/nature/debates/earthquake/equake_frameset.html
9. Бычков С.В. Горный массив как аккумулятор энергии землетрясений, горных ударов и внезапных выбросов. Миф или реальность? // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018. №1. DOI 10.26631/issn.2072-6554
10. Электронный ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%8B_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B0
11. Николаев А.В. О возможности искусственной разрядки тектонических напряжений с помощью сейсмических и электрических воздействий // Двойные технологии. 1999. № 2. С 6-10.

REFERENCES

1. Gufeld, I.L., Matveeva, M.I., & Novoselov, O.N. (2011). Pochemu my ne mozhem osushchestvit prognoz silnykh korovykh zemletryaseni [Why can not we carry out the strong crustal earthquakes forecast]. *Geodinamika i Tektonofizika - Geodynamics and Tectonophysics*, V.2, No. 4, 378-415 [in Russian].
2. Rodkin, M. (2008). Prognoz nepredskazuemykh katastrof [Forecast of unpredictable disasters]. *Vokrug Sveta – Around the World*, 6, 88-100 [in Russian].
3. Gufeld, I.L. (2013). Vozmozhhen li prognoz silnykh korovykh zemletriaseni? [Is it possible to predict strong crustal earthquakes?]. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk – Russian Academy of Sciences Herald*, V. 83, No. 3, 236-245 [in Russian].
4. Rebetskii, Yu.L.YU. *Sovremennoe sostoianie teorii prognoza zemletryaseni. Rezultaty otsenki prirodnnykh napryazhenii i novaia model ochaga zemletryaseni [The current state of earthquake prediction theories. Natural stresses assessment results and a new model of the earthquake focus]*. Retrieved from: <http://yak.ifz.ru/pdf-lib-yak> [in Russian].
5. Litovchenko, I.N. *O tipakh ochagov zemletriaseni, ikh modeli i formirovaniie [On the types of earthquake foci, their models and formation]*. Retrieved from: <http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st4977.pdf> [in Russian].
6. Retrieved from: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%B1%D1%83%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%B2_%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87 [in Russian].
7. Pevnev, A.K. (2015). Prognoz zemletryaseni vozmozhhen. (O meste geodezicheskikh issledovani v reshenii problemy prognoza zemletryaseni) [An earthquake forecast is possible. (On the place of geodetic research in solving the problem of the earthquake forecast)]. *Prostranstvo i Vremia - Space and Time*, 4 (22), 195-201 [in Russian].
8. Main, I. (1999). Is the reliable prediction of individual earthquakes a realistic scientific goal? *Nature*. Retrieved from: https://www.nature.com/nature/debates/earthquake/equake_frameset.html [in English].
9. Bychkov, S.V. (2018). Gornyi massiv kak akkumuliator ehnergii zemletryaseni, gornykh udarov i vnezapnykh vybrosov. Mif ili realnost? [Rock massif as an earthquake energy, rock shocks and sudden outbursts accumulator. Myth or reality?]. *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center*, 1, [in Russian].
10. Retrieved from: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%8B_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B0 [in Russian].
11. Nikolaev, A.V. (1999). O vozmozhnosti iskusstvennoi razriadki tektonicheskikh napryazhenii s pomoshchiu seismicheskikh i ehlektricheskikh vozdeystvii [On the tectonic stresses artificial discharge possibility when using seismic and electrical influences]. *Dvoynie Tekhnologii – Double Technologies*, 2, 6-10 [in Russian].



Г.В. Пинигина // G.V. Pinigina
pinigina24@mail.ru

профессор, кандидат педагогических наук, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
candidate of pedagogical sciences, professor of FGBOU VO "T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University", Russia, 650000 Kemerovo, 28 Vesenniaia st.



И.В. Кондрина // I.V. Kondrina
ikondrina@mail.ru

доцент, кандидат педагогических наук, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
candidate of pedagogical sciences, associate professor of FGBOU VO "T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University", Russia, 650000 Kemerovo, 28 Vesenniaia st.



В.П. Тащненко // V.P. Tatsienko

профессор, доктор технических наук, Директор Института промышленной и экологической безопасности, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
doctor of technical sciences, professor, director of Institute of Industrial and Ecological Security of "T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University", Russia, 650000 Kemerovo, 28 Vesenniaia st.



А.А. Мешков // A.A. Meshkov

профессор, кандидат технических наук, первый заместитель генерального директора, технический директор АО «СУ-ЭК-Кузбасс», 652507, г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Васильева, 1
candidate of technical sciences, professor, first Deputy General Director - technical Director of AO "SUEK-Kuzbass", Russia, 652507, Leninsk-Kuznetsky, Vasilieva St., 1



С.С. Смагина // S.S. Smagina

доцент, кандидат психологических наук, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6
candidate of psychological sciences, associate professor of FGBOU VO "Kemerovo State University", Russia, 650000, Kemerovo, Krasnaya st. 6

УДК 614.8.015

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ЛЮДЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ THE PSYCHOLOGICAL ASPECT OF THE HUMAN FACTOR INFLUENCE ON THE SAFETY OF PEOPLE WORKING AT COAL MINING ENTERPRISES

