

ВЕСТНИК

**Научного центра по безопасности работ
в угольной промышленности**

Научно-технический журнал



Кемерово

1-2019

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

№ 1-2019

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. Кузавкова,*
Д. А. Трубицына

Компьютерная верстка *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», 2019**

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

1 - 2019

INDUSTRIAL SAFETY

ISSN 2072-6554

№ 1-2019

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 г.

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. Kuzavkova, D.A. Trubitsyna*
Computer layout *D.A. Trubitsyna*

Tel. 77-86-62, 64-26-51.

e-mail: yarosh_mv@mail.ru
dtrubitsyna@gmail.com

www.ind-saf.ru
www.indsafe.ru

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.freemages.com, www.unsplash.com
and www.graphicriver.net are used**

16+

© Co Ltd «VostEKO», 2019

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

Дорогие читатели, коллеги и друзья!

Тематические приоритеты первого в этом году номера нашего журнала определяют по сути дела время и те вызовы, которые они ставят перед профессиональным сообществом. Эти приоритеты общеизвестны и обозначены в долгосрочной программе социально-экономического развития Кузбасса, которая была разработана с участием многих из вас в прошлом году. А поскольку Кузнецкий угольный бассейн - лидер добычи твердого топлива в стране, он, как зеркало, отражает весь спектр актуальных направлений профильных научных исследований и инженерных поисков практически для всех угледобывающих регионов России и даже зарубежья. И надо признать, что сегодня у нас есть реальные возможности работать на прорывные технологические и организационные задачи и быть здесь "не только пионерами, но и законодателями".

В настоящее время по инициативе губернатора Сергея Цивилёва реализуется масштабный и, можно сказать, жизненно-важный проект "Чистый уголь - чистый Кузбасс". Благодаря ему уже через два года в регионе планируется исключить транспортировку угля через города и посёлки, что, естественно, улучшит экологическую ситуацию. Вынашивая этот проект, власти Кузбасса, делали ставку на предложения профильных научных структур и местных компаний, разработки которых получили высокую оценку ведущих экспертов региона и России. Одним из них стал, в частности, проект группы компаний "ВостЭКО" и "Горный-ЦОТ". Здесь перевозчикам угля и других сыпучих грузов была предложена комплексная инновационная система, являющаяся практически единственным способом эффективно предотвращать пылеобразование во время транспортировки, хранения и погрузочно-разгрузочных работ. Надо отметить, что исследования в этом направлении специалисты группы компаний под руководством доктора технических наук Анатолия Трубицына продолжают. Об этом свидетельствуют публикации этого номера "Вестника". И в них мы найдём очередные подтверждения тому, что новейшие технологии, которые уже сейчас начали или только начинают использовать предприятия отрасли, позволяют свести к минимуму вред человеку и природе.

Масштабы угледобычи в Кузбассе растут. В прошлом году в стране было добыто более 439 млн тонн угля, из них 255,3 млн тонн (порядка 59 %) составляет уголь Кузнецкого бассейна. На данный момент здесь действуют 42 шахты, 51 разрез, 56 обогатительных фабрик и установок. Кроме того, по данным областной администрации, до 2023 года планируется запустить в работу ещё семь новых, экологически безопасных обогатительных фабрик.

Проблемы экологии и промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях руководство страны и региона рассматривают сегодня в одной связке. Так на прошедшем в Кузбассе в феврале Всероссийском съезде руководителей угольных компаний эксперты отмечали, что "экологизация угольного производства - важный фактор конкурентоспособности российского угля". Требования природоохранного законодательства, подчёркивали они, ужесточаются с каждым годом. Напомним, что на этом форуме губернатор Сергей Цивилёв озвучил идею создать исполнительный комитет угольщиков России с центром для встреч в Кузбассе. Он считает, что для комплексного изучения проблем угольной отрасли в регионе и стране в целом необходимо привлекать специалистов по экологии, сейсмологии и переработке угля. Особенно важно перенимать ценный опыт по снижению уровня выбросов вредных веществ в окружающую среду и минимизации негативных последствий от технологических взрывов.

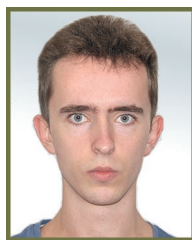
Спектр проблем в рамках промбезопасности и экологии, стоящих сегодня перед угольной отраслью, нашёл отражение в публикациях этого номера нашего журнала и в планах редакции на 2019 год. Мы будем актуализировать их вместе с вами, нашими авторами. Пусть наше сотрудничество будет плодотворным и эффективным.

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



А.А. Христофоров //
A.A. Hristoforov
knaz1984@gmail.com

ведущий конструктор ООО «Горный-ЦОТ», Россия, 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1
lead designer of "Gorniy-TSOT" Ltd, 1, Sosnoviy bulvar, Kemerovo, 650002, Russia



М.С. Гончаров //
M.S. Goncharov
govmaxim@outlook.com

главный специалист отдела подготовки информации департамента сбора и подготовки информации ГИС ТЭК ФГБУ "«Российское энергетическое агентство» Министерства энергетики Российской Федерации", Россия, 129110, г. Москва, ул Щепкина д. 40, стр.1
chief specialist of the Information Preparation Department of the Information Collection and Preparation Department of the GIS TEK FGBU "Russian Energy Agency of the Ministry of Energy of the Russian Federation", 40(1), Sh'epkina St., Moscow, 129110, Russia



В.В. Соколов // V.V. Sobolev
sobolev567@gmail.com

д-р техн. наук, академик АГН, заместитель генерального директора АО «НЦ ВостНИИ», Россия, 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3
doctor of technical sciences, AMS academician, deputy general director of JSC "SC VostNII", 3, Institutskaia St., Kemerovo, 650002, Russia

УДК 622.807.24-62.397

СИСТЕМА ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЯ PNEUMO HYDRAULIC IRRIGATION SYSTEM

Проведены опытно-промышленные испытания опытного образца системы пневмогидроорошения на предприятии Кемеровская ТЭЦ. В ходе анализа производства было выбрано место установки оборудования для пневмогидравлического орошения. Место установки - топливо-транспортный цех, галерея горизонтальных транспортёров (ленточных конвейеров) № 3А и 3Б. Дана оценка мероприятиям для уменьшения запыленности воздуха в технологических и рабочих зонах на предприятии, где проводились опытно-промышленные испытания. Дан анализ применяемой (стационарной) системы гидравлического орошения и установлена её эффективность и влияние на сырьё. Рассмотрена конструкция блока управления и блока форсунок системы пневмогидроорошения. Изложен принцип их работы. Приведена конструкция форсунки пневмогидроорошения третьей модификации. Произведены замеры запыленности воздуха до работы пневмогидравлической системы и после её включения. Установлена эффективность системы пневмогидроорошения. Установлено, что запыленность воздуха при внедрении пневмогидравлического орошения снижается с 142 до 32 мг/м³. Применение аэрогидродинамического способа обеспыливания воздуха позволяет сократить расход воды и улучшить санитарно-гигиенические условия труда на предприятии. По результатам испытаний даны рекомендации и предложения для дальнейшей эксплуатации системы пневмогидроорошения. Реализация разработанных рекомендаций позволит снизить запыленность воздуха на рабочих местах и технологических зонах до величин, близких к предельно допустимым концентрациям.

Experimental-industrial tests of a prototype of a pneumatic hydraulics system at the Kemerovo CHP plant were carried out. During the analysis of the production, the installation site of the equipment for pneumohydraulic irrigation was chosen. Place of installation - fuel transport shop, gallery of horizontal conveyors (belt conveyors) No. 3A and 3B. The evaluation of activities to reduce the air and dust in industrial work areas in a plant where conducted pilot tests.

The analysis of the applied (stationary) hydraulic irrigation system is given and its efficiency and impact on the raw materials are established. The design of the control unit and the unit of nozzles of the pneumatic hydraulics system is considered. Outlined the principle of their work. The design of the nozzle for pneumohydroirrigation of the third modification is given. Measurements of the dust content of the air before the operation of the pneumatic-hydraulic system and after its activation were made. The effectiveness of the pneumohydro-irrigation system is established. It has been established that the dust content of the air decreases with the introduction of pneumohydraulic irrigation from 142 to 32 mg/m³.

The use of aero-hydrodynamic method of dedusting air reduces the water consumption and improves the sanitary and hygienic working conditions in the enterprise.

According to the test results, recommendations and suggestions were given for the further operation of the pneumohydroirrigation system. The implementation of the developed recommendations will reduce the dust content of air at workplaces and technological areas to values close to the maximum allowable concentrations.

Ключевые слова: ПНЕВМОГИДРООРОШЕНИЕ, ОРОШЕНИЕ, ОЦЕНКА, ЗАПЫЛЕННОСТЬ ВОЗДУХА, ПЫЛЕВОЙ ФАКТОР, ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, КЕМЕРОВСКАЯ ТЭЦ, ИЗСТ-01, СИСТЕМА ПГО, ТУМАНООБРАЗОВАТЕЛЬ, ФОРСУНКА, ОРОСИТЕЛЬ, ФАКЕЛ ОРОШЕНИЯ, ЭФФЕКТИВНЫЙ РАСПЫЛ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ, РАСПЫЛ, БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОГИДРООРОШЕНИЕМ, СИСТЕМА АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ОБЕСПЫЛИВАНИЯ

Key words: EXPLOSION, FLAME FRONT, A SHOCK WAVE, DUST CONCENTRATION, DUST FRACTION, PARTICULATE COMPOSITION, AEROSOL, EXPERIMENTAL MINE, BLAST GALLERY, DUSTINESS LEVEL, INITIAL, PRESSURE, FLAME VELOCITY, DAMPING AREA

Предисловие
Одним из приоритетных направлений компании ООО «Горный-ЦОТ» является выпуск приборов контроля параметров безопасности для угольной промышленности. Предприятие занимается разработкой и продвижением наукоемких и высокотехнологичных проектов, концентрируя свои усилия на научно-исследовательской работе и переводе своих уникальных разработок в форму, пригодную в практической деятельности угольных предприятий.

Неизбежное расширение области освоения рынка привело к необходимости решения вопроса ускорения разработки и освоения серийного производства оборудования для пылеподавления.

Период опытно-промышленных испытаний важнейший этап на пути к сертификации и запуску оборудования в серию, характеризующийся наиболее трудоемким и показательным процессом, в котором обнажаются конструкторские просчеты и служит основанием для последующей доработки оборудования.

В цели опытно-промышленного испытания входит получение фактических данных при эксплуатации системы в реальных условиях. Решению этой задачи и посвящена данная статья.

Накопленный опыт эксплуатации позволит ускорить конструкторскую работу и освоить серийное производство оборудования для пылеподавления.



Рисунок 1 – Кемеровская ТЭЦ
Figure 1 - Kemerovo CHP

давления.

В подтверждение актуальности выбранного направления доказывает сложившаяся обстановка на предприятиях, связанных с транспортированием, хранением, обогащением или добычей твердого топлива.

Последние события на юге Кузбасса свидетельствуют о том, что такие явления как «черный снег» является прямым следствием недобросовестного отношения к сохранению экологического равновесия, защите охраны труда
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ И МЕСТА ИСПЫТАНИЙ

Немного о самом предприятии, где проводились испытания. Предприятие введено в эксплуатацию 4 октября 1939 года. Получается, что на момент написания статьи ему скоро исполняется 80 лет. Одна из старейших тепловых станций областного центра Кузбасса. Обеспечивает теплом и горячей водой Кировский и часть Рудничного района Кемерово. На фотографии вид предприятия с центральными воротами.

За всю историю эксплуатации на станции проходили плановые ремонты, реконструкции, модернизации оборудования и зданий. Тем не менее компоновка оборудования в зданиях и сооружениях, построенных в первую очередь строительства, носит весьма сжатый характер. В этот список входит и топливо-транспортный цех, где и проходили испытания.

Продолжая анализ объекта, необходимо дать оценку существующим мерам по борьбе с пылью.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ. АНАЛИЗ СРЕДСТВ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Предварительное изучение динамики пылевых потоков показало, что при работе топливоподдачи основное количество пыли выделяется в процессе транспортирования и при падении отбитой массы на транспортную ленту. При

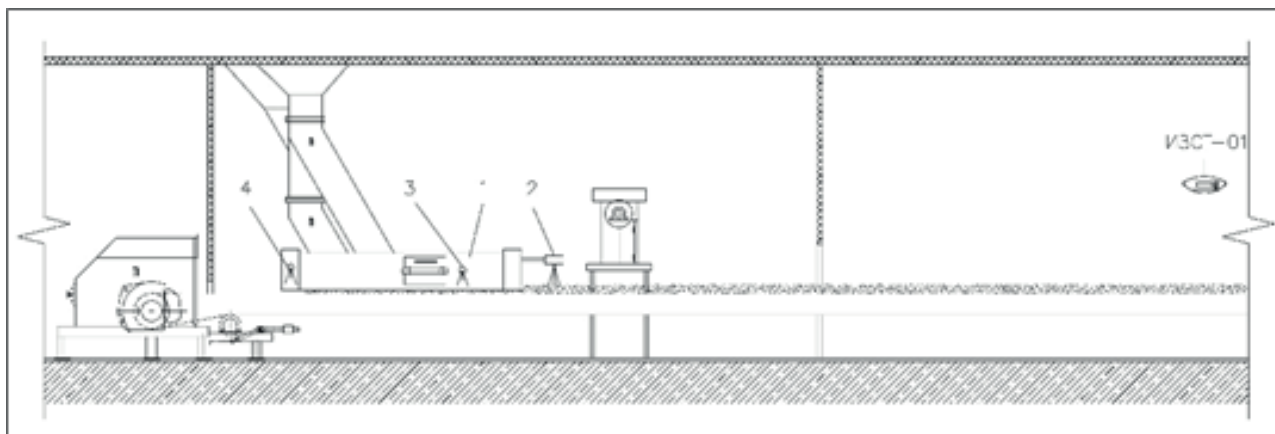


Рисунок 2 – Технологическая схема размещения оросителей установки пылеподавления УП: 1 – Короб; 2- Туманообразователь ФСТ-90; 3,4 - форсунка КФ-5х75
 Figure 2 - Technological scheme of placement of sprinklers for dust control unit UE: 1 - Box; 2- Fogging agent FST-90; 3,4 - nozzle KF-5x75

этом образовавшаяся пыль подхватывается воздушной струей и выносится в рабочее пространство корпуса, распространяясь по всей галерее.