В статье отмечена актуальность психологического аспекта влияния человеческого фактора на безопасность труда людей, работающих на угледобывающих предприятиях. «Человеческий фактор» общепризнанно является причиной производственного травматизма, поэтому необходимо его исследовать в направлении решения той проблемы, к возникновению которой он причастен. В целях выявления факторов, влияющих на психологическое состояние людей, работающих в условиях повышенной опасности, приведены результаты конкретного психологического исследования, проведенного методом тестирования и опроса респондентов двух угольных шахт. Исходя из утверждения, что при выполнении любого вида деятельности, безопасность человека обеспечивает сформированность у него профессионально важных качеств (ПВК), обоснован их перечень для людей, работающих на предприятиях угледобывающей промышленности. Приведены результаты измерения ПВК у респондентов бригады шахты Талдинская – западная и бригады шахты им. В.Д. Ялевского. Доказано, что на психологическое состояние работающих людей, а, следовательно, и на безопасность их труда влияет психологический климат коллектива. Выявлены

факторы, определяющие психологический климат коллектива. Сформулированы рекомендации по устранению отрицательного внешнего воздействия на психологическое состояние людей, от которого зависит безопасность их труда

The article highlights the relevance of the psychological aspect of the influence of the human factor on the safety of people working in coal-mining enterprises. "Human factor" is universally recognized as the cause of professional traumatism, therefore it is necessary to investigate it in the direction of solving the problem to which it is involved. In order to identify the factors that affect the psychological state of people working in conditions of increased danger, the results of a specific psychological study conducted by testing and interviewing respondents in two coal mines are presented. Based on the assertion that in the process of doing any type of activity, human security ensures his formation of professionally important qualities (PIQ), list of them is justified for people working in coal industry. The results of PIQ measuring for respondents of the "Taldinskaya Mine - Western" And the brigade of the mine named after VD Yalevsky. It is proved that the psychological climate of the collective influences the psychological state of workers, and, consequently, the safety of their work. Factors determining psychological climate of the collective were identified Recommendations are formulated to eliminate the negative external impact on the psychological state of people, which the safety of their work depends on.

Ключевые слова: БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ЛЮДЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ; ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА; ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЮДЕЙ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Keywords: SAFETY OF PEOPLE WORKING IN CONDITIONS OF INCREASED DANGER; PSYCHOLOGICAL ASPECT OF THE INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR ON LABOR SAFETY; FACTORS AFFECTING THE PSYCHOLOGICAL STATE OF PEOPLE IN COAL MINING INDUSTRY

Актуальность проблемы повышения безопасности труда работников угледобывающих предприятий, на наш взгляд, не требует доказательств, так как решение этой проблемы направлено на сохранение здоровья и жизни людей. Следует отметить, что эта проблема является одной из наиболее сложных в угольной промышленности. Анализ научной литературы показал, что выявляются факторы, влияющие на состояние безопасности труда [1, 2]; предлагаются пути решения возникающих проблем в сфере охраны труда, например, метод анализа производственного травматизма и профессиональной заболеваемости при подземной добыче полезных ископаемых [3]; перспективные программы «ноль несчастных случаев», как элемент стратегического планирования в области охраны труда для угледобывающих предприятий [4]. Серьезные исследования посвящены проблеме совершенствования системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на угледобывающих предприятиях [5,6].

Во многих работах [7,8, 9, 10,11, 12] отмечается, что причиной аварий и травматизма является «человеческий фактор»: неправильные или опасные приемы труда; нарушение должностных и технологических инструкций; несоблюдение мер безопасности; нарушение трудовой дисциплины; стремление к перевыполнению производственных показателей за счет уклоне-

ния от правил безопасности.

Не претендуя на полноту исследования научной литературы по роли человеческого фактора в проблеме безопасности и охраны труда на угледобывающих предприятиях отмечаем, что мы не встретили работ, посвященных психологическому аспекту влияния человеческого фактора на безопасность труда. Если «человеческий фактор» общепризнанно является причиной производственного травматизма, почему бы его не исследовать в направлении решения той проблемы, к возникновению которой он причастен.

Рассмотрение психологического аспекта влияния человеческого фактора на безопасность труда людей, работающих на угледобывающих предприятиях начнем с проверки утверждения, что при выполнении любого вида деятельности безопасность человека обеспечивает сформированность у него профессионально важных качеств (ПВК). Работа на предприятиях угледобывающей промышленности относится к опасным профессиям, которые требуют от человека социально-психологической готовности к работе в экстремальных условиях, которая характеризуется сформированностью ответственности, самоконтроля, решительности, уживчивости в коллективе.

Приведем обоснование выбора этих качеств. У людей с высоким уровнем сформированности ответственности ярко выражено чув-

ство долга; они точны и аккуратны в делах; любят порядок во всем; сознательны; совестливы и высокоморальны. Высокий уровень самоконтроля свидетельствует об организованности; умении контролировать свои эмоции и поведение; преодолевать препятствия и доводить начатое дело до конца. Высокий уровень сформированности решительности делает людей смелыми; склонными к риску; способными выдерживать большие нагрузки, не растеряться при столкновении с неожиданными обстоятельствами. Уживчивость в коллективе поможет поддерживать нормальные взаимоотношения в коллективе; быть доброжелательными к людям, независтливым, уступчивым, в меру заботливым.

Исследованием были охвачены две комплексно-механизированные бригады. Одна – угледобывающего предприятия шахта «Талдинская - западная», другая – шахта им. В.Д. Ялевского. Для измерения сформированности у наших респондентов профессионально важных качеств мы остановились на одном из самых надежных и валидных в мире опроснике Р. Б. Кеттелла [13]. Многофакторный опросник личности Р. Б. Кэттелла широко используется в психодиагностической практике. Этот тест надежен, универсален, практичен, дает многогранную информацию об индивидуальности. Вопросы отражают обычные жизненные ситуации. Результаты тестирования показали высокий уровень сформированности профессионально важных качеств у респондентов. Ответственность на высоком уровне сформированна у 84 % респондентов бригады шахты «Талдинская - западная» (далее будем обозначать бригада №1) и у 84 % респондентов бригады шахты им. В.Д. Ялевского (далее будем обозначать бригада №2). Высокий самоконтроль у 72 % респондентов бригады №1 и 78 % респондентов бригады №2; решительность на высоком уровне у 75 % респондентов бригады №1 и 75 % респондентов бригады №2; 70 % респондентов бригады №1 и 61 % респондентов бригады №2 уживчивы в коллективе. Мы понимаем, что психологического отбора респондентов при приеме на работу не было, поэтому результаты тестирования дают основание считать, что опасные условия самой работы, а также психологический климат в коллективе позволяют остаться работать на шахте только тем специалистам, у которых личностные качества, необходимые для работы в опасных условиях, сформированы на высоком уровне.

Данная сфера деятельности предполагает наличие у человека пластичной нервной системы, позволяющей быстро и верно ориен-

тироваться в экстремальных ситуациях и мобилизоваться для их разрешения. К таким характеристикам относится тип темперамента. Для измерения темперамента респондентов мы выбрали методику В.М. Русалова [14]. Выбор данной методики обусловлен прямой взаимосвязью условий опасной профессии и динамикой протекания нервных процессов в организме человека. Чем опаснее труд, тем более сильным должен быть тип нервной системы. Результаты обследования показали наличие в обеих бригадах 100 % сильного типа нервной системы, что еще раз подтверждает осознанность выбора профессиональной деятельности.

Никто не будет отрицать влияния на безопасность труда психологического состояния работающих людей, определяемого в том числе психологическим климатом в коллективе, то есть удовлетворенностью межличностными взаимоотношениями. Следствием хорошего психологического климата в коллективе является настроение работающих людей. Можно сказать, причем здесь настроение? Настроение определяет всю жизнедеятельность человека. Есть настроение и работать хочется и работа ладится. Нет настроения и все валится из рук.

В целях выявления психологического климата в коллективе, респондентам были заданы вопросы, ответы на которые показали, что не все благополучно в этом аспекте. В бригаде №1 только 60 % респондентов довольны работой и не собираются ее менять; только 63 % удовлетворены межличностными взаимоотношениями и отношениями с непосредственным руководителем. В бригаде №2 почти такие же результаты: 53 % респондентов отметили, что работа не нравится, и они хотели бы ее сменить; 20 % респондентов недовольны межличностными взаимоотношениями. 62 % респондентов отметили, что психологический климат в коллективе влияет на их утомляемость в процессе работы; они ощущают чувство усталости, а это значит, снижается внимание; теряется интерес к работе; снижается продуктивность деятельности; возникает ощущение стрессового состояния. Все эти факторы влияют на безопасность труда.

Появилась необходимость выявить, что влияет на психологический климат коллектива. Проанализировали как обстоят дела в каждом звене обеих бригад. Результаты исследования показали, что психологический климат в звеньях разный. В бригадах выбрали по два звена; звено с хорошим климатом коллектива и звено, психологический климат в котором вызывает тревогу. В бригаде №1 в звене с хорошим психологиче-

ским климатом в коллективе 78 % респондентов не собираются менять работу; 89 % респондентов удовлетворены взаимоотношениями в коллективе; 100 % удовлетворены взаимоотношениями со звеньевым. Хороший психологический климат в коллективе оказался следствием умелого руководства производственным процессом звеньевого. В звене, психологический климат в котором вызывает тревогу: 33 % респондентов не довольны взаимоотношениями со звеньевым; 58 % респондентов ответили, что работа не нравится и 75 % респондентов хотели бы ее сменить. Что могло повлиять на психологический климат в этом звене? Анализ результатов исследования показал, что это личность звеньевого, у которого не сформирована на высоком уровне ответственность; низкий самоконтроль и уживчивость в коллективе.