Если мероприятия по борьбе с пылью при работе технологического оборудования можно классифицировать на предупреждающие пылеобразования, предотвращающие распространения взвешенной пыли и по удалению и связыванию осевшей пыли, то для снижения запыленности воздуха в технологических и рабочих зонах на ТЭЦ в настоящее время практикуется орошение диспергированной водой.

Из имеющихся в литературе данных, напомним, что помимо очевидных преимуществ, этот способ имеет ряд существенных недостатков: сравнительная невысокая эффективность пылеподавления (в промышленных условиях редко превышает 80%), грубый неоднородный состав, затруднено регулирование расхода при заданном качестве дробления, крайняя низкая надежность в эксплуатации, значительный удельный расход воды, для достижения требуемых результатов необходимо создавать большее давление, которое влечет за собой увеличение расхода агента. Увеличение расхода воды

сказывается, в первую очередь, на санитарно-гигиенических условиях работы персонала, во вторую - на качестве продукта. [4,5,8].

Как отмечалось выше, локацией для проведения опытно-промышленных испытаний предприятием был предложен топливо-транспортный цех, а именно, помещение горизонтальных транспортёров (ленточных конвейеров) № 3А и 3Б, в месте узла пересыпки. Локализация очагов пылеобразования в указанном месте осуществляется с помощью громоздких металлических коробов. Так же данная точка оборудована «Установкой пылеподавления УП» производства КЭЗСБ (ОАО «Кемеровский Экспериментальный Завод Средств Безопасности»).

На рисунке 2 показана схема расположения оросителей в помещении горизонтальных ленточных конвейеров.

По информации, представленной официальным сайтом предприятия, «Установка пылеподавления типа УП» предназначена для пылеподавления в узлах перегруза угля с конвейера на конвейер в горных выработках шахт, рудников и на обогатительных фабриках, а также прочих производствах, характеризующихся интенсив-



Рисунок 3 - Туманообразователь ФСТ-90 и форсунки серии КФ
 Figure 3 - FST-90 fogger and nozzles of the KF series

Таблица 1. Технические характеристики оросителей
Table 1. Technical characteristics of sprinklers

Рабочее давление воды в трубопроводе, МПа	0,5÷4,0
Расход воды при давлении 0,5 МПа, л/мин	2,8-3,0
Минимальная дальность, м	2,5
Угол распыления, град	90
Размеры, мм	290x200x140

Таблица 2. Технические характеристики оросителей
Table 2. Technical characteristics of sprinklers

Рабочее давление воды в трубопроводе, МПа	0,5÷4,0
Форма факела	сплошной конус
Угол распыления, град	75
Коэффициент расхода воды	5

ным пылевыделением. Рекомендуемое заводом рабочее давление воды в трубопроводе - 1.5 МПа.

В установке используются два вида оросителей:

- туманообразователь ФСТ-90;
- форсунок типа КФ.

Оросители представлены на рисунке

3. Туманообразователь ФСТ-90

Данный тип оросителей нашли широкое применение. В частности, орошение с такими типами форсунок используется на предприятии ООО «Анжерская -Южная» в местах исходящей струи проходческого забоя и для туманообразующей завесы. [14]

Форсунки серии КФ

Так же, как и образец ФСТ-90 модельный ряд форсунок такого типа можно видеть практически на всех шахтах Кузбасского бассейна. В установке используются модель КФ-5х75, где КФ- форма факела (конусный), 5 - коэффициент расхода воды, 75 - угол раствора факела.

Технические характеристики оросителей приведены в таблицах 1 и 2:

Для полного понимания картины необходимо иметь представления какое количество жидкости будет проходить через форсунку при рекомендованном давлении.

Опыт эксплуатации гидравлического оборудования показывает, что зависимость расхода жидкости от давления не линейная. Так при давлении 1,5 МПа это показатель будет составлять от 8 до 12 литров в минуту. Учитывая количество форсунок (4 шт), общий расход жидкости системы УП будет составляет в среднем 35-45 литров в минуту (при рекомендуемых заводом параметрах). Учитывая, что одной из основных

качественных характеристик угля, является показатель влажности, такой расход будет существенно ухудшать его свойства.

В тоже время, необходимо отметить, что из проведенных ранее работ по определению эффективности пылеподавления факелов различных типов оросителей на стендах ВостНИИ, было установлено, что эффективность пылеподавления факелов оросителя модели КФ 3,3-75 не превышает 78% [4]. Испытания проводились при давлении 1.2 МПа.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ

Для того, чтобы дать качественную оценку эффективности обеспыливания, необходимо установить влияние на неё существующей системы орошения.

Для оценки эффективности работы системы орошения по пылевому фактору произведены замеры концентрации пыли в воздухе. Измерения проводились без какого-либо орошения и с включённой стационарной системой пылеподавления. Измерения проводились прибором контроля запыленности воздуха ПКА-01. Место проведения показано на рисунке 4.

Перед измерением запыленности были сняты показания с манометра гидравлической магистрали. Рабочее давление воды в трубопроводе находилось в диапазоне от 4,5 до 5 атм.

Результаты замеров приведены в таблице 3.

Из данных таблицы видно, что эффективность находящейся в эксплуатации системы гидравлического орошения не превышает 50 %.

Подводя небольшой итог, отметим:

1. Борьба с угольной пылью в атмосфере

Таблица 3. Результаты замеров
Table 3. Results of measurements

Место отбора пробы	Запылённость воздуха, мг/м ³		Эффективность пылеподавления, %
	Без орошения	С вкл.установкой пылеподавления УП	
Точка отбора пробы	142	70	49,3

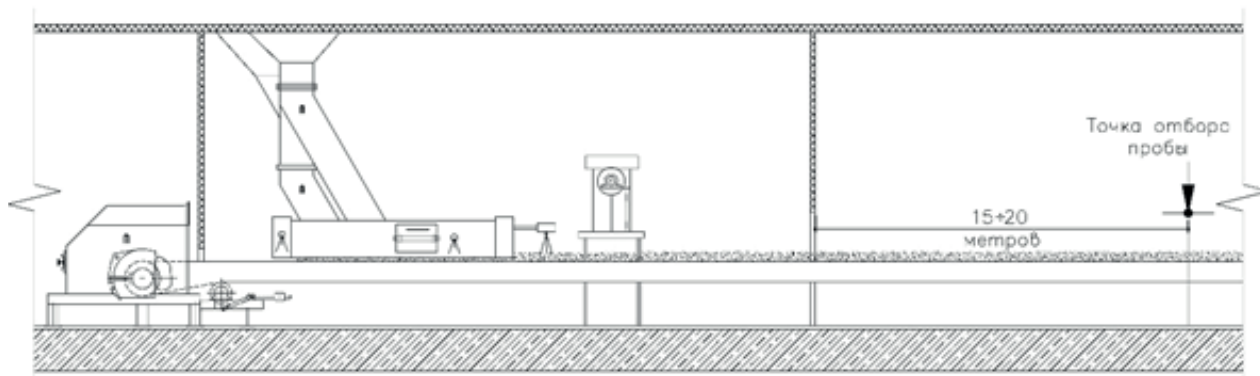


Рисунок 4 – Место проведения измерения запыленности
Figure 4 - Place of dust measurement

предприятия осуществляется методом гидравлического орошения.

2. Локализация очага пылеобразования на топливоподаче осуществляется щитками, коробами, которые загромождают пространство, мешают наблюдению за исполнительными органами.

3. Находящаяся в эксплуатации установка пылеподавления типа УП не работает в рекомендуемых заводом параметрах.

При малых давлениях, а соответственно и расходах применяемые форсунки не дают удовлетворительного распыливания, обладают низким коэффициентом полезного действия. [2] Таким образом, средства орошения не в полной мере отвечают требованиям пылеподавления, обладают низкой эффективностью.

КОНСТРУКТИВ

Конструктив системы орошения должен отвечать самым высоким требованиям, что является одним из факторов успешной конкуренции на рынке.

Проведенные ранее исследования [4,5,8] определили составные части системы пневмогидроорошения.

Опытный образец системы состоит из двух основных узлов:

- блок управления орошением;
- блок форсунок.

И дополнительного оборудования:

- для контроля эффективности орошения

- прибор ИЗСТ-01 (измеритель запыленности стационарный);

– для контроля подачи агентов к системе - клапан электромагнитный.

1. БЛОК ФОРСУНОК

Для облегчения технологии изготовления конструкция блока форсунок представляет собой две разнесенные между собой самостоятельные камеры, что является непринципиальным отличием от испытательной модели. [4,5]

Характеристики:

- количество оросителей 3 шт;
- межосевое расстояние между оросителями 200 мм.

Для точного позиционирования устройства в пространстве было разработано крепление - механизм, позволяющий установить необходимый угол для подачи факела орошения в очаг с максимальным пылеобразованием. при монтаже и настройки системы.

2. ОРОСИТЕЛИ

Орошение, как способ борьбы с пылью, постоянно совершенствуется.

Известно, что эффективность орошения зависит от многих факторов в том числе и от степени диспергирования [4,5,8]. На качество диспергирования влияет не только скорость истечения газожидкостной смеси, но и удельная энергия распыливающего агента. Эффективность использования удельной энергии определяется в значительной степени конструкцией

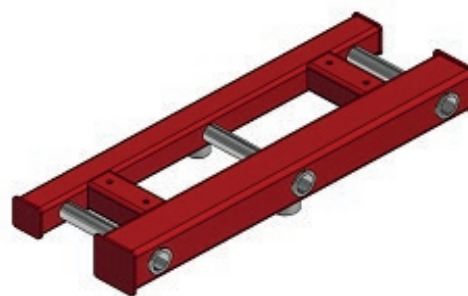


Рисунок 5 – Блок форсунок
Figure 5 - Block of nozzles

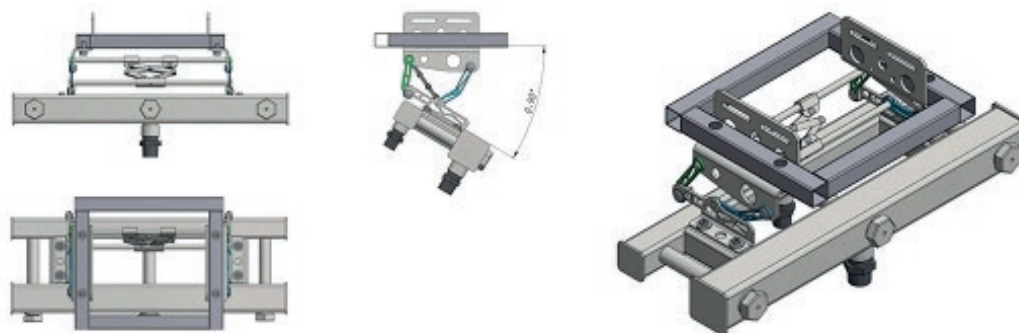


Рисунок 6 – Блок форсунок в сборе с устройством для позиционирования
Figure 6 - Block nozzles assembly with a device for positioning

распылителя, его геометрическими размерами и взаимодействием с потоком [1].

В тоже время, одним из основных недостатков, характерным для орошения жидкости через форсунку, является степень однородности распыла или критерий гомогенности, а именно неоднородная плотность распределения капель жидкости в факеле орошения.

Если считать, что распыл - некоторая совокупность частиц различных размеров, то средний размер капель, образующихся при разрушении жидкости, увеличивается к центру струи, а плотность - снижается к периферии.

В связи с этим фактом, конструкторы идут на разного рода ухищрения и приёмы, чтобы хоть как-то нивелировать (уменьшить) этот эффект.

Исходя из изложенного, в рамках проекта, была выполнена модификация форсунки – работа по улучшению конструкции для более эффективного распыления жидкости.

В переработанной конструкции распылителя реализовано двух этапной дробление

жидкости вкпе с оригинальной формой сопла. Такой подход позволяет улучшить структуру распыла: получить более равномерное распределение капель жидкости в факеле и уменьшить дисперсию (уменьшить размер капель).

Конструкции форсунок представлена на рисунке 7 и 8.

При испытаниях использовалась форсунка модели ФПГО.03-СК-05. Технические характеристики представлены в таблице 4.

Так же стоит отметить, характерную особенность тумана, создаваемого форсунками системы пневмогидроорошения. Так как дисперсность капель, распыляемой жидкости, является одним из основных факторов при осаждении, мнения исследователей довольно разноречивы, но по мнению многих авторов, частицы, размер которых меньше 80 мкм, имеют предрасположенность к быстрой испаряемости [1,2,7]. Если учесть, что средний размер капель исходящего из форсунок распыла имеет размер 5-200 мкм [10,11,12,15], то в процессе обеспыливания воздушно-жидкий туман улавливает частицы не об-

Таблица 4. Техническая характеристика форсунки
Table 4. Nozzle specification

Модель	ФПГО.03-СК-05
Модификация (ревизия)	3
Форма факела	сплошной конус
Угол раскрытия факела, град.	до 20
Диаметр условного прохода сопла, мм	5

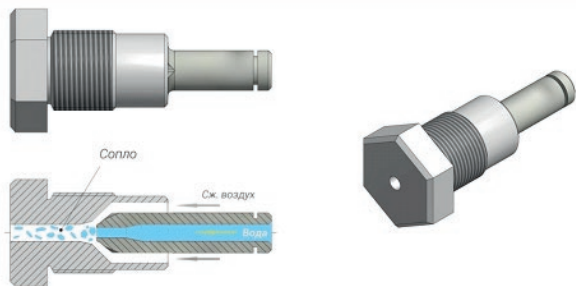


Рисунок 7 – Форсунка первого поколения
Figure 7 - First generation nozzle

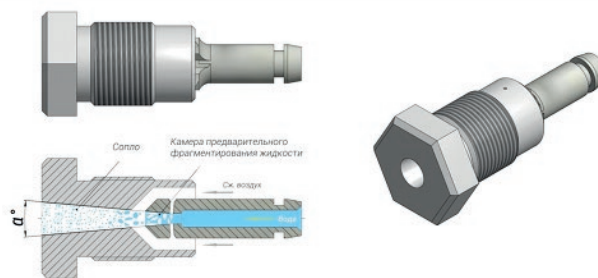


Рисунок 8 – форсунка третьего поколения
Figure 8 - Third generation nozzle

разуа конденсат. Такое положение существенно улучшает условия работы для оборудования и санитарно-гигиеническое состояние рабочих мест.

3. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ

Равно как и в испытательном образце [4,5,8], управление подачей воды в водяной магистрали решено оставить за клапаном с пневмоуправлением. Поэтому принцип действия блока не изменился и заключается в следующем. При подаче сжатого воздуха к блоку управления орошением происходит заполнение воздушной магистрали. Как только давление в магистрали достигает рабочего диапазона, срабатывает управляющий клапан 9, за счет пневматического привода, и вода поступает в блок к форсункам.

Рабочая жидкость и сжатый воздух, поступающие к блоку, последовательно проходят через цепочку элементов, состоящей из контрольно-измерительной, запорной, регулирующей арматуры и фильтров.

Наличие фильтров 3, 4 в блоке управления препятствует попаданию разного рода примесей в каналы форсунок, тем самым обеспечивая надежную их работу. Наличие редукторов 7, 8 в блоке управления позволяет поддерживать необходимое давления, как воздуха, так и воды. Наличие контрольно-измерительной аппаратуры 5, 6 и 10 позволяет в любой момент времени зафиксировать показания и, в случае необходимости, настроить изделие на обеспечения мак-

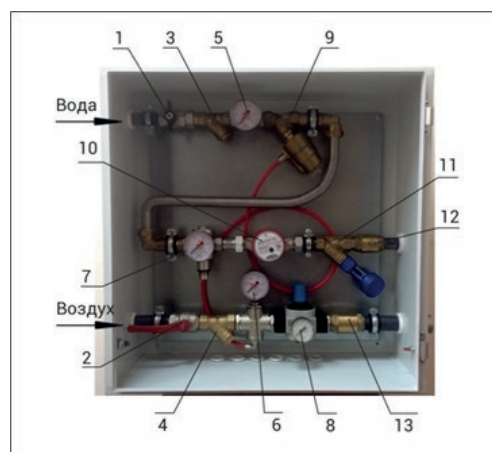


Рисунок 9 – блок управления орошением: 1, 2 – кран запорный; 3, 4 – фильтр грубой очистки; 5, 6 – манометр; 7, 8 – редуктор давления; 9 – клапан запорный (с пилотным управлением); 10 – расходомер; 11 – кран балансировочный; 12, 13 – клапан обратный
Figure 9 - irrigation control unit: 1, 2 - stopcock; 3, 4 - coarse filter; 5, 6 - manometer; 7, 8 - pressure reducer; 9 - shut-off valve (with pilot control); 10 - flow meter; 11 - balancing valve; 12, 13 - check valve



Рисунок 10 – датчик ИЗСТ-01
Figure 10 - sensor IZST-01

Таблица 5. Техническая характеристика блока управления
Table 5. Technical characteristics of the control unit

Параметры	Рабочая среда	
	Жидкость	Воздух
Диапазон рабочего давления, МПа изб.	0,4÷1,0	
Присоединительная резьба, дюйм	3/4	1
Пропускная способность воздушной магистрали, м ³ /мин	1	5
Рабочий температурный диапазон, °	от +5 до +50	

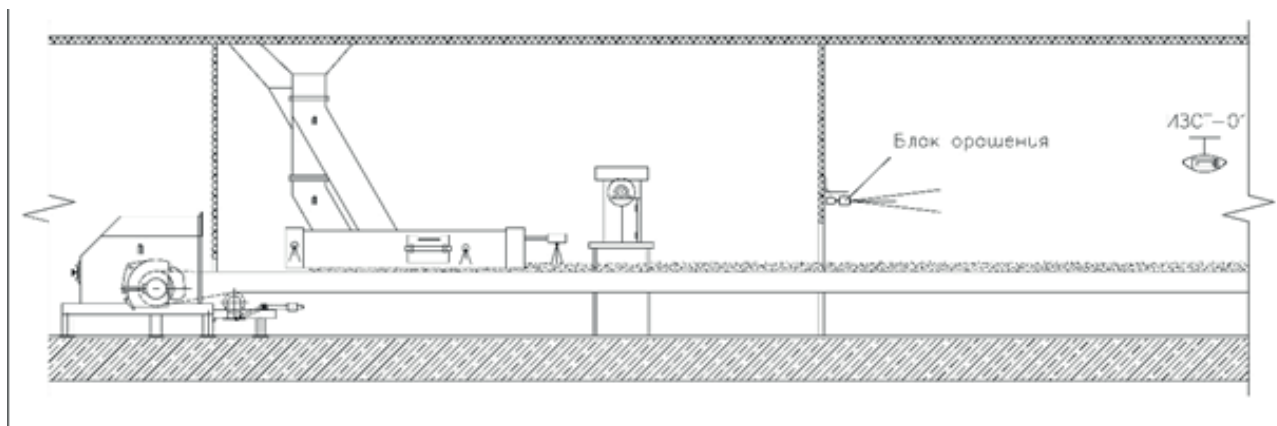


Рисунок 11 – Схема места установки блока форсунок системы пневмогидроорошения
Figure 11 - Diagram of the installation site of the nozzle unit of the pneumatic hydro irrigation system



Рисунок 12 – Место установки блока управления и блока форсунок
Figure 12 - Installation location of the control unit and the unit injectors

симального результата.

Основные параметры и технические характеристики блока управления орошением представлены в таблице 5.

4. ИЗСТ-01

В качестве контроля концентрации пыли в реальном времени был применен датчик измерения запыленности ИЗСТ-01 производства ООО «Горный-ЦОТ» (рисунок 10), информация с которого передавалась на пункт диспетчера.

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ
АНАЛИЗ ВЫБОР МЕСТА УСТАНОВКИ
Эффективность пылеподавление ороше-

нием зависит от многих факторов в том числе и от правильного расположения оросителей в пространстве. Поэтому для создания комфортных условий труда работников очень важно определить оптимальные места их установки.

В реальных условиях ТЭЦ, расположить блок с форсунками вблизи источников интенсивного пылеобразования не представлялось возможным, в виду тесного размещения технологического оборудования и специальных требований заказчика.

В связи с этим блок орошения установлен на примыкающей стене к узлу пересыпки и направлен по ходу потока воздушной струи (рисунок 11).



Рисунок 13 – блок форсунок
Figure 13 –injector unit

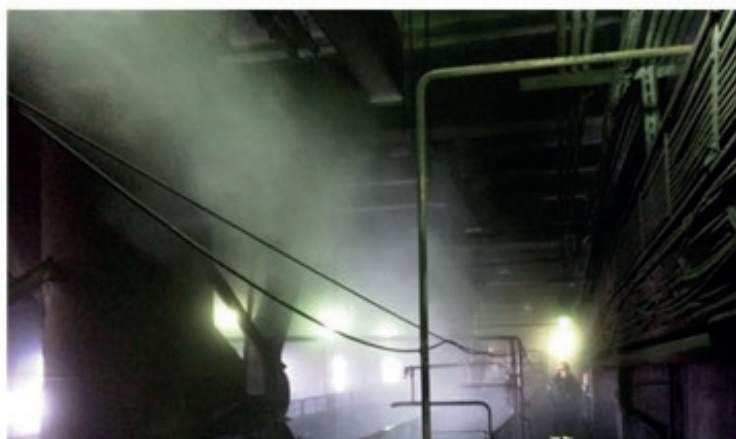


Рисунок 14 – Факел орошения в галереи топливоподачи
Figure 14 - Irrigation torch in the fuel supply gallery

Для осуществления работы пневмогидроорошения к блоку управления подводились вода и сжатый воздух мощностями предприятия в доступном для него объеме.

Контроль за управлением подачей сжатого воздуха предусмотрен запорным клапаном, установленным на воздушной магистрали. Работа клапана сблокирована с работой конвейера.

Подача свежей технической воды для систем ПГО предусматривалась из хозяйственно-питьевого водопровода.

ИСПЫТАНИЯ

Испытания проводились в период декабрь – февраль. Контрольные замеры - февраль 2019 года.

Проведенные ранее исследования [4,5,8] позволили установить шесть параметров оказывающие наиболее существенное влияние на эффективность пылеподавления.

Испытания системы проводились при следующих значениях:

- давление воды у оросителей - 0,4 мпа,
- давление воздуха у оросителей - 0,2 мпа,

количество оросителей - 3 шт,
общий расход воды - 3 л/мин,
диаметр условного прохода сопла - 5 мм,
Рабочая длина факела (при давлении 0,2МПа) - .2-2,5м.

На рисунке 13 изображен блок форсунок в работе

Диспергированная в форсунках жидкость распространялась туманом до 15 метров в длину.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дополним новыми данными уже имеющуюся таблицу с результатами.

Результаты замеров приведены в таблице 6.

Из приведенных данных видно, что эффективность пылеподавления с использованием системы пневмогидравлического орошения увеличивается до 78%, что выше в 1.5 раза по сравнению с типовой системой гидрообеспыливания, установленной на предприятии. Указанное повышение во многом достигнуто за счет оптимизации факела распыла.

Таблица 6. Запылённость воздуха при работе цеха
Table 6. Dustiness of air during the work of the workshop

Место отбора пробы	Запылённость воздуха, мг/м ³			Эффективность пылеподавления, %	
	Без орошения	С включенной установкой пылеподавления УП	С включенной системой пневмогидроорошения	С Типовой системы	Системы ПГО
Точка отбора пробы	142	70	32	49,3	78

Используемые высокопроизводительные форсунки, позволяют создавать равномерный воздушный туман, который распространяясь по длине галереи поглощает угольную пыль и препятствуя её дальнейшему распространению.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Испытаниями опытного образца системы ПГО установлено следующее:

1. Установленная на предприятии система гидроорошения является неудовлетворительной по надежности и эффективности. Работа на существующих параметрах приводит к переувлажнению угля.

2. Промышленные испытания опытного образца системы ПГО полностью подтвердили результаты лабораторных исследований и показали её высокую эффективность.

3. Применение пневмогидравлического способа создания тумана позволяет сократить расход воды до 10 – 12 раз.

4. Применяемые в системе пневмогидравлического обеспыливания форсунки оригинальной конструкции позволяют увеличить надежность работы по сравнению со стандартной системой гидрообеспыливания.

5. Правильная установка и настройка в по-

мещениях, пересыпах и галереях позволит увеличить эффект пылеподавления до 98%. Реализация разработанных рекомендаций позволит снизить запыленность воздуха в помещениях и на рабочих местах до величин близких к предельно-допустимым концентрациям.

6. Для повышения эффективности улавливания и связывания угольной пыли на предприятии целесообразно применять водные растворы агентов, улучшающих её смачивание.

Оснатив систему пневмогидроорошения дозатором, позволит использовать смачиватель в технологическом процессе обеспыливания.

7. Система пневмогидроорошения предназначена для эффективного интернирования агломераций взвешенных частиц в атмосфере.

Создания водовоздушного тумана с оптимальными характеристиками и дисперсией, позволяет применять систему в различных отраслях промышленности, в т. ч. взрывопожароопасных, токсичных и агрессивных сред различных производств сталей, а также для хранения и транспортирования твердого топлива.

Автор статьи выражает благодарность руководству предприятия и его работникам за помощь в организации и проведении работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пажи, Д. Г. Основы техники распыливания жидкостей / Д. Г. Пажи, В. С. Галустов. – М.: Химия, 1984.
2. Витман, Л. А. Распыливание жидкости форсунками / Л. А. Витман, Б. Д. Кацнельсон, И. И. Палеев. – Изд-во «ГЭИ», 1962.
3. Авраменко, С. М. Повышение эффективности пылеподавления при работе очистных комбайнов на основе аэрогидродинамического обеспыливания : дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Авраменко Сергей Михайлович. – Кемерово, 1989. – 165 с.
4. Христофоров, А. А. Повышение эффективности и улучшение характеристик технологии пылеподавления. Разработка системы пылеподавления с использованием энергии воздуха или газа / А. А. Христофоров, П. Ю. Филатов, С. В. Шатилов // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2013. – № 2-2. – С. 88–94.
5. Христофоров, А. А. Разработка системы пылеподавления на основе аэрогидродинамического способа обеспыливания воздуха / А. А. Христофоров, П. Ю. Филатов, А. А. Малахов // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2014. – № 1. – С. 90–95.
6. Изыскать перспективные направления по созданию способов и средств прогнозирования, повышения эффективности управления газовой выделением, борьбы с внезапными выбросами угля и газа и эндогенными пожарами : отчет о НИР / ВостНИИ; исполн. А. А. Мясников, И. Д. Мащенко, С. П. Казаков, В. П. Птицын [и др.]. – Кемерово, 1986. – 78 с.
7. Фукс, Н. А. Механика аэрозолей / Н. А. Фукс. – Москва, 1955.
8. Распыливание Жидкости Форсунками / А. А. Трубицын, А. А. Христофоров (ведущий конструктор ООО «Горный

- ЦОТ»), А. А. Малахов (ведущий конструктор ООО «ВостЭКО»), А. О. Ребятников // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2014. – № 2
9. Дейч, М.Е. Техническая газодинамика/ Дейч М.Е. //Госэнергоиздат, 1961
 10. Гринюк, А. А. Разработка способа пылеподавления и предотвращения воспламенения метана при работе проходческих комбайнов : дис. ...канд. техн. наук : 05.26.01; защищена 10.10.1985 / Гринюк Алексей Алексеевич. – Кемерово, 1985. – 142 с.
 11. Создать и освоить аэрогидродинамическую систему обеспыливания при работе очистных комплексов для пластов мощностью до 4,5 м с углом падения до 35° : отчет о НИР / ВостНИИ; исполн. Авраменко С. М., Трубицын А. В., Медведев В. Т., Бугримова Э. С., Большаякова Т. В. – Кемерово, 1988. – 31 с.
 12. Провести исследования по созданию принципиально новых сред, обеспечивающих значительное (по ПДК) снижение запыленности воздуха : отчет о НИР / ВостНИИ; исполн. Авраменко С. М., Трубицын А. В., Удотов С. В., Пищалина Т. Н., Медведев В. Т., Донсков Ю. И., Чикунова Г. В., Большакова Т. В. – Кемерово, 1985. – 60 с.
 13. Х. Грин, В. Лейн, Аэрозоли - пыли, дымы и туманы –Издательство «Химия» ленинградское отделение, 1972 г.
 14. М.Ю. Коптев. Анализ применяемых оросителей на технических устройствах в угольных шахтах Кузбасса для пылеподавления и предупреждения фрикционного искрения»/ Вестник НЦ ВостНИИ 2-2018
 15. С.М. Авраменко, А.В. Трубицын, С.В. Удотов, В.Т. Медведев, Ю.И. Донсков, Г.В. Чикунова, Т.В. Большакова. Провести исследования по созданию принципиально новых средств, обеспечивающих значительное (до ПДК) снижения запыленности воздуха. Изыскать возможность создания аэрогидродинамического способа обеспыливания воздуха при работе выемочных комбайнов. Отчет о научно-исследовательской работе, 1985- 60 с.