Аналогичны результаты исследований в бригаде №2. В звене с хорошим психологическим климатом в коллективе у звеньевого все профессионально важные качества сформированы на высоком уровне. В звене, где психологический климат в коллективе вызывает тревогу 75 % респондентов отметили, что работа не нравится; 31 % респондентов хотели бы сменить ее; 20 % - не нравятся взаимоотношения в коллективе, в том числе и со звеньевым. Видимо причина в неуживчивости звеньевого, неуверенности его

в себе, неуравновешенности и зависимости в принятии решений, а большая часть респондентов его звена доминантны, как следствие этих факторов неудовлетворенность взаимоотношениями и ощущение стрессового состояния (74 %). Влияние непосредственного руководителя коллектива на психологический климат, а следовательно и на психологическое состояние людей очевидно.

Опираясь на полученные результаты можно сделать следующие выводы - рекомендации:

- на психологическое состояние людей, работающих в экстремальных условиях, влияет психологический климат коллектива;
- при комплектовании коллектива (звеньев, бригады) необходимо учитывать индивидуальные особенности людей, в целях достижения их психологической совместности;
- очень внимательно подходить к назначению звеньевого, бригадира: они должны удовлетворять всем психологическим требованиям профессии и должности;
- необходима психологическая подготовка всего руководящего состава;
- на каждом угледобывающем предприятии при приеме на работу новых сотрудников совместно со специалистами отдела кадров должен присутствовать психолог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асадуллина А.А. Проблемы охраны труда в Российской Федерации и пути их решения // Гуманитарные научные исследования. 2015. №2 [Электронный ресурс]. URL: //human.snauka.ru /2015/02/9831
2. Брусенцов С.П. Роль охраны труда на производстве//концепт. – 2015. - №12 (декабрь). – ART15423. – 0,4 п.л. - URL: <http://e-koncept.ru/2015/15423.htm>. - ISSN2304-120X
3. Карначев И.П. Научное обоснование методов анализа производственного травматизма и профессиональной заболеваемости при подземной добычи полезных ископаемых: автореферат диссертации доктора технических наук: 05.26.01 /Карначев, И.П.; [Место защиты – Тула, 2013. – 38 с.]
4. Рудаков М.Л. Корпоративные программы «ноль несчастных случаев» как элемент стратегического планирования в области охраны труда для угледобывающих предприятий //Записки Горного института, 2016. Т.219.С.465-471. DOI 10.18454/PMI.2016.3.465
5. Войтенков С.Д. Совершенствование системы управления охраной труда и промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях на основе количественной оценки безопасности труда: автореферат диссертации кандидата технических наук: 05.26.01/Войтенков, С.Д.; [Место защиты – Кемерово, 2008. – 37с.]
6. Ковалев В.А.. Методология развития региональной системы управления охраной труда и промышленной безопасности на угольных шахтах: автореферат диссертации доктора технических наук: 05.26.01/Ковалев В.А.; [Место защиты – Москва, 2009. – 38 с.]
7. Валиулина Р.Р. Государственная политика в области охраны труда: сущность, направления /Р.Р. Валиулина, А.А. Рабцевич //Молодой ученый. – 2014. - №3.С.385
8. Гендлер С.Г. Опыт и перспективы управления охраной труда и промышленной безопасностью на предприятиях минерально-сырьевого комплекса/С.Г.Гендлер, М.Л.Рудаков, Л.Ю.Санаров//Горный журнал. 2015. №5.С.84-87
9. Шевченко Л.А. Человеческий фактор как основной источник опасности при подземной добычи угля /Л.А.Шевченко, А.В. Карев //Безопасность жизнедеятельности. 2008. №6. С. 16-18
10. Шевченко Л.А. Оценка результативности работы персонала угледобывающего предприятия по предотвращению нарушений требований безопасности /Л.А.Шевченко, В.Ю.Гришин//Вестник Кузбасского государственного технического университета.2016.№5.С. 123-131
11. F. Fallahi, S. Soujudi, Study the factors affecting human resours productivity Human Resources management journal, 3 (2012)
12. M. Alwany, P. Ahmadi, Designing management comprehensive model of factors affecting labor productivity, Modarres, 5 (2002)
13. Карелин, А.А. Большая энциклопедия психологических тестов. – М.: Эксмо, 2007 - 416 с. - ISBN 978-5-699-

13698-8

14. Райгородский, Д.Я. Психодиагностика персонала. Методики и тесты: учебное пособие. – Самара: Издательский дом «БАХРАХ-М», 2007. -1000 с. - ISBN 5-94648-053-7, 978-5-94648-053-6