REFERENCES

1. Paji, D. G., & Galustov, V. S. (1984). *Osnovy tekhniki raspylivaniya zhidkostey [Fundamentals of fluid spraying]*. Moscow: Himiya. [In Russian]
2. Vitman, L. A., Katsnel'son, B. D., & Paleev, I. I. (1962). *Raspylivaniye zhidkosti forsunkami [Spraying fluid nozzles]*. Moscow: GEI. [In Russian]
3. Avramenko, S. M. (1989). *Povysheniye effektivnosti pylepodavleniya pri rabote ochistsnykh kombaynov na osnove aerogidrodinamicheskogo obespylivaniya [Improving the effectiveness of dust suppression during operation of combines based on aero-hydrodynamic dedusting]* (Candidate dissertation, 1989). Kemerovo. [In Russian]
4. Hristoforov, A. A., Filatov, P. J., & Shatirov, S. V. (2013). *Povysheniye effektivnosti i uluchsheniye kharakteristik tekhnologii pylepodavleniya. Razrabotka sistemy pylepodavleniya s ispol'zovaniyem energii vozdukha ili gaza [Improving the efficiency and improving the performance of dust suppression technology. Development of dust suppression system using air or gas energy]*. *Bulletin Of Research Center For Safety In Coal Industry*, 2(2), 88-94. [In Russian]
5. Hristoforov, A. A., Filatov, P. J., & Malahov, A. A. (2014). *Razrabotka sistemy pylepodavleniya na osnove aerogidrodinamicheskogo sposoba obespylivaniya vozdukha [Development of a dust suppression system based on the aero-hydrodynamic method of air dedusting]*. *Bulletin Of Research Center For Safety In Coal Industry*, (1), 90-95. [In Russian]
6. Myasnikov, A. A., Mash'enko, I. D., Kazakov, S. P., & Ptizyn, V. P. (1986). *Izyskat' perspektivnyye napravleniya po sozdaniyu sposobov i sredstv prognozirovaniya, povysheniya effektivnosti upravleniya gazovydeleniyem, bor'by s vnezapnymi vybrosami uglia i gaza i endogennymi pozharam [To find promising directions for creating methods and means of forecasting, increasing the efficiency of gas emission control, and combating sudden coal and gas emissions and endogenous fires]* (Rep.). Kemerovo: VostNII. [In Russian]
7. Fuks, N. A. (1955). *Mekhanika aerorozley [Mechanics of aerosols]*. Moscow: Nedra. [In Russian].
8. Trubitsyn, A. A., Hristoforov, A. A., Malahov, A. A., & Rebyatnikov, K. O. (2014). *Raspylivaniye Zhidkosti Forsunkami [Spraying Liquid Injectors]*. *Bulletin Of Research Center For Safety In Coal Industry*, (2), 90-95. [In Russian]
9. Deych, M. E. (1961). *Tekhnicheskaya gazodinamika [Technical gas dynamics]*. Moscow: Gosenergoizdat. [In Russian]
10. Grinyuk, A. A. (1985). *Razrabotka sposoba pylepodavleniya i predotvrashcheniya vosplamneniya metana pri rabote prokhodcheskikh kombaynov [Development of a method of dust suppression and preventing the ignition of methane when working tunneling machines]* (Candidate dissertation, 1989). Kemerovo. [In Russian]
11. Avramenko, S. M., Trubitsyn, A. V., Medvedev, V. T., & Etc. (1988). *Sozdat' i osvoit' aerogidrodinamicheskuyu sistemu obespylivaniya pri rabote ochistsnykh kompleksov dlya plastov moshchnost'yu do 4,5 m s uglom padeniya do 35° [To create and master the aero-hydrodynamic dedusting system during the operation of sewage treatment plants for layers up to 4.5 m with a dip angle of up to 35 °]* (Rep.). Kemerovo: VostNII. [In Russian]
12. Avramenko, S. M., Trubitsyn, A. V., Udotov, S. V., & etc. (1985). *Provesti issledovaniya po sozdaniyu printsipial'no novykh sred, obespechivayushchikh znachitel'noye (po PDK) snizheniye zapylennosti vozdukha [Conduct research to create fundamentally new environments that provide a significant (by MPC) reduction of air dust]* (Rep.). Kemerovo: VostNII. [In Russian]
13. Green, H., & Lain, V. (1972). *Aerозоли - пыл, дымы и туманы [Aerosols - dust, smoke and fog]*. Lenengrad: Himiya. [In Russian]
14. Koptev, M. Y. (2018). *Analiz primenyayemykh orositeley na tekhnicheskikh ustroystvakh v uglonnykh shakhtakh Kuzbassa dlya pylepodavleniya i preduprezhdeniya friktsionnogo iskreniya [Analysis of used sprinklers on technical devices in the coal mines of Kuzbass for dust suppression and prevention of friction sparking]*. *Vestnik VostNII*, (2). [In Russian]
15. Avramenko, S. M., Trubitsyn, A. V., Medvedev, V. T., Udotov, S. V., Donskov, Y. I., & Etc. (1985). *Prvesti issledovaniya po sozdaniyu printsipial'no novykh sredstv, obespechivayushchikh znachitel'noye (do PDK) snizheniya zapylennosti vozdukha. Izyskat' vozmozhnost' sozdaniya aerogidrodinamicheskogo sposoba obespylivaniya vozdukha pri rabote vymoyechnykh kombaynov. [Prvt research on the creation of fundamentally new tools that provide significant (up to MPC) air dust reduction. To find the possibility of creating an aero-hydrodynamic method of dedusting air during operation of the scrubbers.]* (Rep.). Kemerovo: VostNII. [In Russian]

СИСТЕМЫ
ПНЕВМОГИДРООРОШЕНИЯ
ДЛЯ БОРЬБЫ С ПЫЛЬЮ В
МЕСТАХ ПЕРЕГРУЗКИ И
ХРАНЕНИЯ ПЫЛЯЩИХ ГРУЗОВ

Уникальная система
пылеподавления создаёт
водовоздушный туман на пути
облака, который поглощает
угольную пыль и препятствует её
дальнейшему распространению.

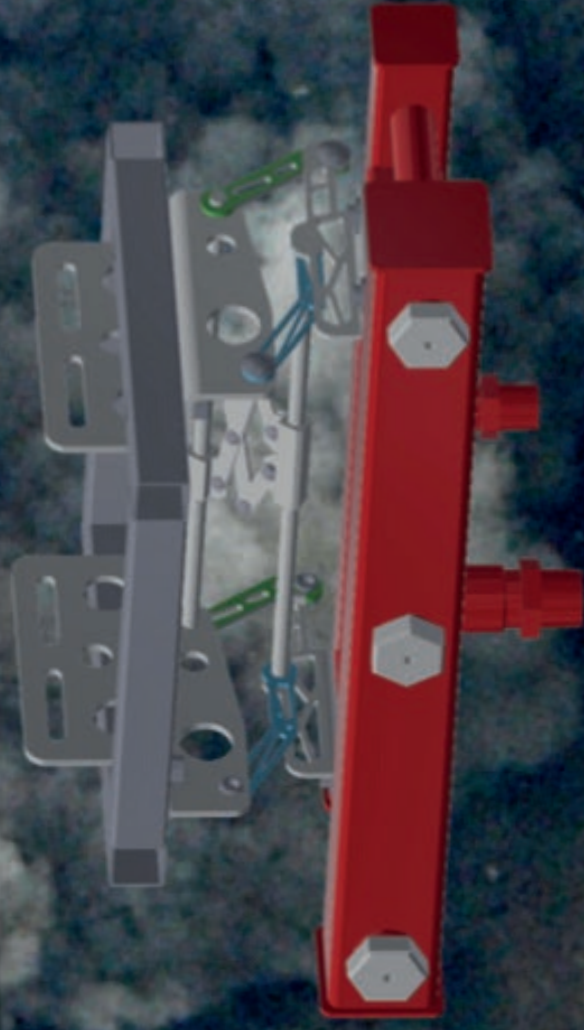
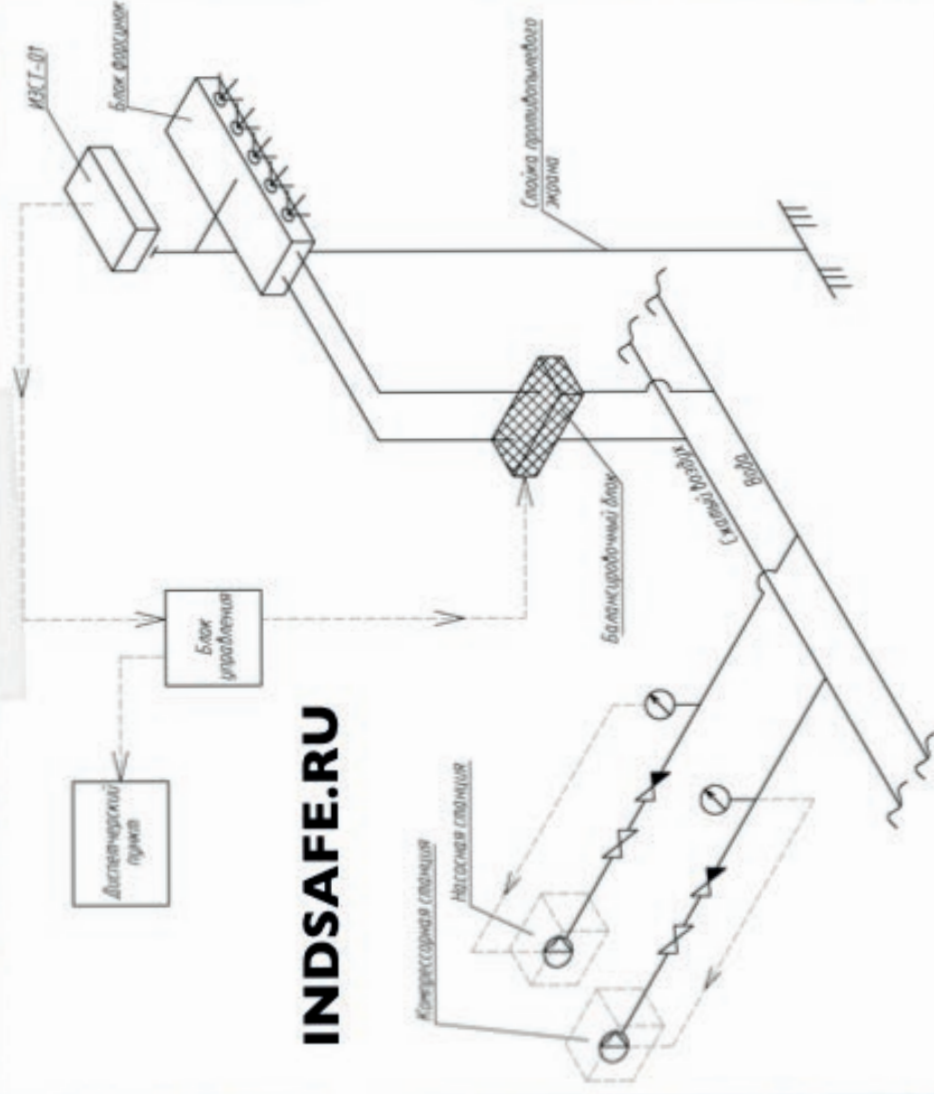
Снижение расхода воды до 12
раз, рабочее давление 5 атм,
расход воды от 0,5 л/мин на 1
форсунку

Может использоваться со спец
добавкой для работы при
отрицательных температурах

Разработан новый тип
распыления - сухой туман, не
замерзает до -40 С
(дисперсность от 3,5 мкм)

Система и форсунки
запатентованы

INDSAFE.RU



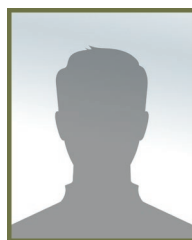
I. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ГЕОМЕХАНИКА

I. INDUSTRIAL SAFETY AND GEOMECHANICS



В.В. Иванов //
V.V. Ivanov

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



В.В. Семенов //
V.V. Sementsov

канд. техн. наук, заведующий лабораторией горной геомеханики АО «НЦ ВостНИИ», Россия, 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3
candidate of technical sciences, mining geomechanics laboratory head of AO "ScC VostNII", Russia, 650002, Kemerovo, Institutskaya St., 3



К.Х. Ли // K.Kh.Li

научный сотрудник лаборатории борьбы с газодинамическими проявлениями АО «НЦ ВостНИИ», ВостНИИ», Россия, 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3
scientific researcher of gas-dynamic manifestation suppression laboratory, AO "ScCVostNII", Russia, 650002, Kemerovo, Institutskaya St., 3

УДК 622.273.18

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ НА КРЕПЬ С УЧЕТОМ ЗОНЫ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД ВОКРУГ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

SPECIFIC PRESSURE ON THE SUPPORT ESTIMATION WITH THE ACCOUNT OF ROCK DESTRUCTION ZONE AROUND THE DEVELOPMENT WORKING

Рассматривается задача об образовании зоны разрушения горных пород вокруг горизонтальной подготовительной выработки. Установлена связь размеров зоны пластической деформации с глубиной ведения горных работ, размерами подготовительной выработки и критическим максимальным касательным напряжением вмещающих пород. На этой основе предложен расчет удельного давления на крепь выработки в зависимости от величины максимального разрушающего касательного напряжения во вмещающих породах. Предоставлен пример расчета давления на крепь подготовительной выработки шахты «Южная», выражающего связь ожидаемого удельного давления разрушенных пород на крепь выработки с геометрическими параметрами выработки, размерами зоны разрушения и объемным весом пород. Выведена графическая зависимость величины удельного давления на крепь от величины максимального разрушающего касательного напряжения пород кровли.