REFERENCES

1. Assadullina, A.A. (2015). Problemy okhrany truda v Rossiiskoi Federatsii i puti ikh resheniia [Labor safety protection problems in the Russian Federation and the ways to solve them]. *Gumanitarnyye nauchnyie issledovaniia – Humanitarian Scientific Researches*, 2. Retrieved from: URL: //human.snauka.ru /2015/02/9831 [in Russian].
2. Brusentsov, S.P. (2015). Rol okhrany truda na proizvodstve [Labor protection role in industry]. *Kontsept – Concept*, 2. Retrieved from: <http://e-koncept.ru/2015/15423.htm> [in Russian].
3. Karnachev, I.P. (2013). Nauchnoe obosnovanie metodov analiza proizvodstvennogo travmatizma i professionalnoi zaboлеваemosti pri podzemnoi dobyche poleznykh iskopaiemykh [Scientific substantiation of occupational traumatism and occupational morbidity analysis methods at minerals underground mining]. *Extended abstract of Doctor's thesis*, Tula [in Russian].
4. Rudakov, M.L. (2016). Korporativnyie programmy «nol neschastnykh sluchaiev» kak ehlement strategicheskogo planirovaniia v oblasti okhrany truda dlia ugledobyvaiushchikh predpriatii [Corporate programs "zero accidents" as an element of strategic planning in the field of labor protection for coal mines]. *Zapiski Gornogo instituta – Mining Institute Notes*, vol. 219, 465-471 [in Russian].
5. Voitenkov, S.D. (2016). Sovershenstvovanie sistemy upravleniia okhranoi truda i promyshlennoi bezopasnosti na ugledobyvaiushchikh predpriatiiakh na osnove kolichestvennoi otsenki bezopasnosti truda [Improvement of labor protection management system at coal-mining enterprises on the basis of a quantitative labor safety assessment]. *Extended abstract of candidate's thesis*, Kemerovo [in Russian].
6. Kovalev, V.A. (2009). Metodologiya razvitiia regionalnoi sistemy upravleniia ohranoi truda i promyshlennoi bezopasnosti na ugolnykh shakhtakh [Coal mines labor protection and industrial safety management regional system development methodology]. *Extended abstract of Doctor's thesis*, Moscow [in Russian].
7. Valiulina, R.R., & Rabtsevich, A.A. (2014). Gosudarstvennaia politika v oblasti okhrany truda: sushchnist, napravleniia [State policy in the sphere of labor protection: the essence, trends]. *Molodoi ucheny – Young Scientist*, 3, 385 [in Russian].
8. Gendler, S.G., Rudakov, M.L., & Sanarov, L.Yu. (2015). Opyt i perspektivy upravleniia okhranoi truda i promyshlennoi bezopasnosti na predpriatiiakh mineralno-syrievogo kompleksa [Labor protection and industrial safety management experience and perspectives at the mineral and raw material complex enterprises]. *Gorny zhurnal – Mining Magazine*, 5, 84-87 [in Russian].
9. Shevchenko, L.A., & Karev, A.V. (2008). Chelovecheski faktor kak osnovnoi istochnik opasnosti pri podzemnoi dobyche uglia [The human factor as the main danger source at underground coal Safety of vital functionsnull mining]. *Bezopasnost zhiznedeiatelnosti - Safety of vital functions*, 6, 16-18 [in Russian].
10. Shevchenko, L.A., & Grishin, V.Yu. (2016). Otsenka rezul'tativnosti raboty personala ugledobyvaiushchego predpriatiiia po predotvrashcheniiu narusheniiu trebovaniia bezopasnosti [A coal mining enterprise staff performance effectiveness evaluation to prevent the safety requirements violations]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Herald of Kuzbass State Technical University*, 5, 123-131 [in Russian].
11. Fallahi, F., & Soujudi, S. (2012). Study the factors affecting human resource productivity *Human Resources management journal*, 3 [in English].
12. Alwany, M., & Ahmadi, P. (n.d.) Designing management comprehensive model of factors affecting labor productivity. *Modarres*, 5 [in English].
13. Karelin, A.A. (2007). *Bol'shaia entsiklopedia psikhologicheskikh testov [A great encyclopedia of psychological tests]*. Moscow: Eksmo [in Russian].
14. Raigorodski, D.Ya. (2007). *Psikhodiagnostika personala. Metodiki i testy: uchebnoie posobie [Psychodiagnostics of staff. Techniques and tests: a tutorial]*. Samara: Publishing house "Bakhrakh-M" [in Russian].

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ РЕКЛАМНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Научно-технический журнал «Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности» приглашает научные институты, организации и промышленные предприятия разместить информацию о конференциях, выставках, разрабатываемой и выпускаемой продукции в области охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях, пожарной и промышленной безопасности в угольной промышленности, контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, а также приборостроения.

РАЗМЕРЫ РЕКЛАМНЫХ МОДУЛЕЙ:

- размер для 1 полосы: 216*303 мм, включая по 3 мм на обрезку с каждой стороны внешнего периметра, на корешок допуск ставить не нужно.
- 1/2 полосы вертикальная: 103*303 мм,
- 1/2 полосы горизонтальная: 216*151 мм
- 1/3 полосы горизонтальная: 216*92 мм
- 1/4 полосы горизонтальная: 216*67 мм
- 1/4 полосы вертикальная в верхнем или нижнем внешнем углу страницы: 103*151 мм

ТРЕБОВАНИЯ К РЕКЛАМНЫМ СТАТЬЯМ

1. Текст для статьи предоставляется только в текстовом редакторе Word.
2. Объем статьи: не более 4500 печатных знаков с пробелами (без изображений). При использовании фотографий объем текста пропорционально уменьшается.
3. Требования к фотографиям: формат *.eps* или *.tiff* с разрешением 300 dpi.
4. Логотип – в форматах *.cdr*, *.eps*, при этом шрифты должны быть переведены в кривые.
5. Текст рекламной статьи должен включать заголовок (подзаголовок), выходные данные заказчика: название, адрес, телефон, электронный адрес компании.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕКЛАМНЫМ МАКЕТАМ