The task of rock destruction zone formation around a level development working is considered. Plastic deformation zone size relationship with the depth of mining operations, the size of the development working and the critical maximum tangential stress of the bedding rocks has been established. On this basis, calculation of the specific pressure on the working support, depending on the magnitude of the maximum breaking shear stress in the bedding rocks is proposed. An example is given of calculating the pressure on the development working support of the "Yuzhnaia" mine, which expresses the relationship between the expected specific pressure of the destroyed rocks on the working support and the working geometric parameters, the destruction

zone size and the rocks bulk density. A graphical dependence of the specific pressure on the support value on the value of the maximum destructive shear stress of the roof rocks is derived.

Ключевые слова: РАЗРУШАЮЩЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ВЫРАБОТКА, ЗОНА РАЗРУШЕНИЯ, УДЕЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ НА КРЕПЬ, ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, КАСАТЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, КРЕПОСТЬ УГЛЯ, ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВЫРАБОТКИ.

Key words: DESTRUCTIVE STRESS, DEVELOPMENT WORKING, DESTRUCTION ZONE, SPECIFIC PRESSURE ON SUPPORT, MINE ROCKS, SHEAR STRESS, COAL HARDNESS, WORKING GEOMETRIC PARAMETERS

Рассмотрим задачу о размерах зоны пластической деформации (зоны разрушения) вокруг горизонтальной подготовительной выработки цилиндрической формы. Для простоты вычислений предположим, что выработка находится в условиях всестороннего равномерного сжатия, причем напряжение на глубине H равно ρgH , где ρ - плотность пород, g - ускорение свободного падения. Если считать выработку длинной, в средней ее части напряжения можно считать зависящими лишь от полярного радиуса, т.е. можно рассматривать задачу в цилиндрической системе координат r, θ, z . Уравнения равновесия в этой системе координат в общем виде записываются [1]

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial z} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} &= 0; \\ \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial \sigma_{\theta z}}{\partial z} + \frac{2}{r} \sigma_{r\theta} &= 0; \\ \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\theta z}}{\partial \theta} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{1}{r} \sigma_{rz} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

В силу симметрии задачи и в силу того, что напряжения должны зависеть лишь от полярного радиуса, в системе уравнений (1) остаются следующие уравнения

$$\begin{aligned} \frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} &= 0; \\ \frac{d\sigma_{rz}}{dr} + \frac{1}{r} \sigma_{rz} &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Последнее уравнение немедленно интегрируется: $\sigma_{rz} = C/r$.

Так как на поверхности выработки отсутствуют касательные напряжения, т.е. при $r=a$, $\sigma_{rz} = 0$ получаем $C=0$.

Будем считать, что вокруг выработки образуется зона разрушенных пород и определим ее размеры, полагая, что в этой зоне максимальные касательные напряжения достигают предельного значения: $\sigma_r - \sigma_\theta = 2k$ где k - предельное (критическое) значение максимального касательного напряжения, при котором наступает разрушение.

Выражая из последнего σ_θ и подставляя в первое уравнение (2), получим дифференциальное уравнение

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{2k}{r} = 0. \quad (3)$$

Решение этого уравнения имеет вид $\sigma_r = -2k \ln(r) + c_1$, где c_1 - постоянная интегрирования, которая может быть определена из граничного условия равенства нулю радиальной компоненты напряжения на контуре выработки, т.е. при $r=a$.

Из этого условия находим $c_1 = 2k \ln a$.

Таким образом, решение нашей задачи имеет вид:

$$\sigma_r = -2k \ln(r/a). \quad (4)$$

Поскольку на границе зоны разрушения напряжения восстанавливаются до уровня $-\rho gH$, то приравнявая напряжение (4) к этой величине, получаем уравнение $\sigma_r = -2k \ln(r^*/a) = -\rho gH$, где r^* - радиус границы зоны разрушения. Откуда находим:

$$r^* = a \exp(\rho gH / 2k). \quad (5)$$

Легко также рассчитать трансверсальную компоненту тензора напряжений $\sigma_\theta = -2k(\ln(r/a) + 1)$.

Ниже на рисунке 1 приведен расчет зависимости толщины зоны разрушения \bar{r} (разности между r^* и a) от критического значения касательного напряжения k и глубины ведения горных работ. Как видно из рисунка и полученной расчетной зависимости (5), размер зоны разрушения существенно зависит от критического значения максимального касательного напряжения, глубины ведения горных работ и диаметра выработки. Расчет на рис.1 проведен для диаметра выработки 8,6 м, однако эти данные легко пересчитать, учитывая, что толщина зоны разрушения прямо пропорциональна диаметру выработки.

Из рисунка видно, что при значении $k=3 \cdot 10^6$ Па, характерном для пород кровли, размер зоны разрушения меняется в зависимости от глубины ведения горных работ от 2,1 до 6,3 метров.

Рассчитаем удельное давление на крепь

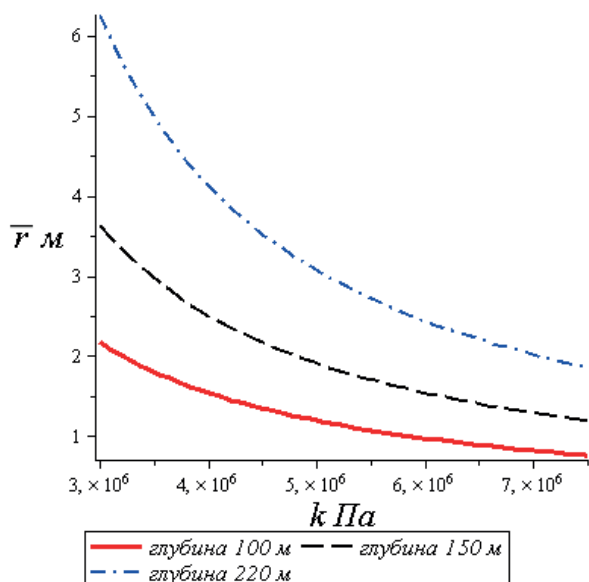


Рисунок 1 – Зависимость толщины зоны разрушения вокруг подготовительной выработки от максимального критического значения касательного напряжения
 Figure 1 - Destruction zone thickness around the development working dependence on tangential stress maximum critical value

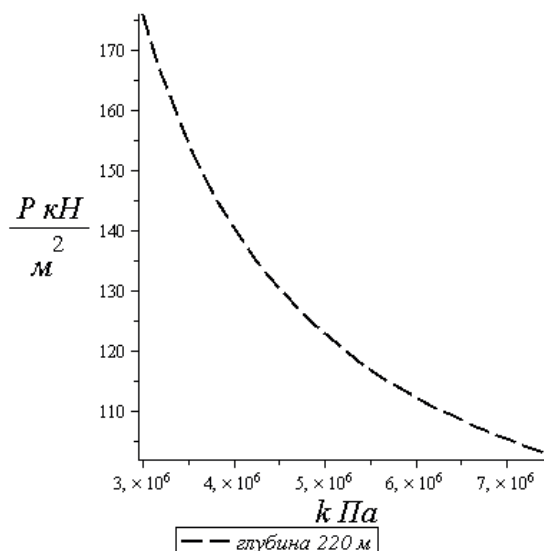


Рисунок 2 – Зависимость величины удельного давления на крепь от величины максимального разрушающего касательного напряжения пород кровли
 Figure 2 - Specific pressure on the support value dependence on the roof rocks maximum destructive shear stress value

Таблица 1. Исходные данные для расчета давления на крепь подготовительной выработки (Шахта «Южная»)

Table 1. Baseline data for calculating the pressure on the development working support (Mine "Yuzhnaia")

Высота вентиляционного штрека 10Л	3,6 м
Ширина вентиляционного штрека 10Л	5,1 м
Глубина ведения горных работ (расчетная)	220 м
Крепость угля по шкале проф. М.М. Протодьяконова	1,0
Угол падения пласта	6 – 9 град
Средневзвешенный объемный вес пород кровли	25 кН / м³

подготовительной выработки на примере шахты «Южная». Исходные данные для расчета представлены в таблице 1.

Расчет проводим согласно инструкции [2] по формуле, выражающей связь ожидаемого удельного давления на крепь выработки разрушенных пород с геометрическими параметрами выработки, размерами зоны разрушения и объемным весом пород.

$P = (2/3)(r^* - a)\gamma$, где γ - объемный вес пород кровли; P - удельное давление на крепь подготовительной выработки. Остальные обозначения совпадают с ранее введенными в формуле (5).

С учетом (5) формула для удельного давления на крепь может быть переписана следующим образом:

$$P = (2/3)\alpha\gamma \exp(\rho gH / 2k). \quad (5)$$

Ниже, на рисунке 2, приведена зависимость

удельного давления на крепь подготовительной выработки от максимального разрушающего касательного напряжения пород кровли на примере шахты «Южная». Как показывают результаты расчетов, при максимальном касательном напряжении порядка 3 Мпа, удельное давление на крепь подготовительной выработки достигает величины порядка 175 кН/м². При максимальном касательном разрушающем напряжении пород кровли порядка 4 Мпа удельное давление на крепь получается порядка 140 кН / м². Таким образом, учет размеров зоны разрушения вокруг подготовительной выработки позволяет более корректно определять удельное давление на крепь. Решая обратную задачу, мы можем для конкретных условий проведения выработки по измеренным размерам зоны разрушения находить предельную величину максимальных касательных напряжений, приводящих к разрушению горных пород вокруг подготовительных выработок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.:Наука, 1979. – 744 с. Курленя М. В., Опарин В. Н. Проблемы нелинейной геомеханики // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1999. № 3. С. 12–26.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах», утвержденная приказом Ростехнадзора № 610 от 17.12.2013 и зарегистрированная в Минюсте России 19.02.2014 № 31354.

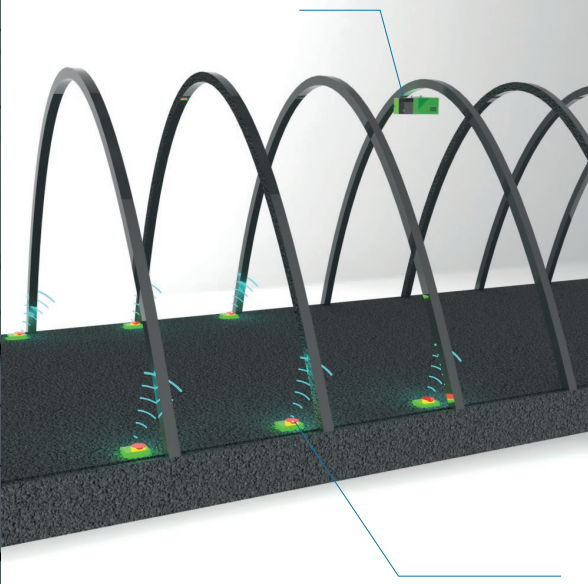
REFERENCES

1. Rabotnov, Yu.N. (1979). Mekhanika deformiruiemogo tverdogo tela [Mechanics of a deformable solid]. Moscow: Nauka [in Russian].
2. Ob utverzhenii Federalnykh norm i pravil v oblasti promyshlennoi bezopasnosti "Instruktsiia po raschetu i primeneniiu ankernoi krep'i na ugolnykh shakhtakh": Prikaz federalnoi sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 17 dekabria 2013 goda N 610 [On approval of Federal norms and rules in the field of industrial safety "Instructions for the calculation and use of anchor support in coal mines": Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision of December 17, 2013 N 610]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/499066486> [in Russian].

МОНИТОРИНГ НА НОВОМ УРОВНЕ

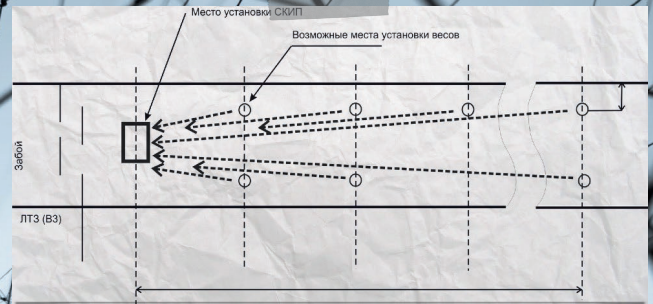


Интеллектуальная система непрерывного автоматического контроля пылеотложений в горных выработках

СКИП с модулем сбора информации и системой оценки пылеотложения с использованием нейросети



indsafe.ru
ООО "Горный-ЦОТ"

весы с радиоканалом для передачи данных в головное устройство (СКИП)

II. ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ II. FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY



С.Б. Романченко // S. B. Romanchenko
romanchenkosb@mail.ru

д-р техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Россия, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12
doctor of technical sciences, assistant professor, leading researcher of FGBU VNIIPPO MChS of Russia, microdistrict 12, VNIIPPO, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russia



П. Я. Цесьлик // Piotr Cieřlik
piotr.cieslik@pendi.pl

канд. техн. наук, технический директор "ПИОМАР КОМПАНИ" СЦ, Польша, 43-200 г. Пшчина, улица братня 17.
candidate of technical sciences, technical director "PIOMAR COMPANY" SC, 43-200 PSZCZYNA, UL. BRATNIA 17, Poland

УДК 622.82

ИСПЫТАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ВЗРЫВОВ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ

TESTING OF INTEGRATED MODULES FOR EXTINGUISHING UNDERGROUND FIRES AND PREVENTING COAL DUST EXPLOSIONS

В статье рассмотрены результаты экспериментального определения огнетушащей способности интегрированного модуля, разработанного для спасательного комплекса на базе монорельсового шахтного транспорта. В комплексе реализовано обеспечение средств пожаротушения гидравлической энергией от монорельсового источника тяги. В рамках проведенных работ изготовлены и испытаны интегрированные модули для предупреждения повторных взрывов (оперативное ослабление аварийных выработок) и пожаротушения (классы пожаров А,В,С). Модули предназначены для профессиональных горноспасательных подразделений и шахтных спасательных формирований и могут использоваться во время плано-профилактических или аварийно-спасательных работ.