1. Размер электронного макета должен соответствовать размерам рекламного модуля.
2. Растровые файлы должны быть в форматах *.tif*, *.psd*, *.eps* с разрешением 300 dpi, векторные – *.ai*, *.eps* и *.cdr*.
3. Оригинал-макеты передаются в цветовой модели CMYK без компрессии.
4. Верстка может быть в форматах Adobe Illustrator, Corel Draw, Adobe Indesign (в этом случае должны предоставляться все связанные элементы, а также все используемые шрифты, обязательно макет должен так же прилагаться в pdf).
5. В макете, подготовленном в пакете Corel Draw не допускается наличие следующих эффектов: shadow, transparency, gradient fill, lens, texture fill и postscript fill. Все вышеперечисленные эффекты Corel Draw должны быть конвертированы в bitmap 300 dpi.
6. Черный цвет текста должен состоять только из черного канала – C:0, M:0, Y:0, K:100 или 100 Black в одноцветной шкале Grayscale.
7. Все текстовые элементы оригинал-макета должны быть переведены в кривые.
8. Текст и важные изображения (логотип и т. п.) не должны располагаться ближе 5 мм к обрезному краю.

Информация о расценках на размещение рекламы размещена на сайте www.ind-saf.ru.

Редакция журнала оставляет за собой право отбора поступивших рекламных материалов.



Научно-технический и методический журнал **РАЦИОНАЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР**

Подпишитесь и держитесь курса!

www.roninfo.ru

Журнал включен в мультидисциплинарные базы данных EBSCO:

GreenFILE, Energy & Power Source, Applied Science & Technology Source, Engineering Source, Subjects Include (тематика GeoRef)

Официальный печатный орган

Центральной комиссии по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (ЦКР-ТПИ Роснедр)

Информационный партнер

Центральной комиссии по разработке месторождений углеводородного сырья (ЦКР по УВС Роснедр) Федерального агентства по недропользованию.

Выпускается при участии

Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья им. Федоровского (ФГУП «ВИМС»)

Профессионально о правовом и нормативно-методическом обеспечении и экономической стратегии отрасли, проектировании, рациональной и комплексной разработке месторождений, глубокой переработке минерального сырья, создании и внедрении инновационных геотехнологий и оборудования, а также экологические аспекты недропользования, рынки сырья. **Эксклюзивные материалы о работе ЦКР**

Приглашаем к сотрудничеству рекламодателей

Распространение:

1. Семинары и заседания ЦКР
2. Выставки (Россия и СНГ)
3. Тематические семинары и конференции (в России и за рубежом)
4. Целевая рассылка
5. Подписка в печатном и электронном формате

Аудитория: руководители и ведущие специалисты предприятий-недропользователей, проектных организаций, инжиниринговых, консалтинговых и юридических компаний, бизнес-структур, работающих в сфере недропользования, научные работники

Подписка

Оформить подписку на журнал «**Рациональное освоение недр**» можно в редакции или в любом почтовом отделении по каталогам:

Агентство «Роспечать» Подписной индекс по каталогу **80379**

«Пресса России» Подписной индекс по каталогу **13165**

Контакты:

Тел.: 8 (495) 96503160, Моб.: 8-926-6942041 Сайт: www.roninfo.ru

E-mail: mail@roninfo.ru Реклама, распространение: chicherina@roninfo.ru



ТРЕБОВАНИЯ, УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ В НТЖ «Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности»

I. Порядок представления материалов в редакцию

1. В журнал принимаются статьи, соответствующие его тематике – охрана труда, безопасность в чрезвычайных ситуациях, пожарная и промышленная безопасность в угольной промышленности, приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

2. Статья должна быть оригинальной, не представленной в других изданиях.

3. На основании положений части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации (раздел VII «Права на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации») представляемые в журнал статьи должны сопровождаться лицензионным договором о передаче ООО «ВостЭКО» (издатель журнала) простой (неисключительной) лицензии. Договор заполняется на бланках по образцам лицензионных договоров с одним или коллективом авторов (при написании статьи несколькими авторами). Лицензионный договор является договором присоединения. Необходимо заполнить и подписать договор, отсканированный вариант отправить по e-mail: yarosh_mv@mail.ru, два первых экземпляра оформленного договора отправить в редакцию по почте: 650002, Кемерово, Сосновый бульвар, д. 1, ООО «ВостЭКО». Договор, подписанный автором/авторами и направленный по электронной почте, признается равнозначным документу на бумажном носителе, подписанному собственноручной подписью, порождающим права и обязанности сторон. Скачать бланки договора можно на сайте www.indsafe.ru.

II. Форма представления рукописи

1. Рукопись представляется отпечатанной в текстовом редакторе Word через 1,5 интервала на одной стороне стандартного листа белой бумаги формата А4 и в электронном виде (передается по электронной почте yarosh_mv@mail.ru или на магнитном носителе).