The article deals with the results of experimental determination of fire-extinguishing capacity of the integrated module developed for the rescue complex on the basis of monorail mine transport. The complex provides fire extinguishing equipment with hydraulic energy from the monorail traction source. Part of the works constructed and tested (test firing) integrated modules to prevent recurrent explosions (operational olanzapine emergency openings) and fire (fire classes A,B,C). The modules are designed for professional mine rescue units and mine rescue units and can be used both during planning and preventive and emergency rescue operations.

Ключевые слова: ПОЖАР, ОБЪЕМНОЕ ТУШЕНИЕ, ВЗРЫВ, СПАСАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ, ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ, МОНОРЕЛЬСОВЫЙ ТРАНСПОРТ, ЛОКОМОТИВ, СОСТАВ

Key words: ACCIDENT, FIRE, VOLUME EXTINGUISHING, EXPLOSION, RESCUE WORK, HYDRAULIC ENERGY, MONORAIL TRANSPORT, LOCOMOTIVE.

ВВЕДЕНИЕ

При ликвидации подземных аварий профессиональные горноспасательные службы ВГСЧ МЧС России (далее - ВГСЧ) и шахтные горноспасательные формирования (ВГК) выполняют работы, требующие применения пожаротушающей техники, средств механизации, средства для разборки завалов и др. При этом ликвидация сложных пожаров происходит в условиях угрозы взрыва метана и угольной пыли.

Ликвидация сложных подземных пожаров и взрывов требует применения средств специальной доставки и наличие источников автономной энергии (пневматической либо гидравлической – для взрывоопасных сред) непосредственно на аварийном участке.

Общее количество позиций оборудования и специального оснащения ВГСЧ по действующим нормативам [1,2,3,4] составляет 94 позиции, в том числе предусматривается наличие Комплекта приспособлений для

передвижений по монорельсу (1 комплект на горноспасательный отряд)¹[1]. С учетом этого в ходе плановой НИР ФГБУ ВНИИПО МЧС России была принята концепция создания модульной транспортно-энергетической системы с переменным числом модулей (КАВР):

1. Непосредственно монорельсовое транспортное средство, которое предполагает использование в качестве движущего средства дизельных либо аккумуляторных агрегатов (локомотивы либо манипуляторы с различным тяговым усилием). Формирование монорельсового состава определяется мощностью локомотива, видом аварии, ее динамикой и целью проводимых горноспасательных работ.

2. Все типы монорельсовых транспортных средств обеспечивают циркуляцию эмульсии (масла) в своих гидравлических системах с расходом и давлением достаточным для автономной работы на аварийном участке средств механизации горноспасательных работ и установок порошкового пожаротушения [5].

3. Высокопроизводительные шахты РФ непрерывно оснащаются дизельными монорельсовыми транспортными средствами производства ряда ведущих фирм [6,7]. Практически все модули КАВР могут использоваться при нормальном периоде работы шахт, их модификация для нужд ВГСЧ (ВГК) осуществляется за период 10-15 минут.

4. В состав переменного числа модулей включаются:

- модули со средствами механизации трудоемких операций по разрушению (разборке) конструкций и дроблению и перемещению за пределы аварийного участка крупных фракций угля или породы;

- интегрированный модуль пожаротушения с совмещенными функциями предупреждения взрыва² (ИМОП);

- специализированные транспортные модули (модифицируемая транспортно-грузовая горноспасательная кабина; спасательный модуль первой помощи и др.).

1. СТЕНДОВАЯ БАЗА ДЛЯ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Исходя из необходимости тушения в угольных шахтах пожаров, относимых к классам А, В, С (при возникновении аварии электроэнергия в шахтах отключается, пожары

класса Е в рамках проведенных исследований не рассматривались) были приняты требования к модельным очагам пожара – для классов А и В – применены соответственно штабель из дерева и противень³ площадью 1,73 м². Испытания в условиях газового горения (пожар класса С) проведены на базе шахтного стенда с системой горелок (рисунок 1). Стенд представляет собой штрек длиной 10 м с арочной крепью. В тупиковой части опытного штрека расположена равномерно распределенная по сечению забоя система из 28 метановых горелок. Схема подвода газа и процесс его воспламенения приведены на рисунке 1.

Использование стенда предусматривает получение шахтерами практических навыков по тушению метана. На первом этапе обучения шахтеры убеждаются неэффективности тушения метана посредством водной струи или воздушно-пенных огнетушителей (верхние фрагменты на рисунке 2). Одновременно с этим применение одного порошкового огнетушителя емкостью 8-10 дм³ обеспечивает тушение 28 горелок за время не более 5-7с (нижние фрагменты рисунка 2).

Модельные очаги пожаров класса А и В при испытаниях располагались на открытой площадке рядом с опытным штреком, тушение метана модулями ИМОП проводилось в тупиковой части штрека (аналогично испытаниям на рисунке 2).

2. ОГНЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО МОДУЛЯ ОСЛАНЦЕВАНИЯ И ОБЪЕМНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Для предотвращения взрывов угольной пыли в шахтах применяют технический прием разбавления осевшей в горных выработках взрывоопасной угольной пыли негорючей инертной пылью⁴ на основе карбоната кальция СаСО₃ с добавками гидрофобизатора. Инертная пыль имеет неуплотненную насыпную плотность $\gamma_{с.н} = 1,16$ г/см³, что в 2-5,5 раз превышает насыпную плотность взрывоопасной угольной пыли $\gamma_{у.п}$. Процесс нанесения и смешивания инертной и угольной пыли называется осланцеванием и выполняется вручную либо с применением механических осланцевателей, подающих негорючую пыль в аэрозольном состоянии в виде плотной струи из ствола (рисунок 3). Механическое осланцевание выполняется устройствами, обеспечивающими

1 При наличии на обслуживаемом объекте механизированного комплекса для проходки наклонных или вертикальных восстающих выработок.

2 Первичного или повторного взрыва угольной пыли непосредственно в ходе ликвидации ЧС.

3 По ГОСТ Р 55280.4-2009.

4 Второе название – сланцевая пыль. Английская версия названия - stone dust (каменная пыль). Производится по ГОСТ Р-2000. Пыль инертная. Технические условия.



Рисунок 1 – Шахтный стенд для обучения горнорабочих методам борьбы с горением метана в выработках
Figure 1 - Mine stand for training miners in methods of dealing with burning of methane in the workings



Рисунок 2 – Использование водяных, пенных (верхние фрагменты) и порошковых средств тушения метана в опытном штреке
Figure 2 - Use of water, foam (upper fragments) and powder methane quenching means in an experimental drift



Рисунок 3 – Режим механического осланцевания горных выработок
Figure 3 - Mechanical mode of alkalization of mine workings

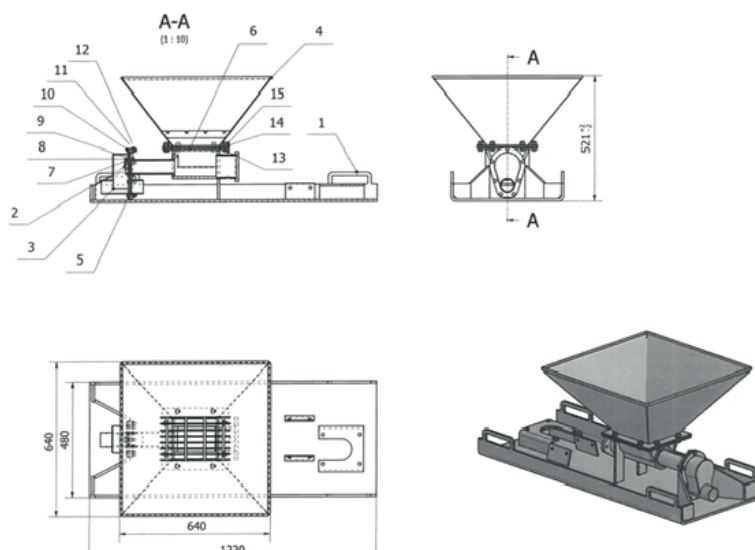


Рисунок 4 – Общий вид и габариты мобильных механических осланцевателей на гидравлическом принципе работы
 Figure 4 - General view and dimensions of mobile mechanical dusters on the hydraulic principle of operation

подачу инертного аэрозоля в объемах 25-250 кг/мин. При этом производится разбавление угольной пыли до концентраций, при которых распространение фронта пламени по выработке будет невозможно (невзрывоопасная смесь содержит 80-87% инертной пыли).

Работы по нейтрализации взрывчатых свойств угольной пыли выполняются шахтами на плановой основе до аварий (рисунок 3) и могут выполняться подразделениями ВГСЧ непосредственно при ликвидации ЧС (например в условиях ликвидации подземного пожара, осложненного наличием метановыделения в шахте).

Для работы в составе КАВР разработана модификация осланцевателя с гидравлическим двигателем (рисунок 4), которая функционирует в 2-х режимах: осланцевание и пожаротушение.

На первом этапе испытаний проведена проверка гипотезы о возможности пожаротушения при помощи стандартной сланцевой пыли. Было установлено, что подача к очагу объемного горения метана сланцевой пыли не оказывает видимого эффекта по снижению интенсивности горения. Тушение модельных очагов горящих жидкостей и твердых горючих материалов сланцевой пылью мало эффективно и сопоставимо с пожаротушением при помощи песка.

Поэтому для интегрированного модуля осланцевания и пожаротушения (ИМОП) применены специальные технические решения, повысившие их возможности в тушении пожа-

ров классов А, В, С. В ходе огневых испытаний применен порошок POL-FIRE SUPER (Польша), предназначенный для тушения пожаров классов А,В,С,Е (рисунок 5).

В ходе испытаний были задействованы два осланцевателя с пневматическим приводом от компрессора MARS-Z1 и с гидравлическим приводом MARS-H.

Технические характеристики механических осланцевателей с функцией пожаротушения приведены в таблице 1. В двигатели устройства осланцевания/пожаротушения, запитываемые от гидравлической системы локомотива (MARS-H), подается агент или обедненная водомаслянная эмульсия. Один из двигателей приводит в движение турбину, создающую сжатый воздух. Другой двигатель вращает червяк, служащий для подачи инертной пыли в камеру выходного корпуса. Двигатели позволяют независимо регулировать обороты и производительность. После заполнения засыпного бункера порошком он подается червячным питателем в камеру выходного корпуса, в которой твердые частицы смешиваются со сжатым воздухом. Аэрозоль в высокой концентрации подается в систему рукавов и посредством ствола направляется на осланцовываемые поверхности или к очагу пожара при его тушении.

Динамика тушения горящего метана в 28 горелках по сечению опытного штрека (этапы 1-4) представлена на рисунке 6. Динамика тушения горячей жидкости (бензин) за счет работы осланцевателя представлена на рис. 7.



Рисунок 5 – Пневматический MARS-Z1 (слева), гидравлический MARS-H (справа) осланцеватели, а также огнетушащий порошок для тушения пожаров класса А, В, С-Е
Figure 5 - Pneumatic MARS-Z1 (left), hydraulic MARS-H (right) sprinklers, as well as fire extinguishing powder for extinguishing class A, B, C-E fires



Рисунок 6 - Процесс объемного тушения горящего метана модулем ИМОП
Figure 6 - The process of volumetric extinguishing of burning methane by the IMOP module



Рисунок 7 – Процесс тушения бензина модулем ИМОП
Figure 7 - Gasoline extinguishing process by the IMOP module

Таблица 1 - Технические характеристики осланцевателей (в составе модуля ИМОП)
Table 1 - Technical characteristics of the duster (as part of the IMOP module)

Параметр	MARS-H	MARS-Z1
Габариты ДхШхВ, мм	1220 x 640 x 521	1320 x 910 x 1115
Вес (без шлангов), кг	96	217
Объем засыпного бункера, м ³	0,062 - 0,275	0,18 или 0,36
Питание	Гидравлическое масло или водомасляная эмульсия HFA-E с концентрацией $\geq 0,3\%$	Сжатый воздух от компрессора
Рабочее давление, МПа	12 – 28 (гидравлическая система дизелевоза)	0,2-0,6 (сжатый воздух)
Расход потребляемого масла, л/мин	Регулируемый от 60 до 120	-
Шланги для подачи порошка (внутренний диаметр / длина шланга / max.длина става) , м	0,05 / 20 / 60	0,05 / 20 / 900
Подача порошка, кг/мин	25 - 60	250 кг/мин - до 180 м; ¹ 170 кг/мин - до 300 м; 57 кг/мин - до 900 м;
Температура среды, ° С	от 0 ° С до +40 ° С	

Таблица 2 - Результаты тушения модельных очагов пожара модулем ИМОП
Table 2 - Results of extinguishing model fires with a IMOP module

Устройство	Модельный очаг пожара	Интенсивность подачи порошка, кг/мин	Время тушения 90% площади пожара, с	Время полного тушения, с
MARS-H	A (дерево)	30	3	6
	B (1,73 м ² , бензин)	30	2	2,2
	C (28 метановых горелок)	30	7 (25 горелок)	10
MARS-Z1	A (дерево)	250	3	5
	B (1,73 м ² , бензин)	250	1	1,3
	C (28 метановых горелок)	250	4,5 (25 горелок)	9

Тушение горящего метана испытанными установками проведено на площади 13 м² с 28 горелками. Подтверждена пожаротушающая способность установок, первоначально разработанных как осланцеватели, для пожаров класса С. В процессе тушения аэрозоль подавался вдоль левого борта выработки, что привело к первоначально быстрому (менее 5 с) тушению 25-26 горелок, однако сохранившееся горение в нижней части правого борта привело к увеличению времени полного гашения почти в 2 раза (таблица 2). Время тушения метана может быть сокращено за счет подачи порошка по центру выработки.