2. Все страницы рукописи, включая таблицы, список литературы, рисунки должны быть пронумерованы. Рекомендуемый объем статьи 5–7 страниц. Статья должна быть подписана всеми авторами.

3. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Подготовка электронной версии материалов

1. Текст набирается шрифтом Arial, размер шрифта 10, для заголовка 14, полуторный интервал, абзацный отступ 1,25 см, формат листа А4. Поля с левой стороны 3 см, сверху и снизу 2 см, справа 1,5 см;

2. Электронная версия должна быть идентична распечатанному тексту. В случае расхождения за основу берется печатный вариант.

Структура статьи

1. Индекс УДК.

2. Фотографии всех авторов (форматы: TIF, Jpeg, Png, не сканированные, не ретушированные, не обрезанные, разрешение 300 dpi).

3. Инициалы и фамилия автора (ов).

4. Место работы.

5. Название статьи.

6. Реферат. *Реферат должен быть информативным, отражать основное содержание статьи и результаты исследований, следовать логике описания результатов в статье, укладываться в объем от 100 до 250 слов. Возможно краткое повторение структуры статьи, включающей введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение.*

7. Ключевые слова.

8. Текст статьи с таблицами, иллюстрациями, формулами.

9. Список литературы (оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 - 2008 «Библиографическая ссылка.

Общие требования и правила составления»).

На отдельном листе или в конце статьи размещается «Список авторов», который должен содержать:

– публикуемые сведения об авторах (название организации указывается в соответствии с учредительными документами);

– служебные или домашние адреса с указанием почтового индекса;

– адрес электронной почты (e-mail).

Обращаем ваше внимание, что представление оригинальной статьи к публикации в НТЖ означает согласие авторов на передачу права на воспроизведение, распространение и доведение произведения до всеобщего сведения любым способом.

Редколлегия

ПОДПИСКА 2018

- Подписка по каталогу АО «КАЗПОЧТА» и через альтернативные агентства ТОО «ЭВРИКА-ПРЕСС», ТОО «Агентство «ЕВРАЗИЯ ПРЕСС».

Подписной индекс 75807

- Редакционная подписка. Оформляется с любого месяца как на печатную, так и на электронную версию.

Стоимость годовой подписки – 30000 тенге с учетом НДС (печатная версия) и 12000 тенге с учетом НДС (электронная версия).



050026, Республика Казахстан,
г. Алматы, ул. Карасай батыра,
146, оф. 401

+7 (727) 375-44-96

✉ Yuliya.Bocharova@interrin.kz
Tatyana.Dolina@interrin.kz
Irina.Pashinina@interrin.kz

СЛОВО РЕДАКТОРА // EDITORIAL

5 Трубицына Н. Trubitsyna N.

АКТУАЛЬНО // ACTUAL

6 С. Б. Романченко, В. Н. Костеренко, А. А. Трубицын, С. С. Кубрин.

Процессы седиментации взрывоопасных аэрозолей при современных технологиях добычи угля

S. B. Romanchenko, V. N. Kosterenko, A. A. Trubitsyn, S. S. Kubrin. Explosive aerosols sedimentation processes with modern coal mining technologies

**I. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ГЕОМЕХАНИКА // INDUSTRIAL SAFETY AND GEOMECHANICS**

16 М. С. Плаксин, Р. И. Родин, С. Р. Смирнов. Современные возможности по прогнозу газоносности угольного пласта при проведении подготовительных выработок

M. S. Plaksin, R. I. Rodin, S. R. Smirnov. Modern opportunities for a coal seam gas content Forecast at the preparatory openings' heading

II. ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ // FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY

22 Ю.Н. Малышев, А.М. Казарин. О необходимости создания интеллектуальной цифровой системы управления обращением опасных веществ для организации эффективного предотвращения угроз и сокращения негативных последствий от аварий, инцидентов, утерь

Yu. N. Malyshev, A. M. Kazaryn. On the need to create an intelligent digital control system for the hazardous substances handling to organize effective prevention of threats and to reduce the breakdowns, incidents, losses negative consequences

28 А. С. Голик, И. К. Галеев, А. С. Ярош, В. Б. Попов, А. Б. Муллов, В. А. Кульмухаметов, И. Р. Измайлов, С. А. Петров, Ю. В. Малахов. Концепция единой системы спасения шахтеров при авариях и катастрофах в шахтах

A. S. Golik, I. K. Galeev, A. S. Yarosh, V. B. Popov, A. B. Mullov, V. A. Kul'mukhametov, I. R. Izmaylov, S. A. Petrov, Yu. V. Malakhov. The concept of a unified miners' rescue system during mine accidents and catastrophes

34 А. И. Фомин, Д. А. Бесперстов, С. Ю. Сайбель. Оптимизация надзорной деятельности в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Федеральный и региональный надзор

A. I. Fomin, D. A. Besperstov, S. Yu. Saybel'. Supervisory activities optimization in the field of the population and territories protection from emergency situations. Federal and regional supervision

40 А. И. Фомин, Д. А. Бесперстов, С. Ю. Сайбель. Риск-ориентированный подход при организации и осуществлении государственного надзора в области гражданской обороны

A. I. Fomin, D. A. Besperstov, S. Yu. Saybel'. Risk-oriented approach in organizing and implementation of state supervision in the field of civil defense



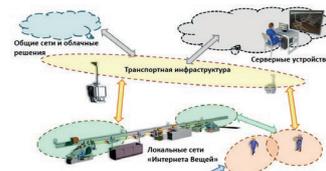
III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ // TECHNOLOGICAL QUESTIONS OF MINING WORK SAFETY



- 45** А. В. Пинаев, П. А. Пинаев, А. А. Васильев, Э. Р. Прууэл, А. А. Еременко, Ю. Н. Шапошник. Исследование взрывчатости аэровзвесей сульфидных руд при динамическом нагреве
A. V. Pinayev, P. A. Pinayev, A. A. Vasil'yev, E. R. Prueel, A. A. Yeremenko, Yu. N. Shaposhnik. Dynamically heated sulphide ores
 Aerial suspension explosiveness study

- 52** Е. А. Петров. О взрывчатых характеристиках и рациональном использовании детонита м при проходке горных выработок
Ye. A. Petrov. On the explosive characteristics and rational use of detonite m while heading the mine openings

- 56** В. С. Ваганов, Т. В. Гоффарт, И. С. Дубков. Мультисервисные компьютерные сети в угольных шахтах. Особенности реализации и развития
V. S. Vaganov, T. V. Goffart, I. S. Dubkov. Multiservice computer networks in coal mines. Features of implementation and development



- 70** А. А. Харионовский, А. Н. Калусhev, В. Н. Васева, Е. И. Симанова. Экология угольной промышленности: состояние, проблемы, пути решения
A. A. Harionovskiy, A. N. Kalushev, V. N. Vaseva, Ye. I. Simanova. Coal industry ecology: the state, problems, ways of solution

IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ // PROBLEMS AND OPINIONS

- 82** С. В. Бычков. Прогноз землетрясений, плохие новости...
S.V. Bychkov. Forecast of earthquakes, bad news ...

- 89** Г. В. Пинигина, И. В. Кондрина, В. П. Тациенко, А. А. Мешков, С. С. Смагина. Психологический аспект влияния человеческого фактора на безопасность труда людей, работающих на угледобывающих предприятиях
G. V. Pinigina, I. V. Kondrina, V. P. Tatsiyenko, A. A. Meshkov, S. S. Smagina. The psychological aspect of the human factor influence on the safety of people working at coal mining enterprises

94 ТРЕБОВАНИЯ К РЕКЛАМНЫМ МАТЕРИАЛАМ // ADVERTISING MATERIALS REQUIREMENTS

96 ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ // DEMANDS TO ARTICLES

98 СОДЕРЖАНИЕ // CONTENT

Главные цели «НЦ ПБ»:

Создать замкнутый цикл в решении проблем промышленной безопасности и охраны труда, обеспечив комплексный подход: от идеи до разработки нормативно - правовой базы и научно-производственных проектов с их полной последующей реализацией.

Оперативно и качественно решать вопросы с учетом индивидуальных особенностей и специфики шахт, разрезов и иных опасных производственных объектов.

НАО «НЦ ПБ»

650002, г Кемерово, Сосновый бульвар, 1.

office@naonspb.com



Новый сайт НАО «НЦ ПБ»

ncpb.rf
naonspb.com

Непубличное акционерное общество «Научный центр промышленной безопасности»

государственно-частное партнерство

Акционеры «НЦ ПБ»



ФГБОУ ВПО «КузГТУ»



АО НИИГД



ООО «ВостЭКО»



научный центр, основанный на государственно-частном партнерстве, сферой деятельности которого является обеспечение комплексного решения вопросов в области промышленной безопасности и охраны труда в горной и других отраслях промышленности.

Стратегические направления деятельности:

- 1) Научно-исследовательская деятельность в области горных работ
- 2) Опытно-конструкторская деятельность
- 3) Производство инновационных научных разработок, применяемых на опасных производственных объектах
- 4) Испытательные лаборатории, сертификационные услуги.
- 5) Проектные работы, выполнения всего комплекса проектных работ для опасных производственных объектов. Свидетельство на виды работ № 2310 от 15 июля 2016, выданное Ассоциацией «Национальный альянс проектировщиков «ГлавПроект» № СРО-П-174-01102012
Лицензия на производство маркшейдерских работ № ПМ-68-003379 от 25 июля 2017
- 6) Развитие образовательной деятельности Научного центра, ориентированной на подготовку и переподготовку специалистов высшей квалификации в области промышленной безопасности.

Подписано в печать 20.06.2018. Тираж 1000 экз. Формат 60x90 1/8.

Выпуск 2-2018, дата выхода в свет 25.06.2018

Объем 10 п. л. Заказ № 2 2018 г. Цена свободная.

Типография ООО «ИНТ».

650065, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, пр-т Октябрьский, 28 офис 215

Тел. 8 (3842) 657889.