ВЫВОДЫ

Результаты экспериментов позволяют отнести модифицированные модули, первоначально созданные как средства предупреждения взрыва угольной пыли (осланцеватели), к средствам тушения подземных пожаров класса А, В, С. При этом сохраняется их основная функция – предупреждение взрывов пыли непосредственно в ходе работ по ликвидации ЧС.

Натурными испытаниями подтверждена огнетушащая способность модулей ИМОП с интенсивностью подачи порошка 30 – 250 кг/мин. Время полного тушения различных модельных

очагов пожаров класса А, В, С составило от 1,3 до 10 с.

Экспериментально подтверждено, что тушение подземных пожаров при помощи шахтной сланцевой пыли крайне неэффективно, а объемное тушение горящего метана при помощи инертной пыли невозможно. Необходимо использование специальных огнетушащих порошков, испытанных на пожарах класса А, В, С.

Перспективным направлением в развитии транспортной системы горнодобывающих

предприятий является внедрение монорельсового транспорта. Включение в монорельсовые составы специализированных модулей типа ИМОП позволяет обеспечивать средства механизации горноспасательных работ, пожаротушения и предупреждения взрывов энергией от гидравлической системы локомотива и существенно расширяет возможности применения данного вида транспорта при ликвидации ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение о профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях, выполняющих горноспасательные работы (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 27 апреля 2018 г. № 517) - 45 с.
2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2016 году» /МЧС России. М.: ФГБУ ИИ ГОЧС (ФЦ), 2017, 360 с.
3. Устав военизированной горноспасательной части по организации и ведению горноспасательных работ, утвержденный приказом МЧС России от 09.06.17. №251 (зарегистрировано в Минюсте России 24.08.2017, рег. № 47930). – 30с.
4. Правила безопасности в угольных шахтах: М.: Ростехнадзор (Приказ Ростехнадзора № 550 от 19.11.2013), зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации 31.12.2013 N 30961. Романченко С.Б. и др.
5. Романченко С.Б. и др. Комплексное обеспыливание. Горное дело. – М.: 2016. - 288 с.

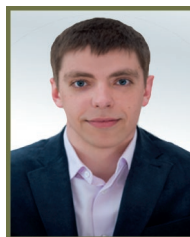
REFERENCES

1. *Polozheniye o professional'nykh avariyno-spasatel'nykh sluzhbakh, professional'nykh avariyno-spasatel'nykh formirovaniyakh, vypolnyayushchikh gornospasatel'nyye raboty* [Provision on professional rescue services, professional rescue teams performing mine rescue], Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation of April 27, 2018 No. 517 (2018). [In Russian]
2. Russia, Russian Emergency Situations Ministry. (2017). *O sostoyanii zashchity naseleniya i territoriy Rossiyskoy Federatsii ot chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera v 2016 godu* [On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2016]. Moscow: FSBI II GOCHS (FC). [In Russian]
3. Russia, Ministry of Justice of Russia August 24, 2017, reg. No. 47930. (n.d.). *Ustav voyenizirovannoy gornospasatel'noy chasti po organizatsii i vedeniyu gornospasatel'nykh rabot, utverzhdenyy prikazom MCHS Rossii ot 09.06.17. №251* [The Charter of the militarized mine-rescue unit on the organization and conduct of mine-rescue operations, approved by order of the Emercom of Russia from 09.06.17. No. 251]. [In Russian]
4. Russia, Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision. (2016). *Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh*: [Safety rules in coal mines:]. Moscow: Ministry of Justice of Russia 31.12.2013 N 30961. [In Russian]
5. Romanchenko, S. B., & Etc. (2016). *Kompleksnoye obespylivaniye* [integrated dedusting]. Moscow: *Gornoye delo*. [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 Str., Kemerovo, 650002, Russia



Т.В. Грунсконой // T.V. Grunskoj

старший преподаватель ФГБОУ ВПО "Ухтинский государственный технический университет", Россия, 169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13
senior lecturer of FGBOU VPO "Ukhta State Technical University, 3, Pervomayskaya Str. Uhta, 169300, Russia

УДК 622.2; 613.6.92; 613.64

БАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАБОТНИКОВ НЕФТЯНЫХ ШАХТ ЯРЕГСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

POINT METHOD RISK EVALUATION OF YAREGA DEPOSIT OIL MINES WORKERS

В статье рассмотрены вопросы сохранения здоровья работников, выполняющих трудовую функцию в соответствии с трудовым договором по проходке горных выработок и добычи высоковязкой нефти термошахтным способом, проанализированы все негативно действующие вредные факторы горного производства в целях продолжения их профессиональной активности и долголетия, улучшения демографической ситуации страны.

Выявление, расчеты, меры по снижению риска формирования профессиональных заболеваний работников ведущих профессий при разработке месторождений тяжелой нефти связано с высоким уровнем заболеваний, вызванных производственными факторами, что является актуальной проблемой, замедляющей развитие экономики, вызывая экономические потери нефтедобывающих предприятий и государства в целом. Высокие уровни профессиональной заболеваемости работников нефтедобывающих шахт – результат вредного воздействия неблагоприятных условий труда на здоровье работников. Исследованы основные производственные факторы, влияющие на профессиональные риски. Представлены расчетные уровни безопасности, возможные риски получения профессиональных заболеваний подземными работниками нефтяных шахт.

The article discusses issues of preserving the health of workers performing their labor function in accordance with the employment contract for mining and extraction of high-viscous oil using the thermo-mining method; all negatively acting harmful factors of mining production are analyzed in order to continue their professional activity and longevity, improve the demographic situation of the country. Identification, calculations, measures to reduce the leading profession workers occupational diseases risk in the development of heavy oil deposits is associated with a high level of diseases caused by production factors, which is a pressing issue that slows down the economy development, causing economic losses of oil producing enterprises and the state as a whole. The high levels of occupational morbidity among workers in oil producing mines are the harmful effect result of adverse working conditions on the workers' health. The main production factors affecting occupational risks are investigated. The estimated levels of safety, the possible risks of occupational diseases for underground workers in oil mines are presented.

Ключевые слова: ЯРЕГСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ, НЕФТЯНЫЕ ШАХТЫ, ТЕРМОШАХТНЫЙ СПОСОБ ДОБЫЧИ НЕФТИ, УСЛОВИЯ ТРУДА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЕРОЯТНОСТЬ, УРОВЕНЬ РИСКА, УРОВНИ БЕЗОПАСНОСТИ, БАЛЬНАЯ ОЦЕНКА.

Key words: YAREGA DEPOSIT OF HIGH-VISCOUS OIL, OIL MINES, THERMO-MINING OIL EXTRACTION METHOD, LABOUR CONDITIONS, OCCUPATIONAL DISEASES, PROBABILITY, RISK LEVELS, POINT METHOD EVALUATION

На нефтедобывающих шахтах Ярегского месторождения высоковязкой нефти сохраняются неудовлетворительные условия труда, которые приводят к развитию производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний различной

этиологии. Проблема осложняется недостаточностью существующих методов анализа, инструментов и нормативно-правовой базы, направленных на снижение уровня профессиональной заболеваемости. Для создания эффективных методов управления рисками возникновения

профессиональных заболеваний, необходима полноценная комплексная система мониторинга здоровья работников на постоянной основе в течение продолжительного периода времени.

В целях оценки степени соответствия состояния условий труда гигиеническим нормативным требованиям и степени влияния на организм человека отклонений от нормативных значений факторов условий труда обычно используется шести балльная система. На основании балльной оценки профессионального риска был выполнен расчет профессиональных рисков для подземного персонала трех нефтяных шахт Ярегского месторождения высоковязкой нефти. Определение уровней профессиональных рисков производилось с использованием материалов специальной оценки условий труда [1 – 5].

Балльная система предполагает – чем выше балл, тем больше несоответствие состояния условий труда на конкретном рабочем месте по данному вредному фактору действующим нормам и тем больше опасное и вредное воздействие его оказывается на организм человека.

Безусловно, эта методология дает положительные результаты при установлении связи влияния отдельных факторов производственной среды на состояние здоровья работников. Методология позволяет выстраивать достоверные математические модели для расчета профессиональных рисков, учитывающие три основные составляющие: уровень воздействия вредного (ных) фактора (ров), длительность его (их) воздействия, а также результирующий признак т. е. состояние здоровья подземных работников нефтяных шахт [2, 6 – 8]. Итоговые результаты проведенных исследований количественной оценки состояния производственной среды по отдельным факторам при их изолированном воздействии приведены в табл. 1.

В качестве балльной оценки по i -му неблагоприятному фактору производственной среды использовались результаты специальной оценки условий труда и соответственно присваивались баллы в следующей зависимости от класса условий труда.

Установив – все факторы производственной среды действуют независимо друг от друга (принцип аддитивности), для оценки обобщенного уровня риска $R_{лс}$ будем иметь:

$$R_{лс} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{лс_i}, \quad (1)$$

где n – число учитываемых факторов среды; $S_{лс_i}$ – уровень безопасности по i -му фактору производственной среды, может быть определен по формуле:

$$S_{лс_i} = \frac{(x_{max} + 1) - x}{x_{max}} \quad (2)$$

где x_{max} – максимальная балльная оценка, принимается (в соответствии с методикой НИИ труда)

$x_{max} = 6$;

x_i – балльная оценка по i -му фактору среды, определяемая по формулам в таблице 1 или по классу условий труда в соответствии с Р 2.2.2006-05.

Величина определяет обобщенный уровень безопасности производственной среды, отнесенный к трудовому стажу.

$$S_{лс} = \prod_{i=1}^n S_{лс_i}, \quad (3)$$

Вероятность профессиональных заболеваний в промежуток времени t_i не зависит от того, были ли заболевания в предыдущем периоде t_{i-1} , что указывает на независимость событий. Тогда вероятность работы без заболеваний (уровень безопасности производственной среды) в течение t лет может быть определена по формуле:

$$S_{лс} = (1 - r_T)^m, \quad (4)$$

где r – годовой профессиональный риск. Из формулы (4) с учетом выражения (3) получаем:

$$r_T = 1 - \sqrt[m]{\prod_{i=1}^n S_{лс_i}}, \quad (5)$$

где m – трудовой стаж (25 лет).

Расчеты по формуле (5) оказались близки к данным, получаемым по фактическим показателям заболеваемости. Расчет уровня безопасности по каждому рабочему месту подземного персонала представлен в таблице 1 и на рисунке 1.

Проведенные исследования показали высокий риск получения профессиональных заболеваний группой подземных работников трех нефтяных шахт Ярегского месторождения, в наибольшей степени подвержены профессиональному риску следующие профессии: проходчик, крепильщик, машинист горных выемочных машин, оператор по добыче нефти и газа.

Наиболее безопасными, с точки зрения получения профзаболевания, рабочими местами являются рабочие места горнорабочих подземных и дорожно-путевых работников. Для работников участка проходки и расширения горных выработок и участка добычи нефти наблюдается высокий уровень риска по трем параметрам: повышенный уровень шума, вибрации, физические перегрузки.

Таблица 1. Рассчитанные уровни безопасности производственных факторов на рабочих местах подземного персонала Ярегских нефтешахт
 Table 1. Calculated safety levels of production factors at Yarega underground personnel workplaces

Наименование рабочего места	Уровни безопасности S_{pc} по i -му производственному фактору										Обобщенный уровень безопасности
	Химический	АЛДФ	Шум	Вибрация общая	Вибрация локальная	Неионизирующие излучение	Микроклимат	Световая среда	Тяжесть трудового процесса	Напряженность трудового процесса	
Проходчик	0,83	0,67	0,33	0,83	0,5	-	0,83	-	0,5	-	0,0316
Машинист горных выемочных машин	0,83	0,33	0,5	0,67	0,67	-	0,83	-	0,83	-	0,0423
Крепильщик	0,83	0,67	0,33	0,83	0,5	-	0,83	-	0,5	-	0,0316
Горнорабочий подземный	0,83	0,83	0,67	0,83	-	-	0,83	-	0,83	-	0,264
Оператор по добыче нефти и газа	0,67	0,83	0,67	0,83	-	-	0,33	-	0,5	-	0,0510
Электрослесарь подземный	0,83	0,83	0,67	0,83	-	0,83	0,83	0,83	0,83	-	0,182
Механик	0,83	0,83	0,67	0,83	-	-	0,83	0,83	0,83	-	0,219
Машинист электровоза шахтного	0,83	0,83	0,67	0,83	0,83	-	0,83	-	0,83	-	0,219
Дорожно-путевой рабочий	0,83	0,83	0,83	-	0,83	-	0,83	-	0,67	-	0,264
Мастер	0,83	0,83	0,67	0,83	-	-	0,83	0,83	0,83	-	0,219

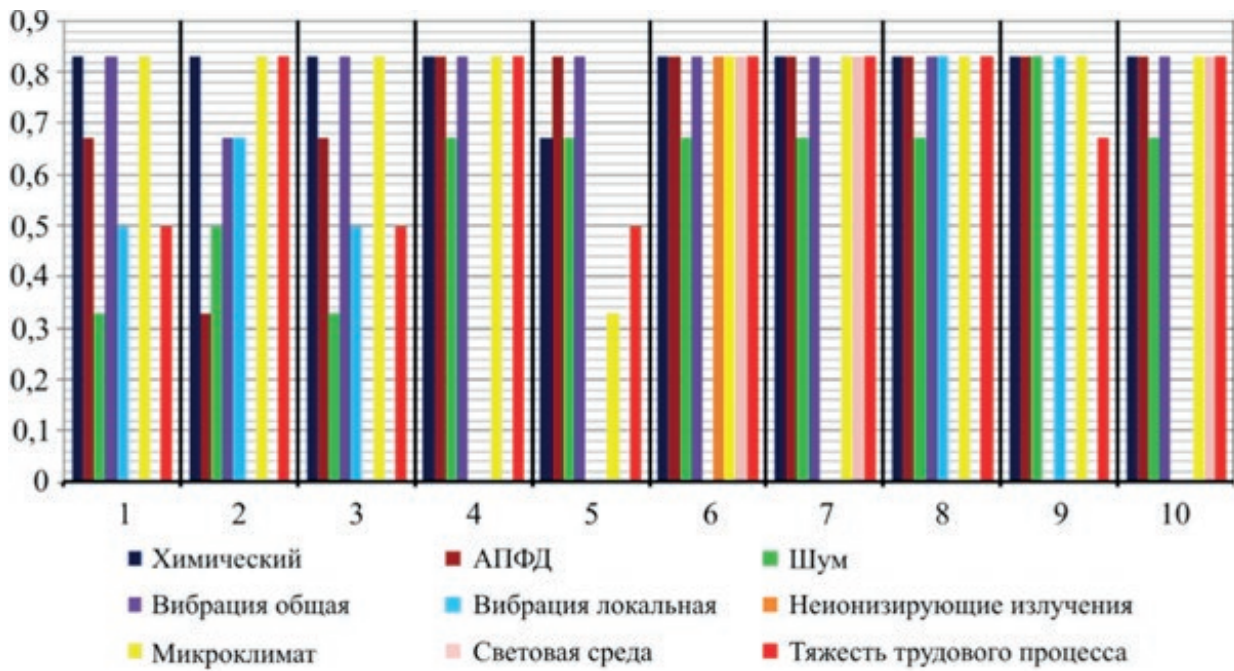


Рисунок 1. Диаграмма средних значений уровней безопасности производственных факторов рабочих мест подземного персонала нефтешахт 1 – проходчик; 2 – машинист горных выемочных машин; 3 – крепильщик; 4 – горнорабочий подземный; 5 – оператор по добыче нефти и газа; 6 – электрослесарь; 7 – механик; 8 – машинист; 9 – дорожно-путевой рабочий; 10 – мастер
 Figure 1. Oil mines underground personnel workplaces production factors safety levels average values diagram 1 – drift miner; 2 - operator of mining excavation machines; 3 - timberman; 4 - underground miner; 5 - oil and gas production operator; 6 - electrician; 7 - the mechanic; 8 – machine operator; 9 - road worker; 10 – foreman

Таблица 2. Сводная таблица безопасности и риска получения профессионального заболевания подземными работниками нефтешахт

Table 2. Summary table of safety and occupational disease obtaining risk by oil mine underground workers

Наименование рабочего места	Обобщенный показатель безопасности	Обобщенный уровень риска	Максимально допустимый уровень обобщенного риска	Отклонение фактического уровня профессионального риска от максимально допустимого, %
Проходчик	0,0316	0,968	0,82	18,04
Машинист горных выемочных машин	0,0423	0,958	0,82	16,83
Крепильщик	0,0316	0,968	0,82	18,05
Горнорабочий подземный	0,264	0,736	0,67	9,85
Оператор по добыче нефти и газа	0,0510	0,949	0,82	15,73
Электрослесарь подземный	0,182	0,818	0,78	4,87
Механик	0,219	0,781	0,73	6,99
Машинист электровоза шахтного	0,219	0,781	0,73	6,99
Дорожно-путевой рабочий	0,264	0,736	0,67	9,85
Мастер	0,176	0,781	0,73	6,99

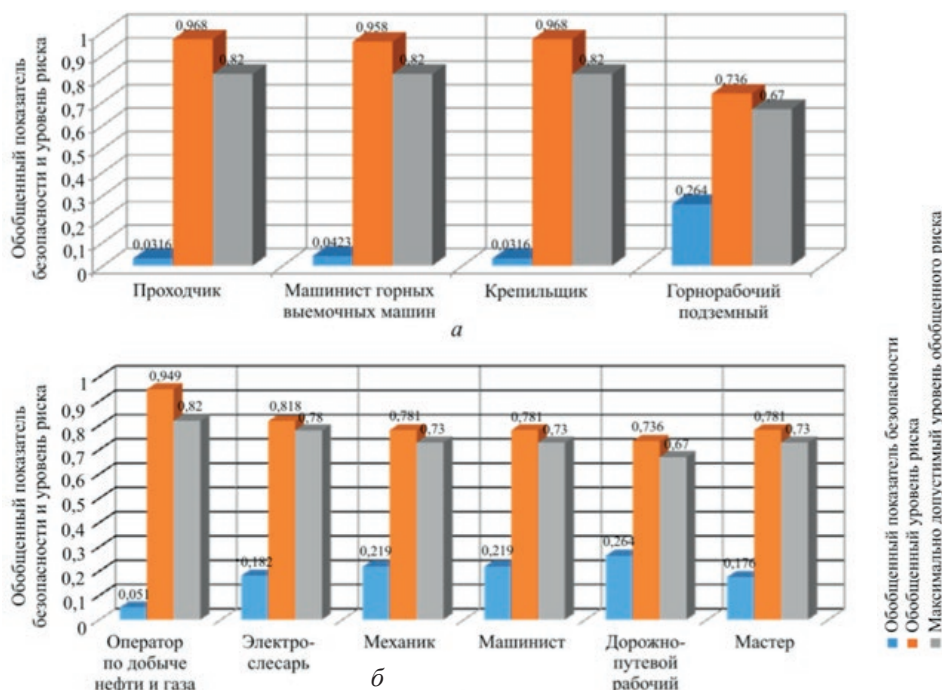


Рисунок 2. – Диаграмма безопасности и риска получения профессионального заболеваний работниками нефтяных шахт а – работников участка проходки и расширения горных выработок Ярегских нефтешахт; б – подземного персонала Ярегских нефтешахт
 Figure 2. - Oil mine workers safety and occupational disease risk chart a - workers of mine working heading and expanding section of Yarega oil mines; b - underground personnel of Yarega oil mines

Таблица 3. Результаты расчета мощности коллективной дозы неблагоприятного воздействия факторов условий труда на нефтешахтах
 Table 3. Oil mines working conditions adverse effects factors collective dose rate calculation results

Цех (группа рабочих мест)	Выявленные опасные и вредные производственные факторы	Начальные бальные оценки X_{ij}	Число работающих под воздействием ij-го ОВПФ
Участок проходки и расширения горных выработок	Повышенный шум	5	377
	Повышенная вибрация локальная	4	332
	Физические перегрузки	4	317
	Повышенная запыленность	3	221
Бригада по проходке горных выработок комбайном КП-21	Повышенная запыленность	5	75
	Повышенный шум	4	75
	Повышенная вибрация локальная	3	75
	Повышенная вибрация общая	3	75
	Физические перегрузки	3	75
Участок ремонтно-восстановительных работ и внутришахтного транспорта	Повышенный шум	3	111
	Физические перегрузки	3	111
Участок добычи нефти	Повышенный химический фактор	3	372
	Повышенный шум	4	372
	Повышенная температура	5	372
	Физические перегрузки	4	372
Участок подземного электромеханического хозяйства	Повышенный шум	3	102
Участок вентиляции и техники безопасности	Повышенный шум	3	69
Участок шахтного подъема	Повышенный шум	3	60

Результаты расчетов обобщенного уровня безопасности (3), обобщенного уровня риска (1) и годового профессионального риска (5) группируются в табл. 2 и рис. 2 по рабочим местам подземного персонала шахт.

Для контроля эффективности реализуемых мероприятий по снижению выявленных уровней риска рассчитывается коллективная мощность дозы J неблагоприятного воздействия факторов условий труда

$$J = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij} \cdot N_{ij}, \quad (6)$$

где m – число цехов (участков) на предприятии;

n – число учитываемых факторов условий труда в цехе (участке);

x_{ij} – балльная оценка i -го фактора условий труда;
 N_{ij} – число работающих, находящихся под воздействием i -го фактора.

В табл. 3 приведены результаты расчета мощности коллективной дозы неблагоприятного воздействия факторов условий труда на подземный персонал Ярегских нефтешахт.

Коллективная мощность дозы неблагоприятного воздействия факторов условий труда в организации составляет $J = 13805$ человеко-баллов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомин А.И. Специальная оценка условий труда: учебное пособие / А.И. Фомин, Г.В. Кроль // КузГТУ. – Кемерово, 2018. – 186 с.
2. Фомин А.И. Оценка условий труда при расследовании и регистрации случаев профессиональных заболеваний в угольной отрасли: монография / А. И. Фомин НП «Кузбасский межотраслевой центр охраны труда». – Кемерово, 2007. – 202 с.
3. Грунско́й Т.В. «Идентификация опасных и вредных факторов рабочих мест нефтешахт Ярегского месторождения» / Т.В. Грунско́й // XII Международная научная конференция «СЕВЕР-ГЕОЭКОТЕХ – 2011». С. 283-285.
4. Фомин А.И. Управление рисками / А.И. Фомин // КузГТУ. – Кемерово, 2018. – 142 с.
5. Грунско́й Т.В. «Гигиеническая оценка риска развития профзаболеваний у подземного персонала при термощахтном способе добычи нефти» / Т.В. Грунско́й, А.Г. Бердник, М.М. Бердник // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2018. Т. 18. № 1. С. 85-100.
6. Фомин А.И. Причинно-следственные связи профессиональных рисков на предприятиях угольной отрасли Кузбасса / А.И. Фомин, А.Ф. Павлов, В.Б. Попов, М.Н. Малышева // Безопасность труда в промышленности. – 2017. – № 1. – С. 74– 82.
7. Грунско́й Т.В. «Методика комплексной оценки условий труда при модернизации проходческих работ в нефтешахтах Ярегского месторождения» / Т.В. Грунско́й // Сборник «СЕВЕРГЕО-ЭКОТЕХ – 2013». С. 217-219.
8. Грунско́й Т.В. «Установление взаимосвязей трудового процесса с вредными факторами в условиях модернизации проходческих работ в нефтяных шахтах Ярегского месторождения» / Т.В. Грунско́й // Сборник «СЕВЕР-ГЕОЭКОТЕХ – 2013». С. 224-227.

REFERENCES

1. Fomin, A.I., Krol, G.V. (2018). Spetsialnaia otsenka uslovii truda [Special evaluation of labour conditions]. Kemerovo: KuzGTU [in Russian].
2. Fomin, A.I. (2007). Otsenka uslovii truda pri rassledovanii i registratsii sluchaev professionalnykh zabolevanii v ugolnoi otrasli [Assessment of labour conditions in the investigation and registration of coal industry occupational diseases cases]. Kemerovo: NP Kuzbass Interindustry Labour Protection Center [in Russian].
3. Grunskoy, T.V. (2011). Identifikatsiya opasnykh i vrednykh faktorov rabochikh mest nefteshakht Yaregskogo mestorozhdeniia [Identification of hazardous and harmful factors of Yarega field oil mine workplaces]. XII Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia "Sever-GeoEkoTekh – 2011 – 12th International Scientific Conference. (pp. 283-285). [in Russian].
4. Fomin, A.I. (2018). Upravleniie riskami [Risk control]. Kemerovo: KuzGTU [in Russian].
5. Grunskoy, T.V., Berdnik, A.G., Berdnik, M.M. (2018). Gigenicheskaia otsenka riska razvitiia profzabolevanii u podzemnogo personala pri termoshakhtnom sposobe dobychi nefiti [Hygienic risk assessment of occupational diseases development among underground personnel during the thermo-mining method of oil extraction]. Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftgazovoe i gornoe delo – Herald of Perm National Research Polytechnical University. Geology. Oil and Gas and Mining, Vol. 18, 1, 85-100 [in Russian].
6. Fomin, A.I., Pavlov, A.F., Popov, V.B., Malysheva, M.N. (2017). . Prichinno-sledstvennye svyazi professionalnykh riskov na predpriiatiakh ugolnoi otrasli Kuzbassa [Cause-effect relationships of occupational risks at the enterprises of Kuzbass coal industry]. Bezopasnost truda v promyshlennosti – Industrial Labor Safety, 1, 74-82 [in Russian].
7. Grunskoy, T.V. (2013). Metodika kompleksnoi otsenki uslovii truda pri modernizatsii prokhod-cheskikh rabot v nefteshakhtakh Yaregskogo mestorozhdeniia [Methods of working conditions comprehensive assessment during heading works modernization in Yarega deposit oil mines]. SEVERGEO-EKOTEKH – 2013 COLLECTION, 217-219 [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 Str., Kemerovo, 650002, Russia



■ **Т.В. Грунсконой // T.V. Grunskoj**

старший преподаватель ФГБОУ ВПО "Ухтинский государственный технический университет", Россия, 169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13
senior lecturer of FGBOU VPO "Ukhta State Technical University, 3, Pervomayskaya Str. Uhta, 169300, Russia

УДК 622.276;323;331.86.25;331.451

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАБОТНИКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

EMPLOYEES OCCUPATIONAL DISEASES FORMING DISTINCTIVE FEATURES DURING HEAVY OIL DEPOSITS DEVELOPMENT BY UNDERGROUND METHOD

Представлено Ярегское месторождение высоковязкой нефти Республики Коми и обоснован шахтный способ добычи нефти термошахтным способом. Установлено, что при выполнении технологических операций работники подземной группы подвергаются воздействию вредных и опасных производственных факторов, которые приводят к развитию производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний.

Выявлена основная группа «риска» подземных работников, наиболее подверженных воздействию вредных производственных факторов. Выполнен анализ заболеваемости работников подземной группы за последние 17 лет, установлен высокий уровень профессиональной заболеваемости, выявлены основные вредные производственные факторы, вызывающие патологические изменения в организме работников, рассчитаны и представлены риски развития профессиональных заболеваний у работников ведущих профессий при освоении месторождений тяжелой нефти термошахтным способом.

Yarega deposit of high-viscous oil in Komi Republic is presented and the mine method of oil extraction by the thermo-mining method is substantiated. It has been established that when performing technological operations, employees of the underground group are exposed to harmful and dangerous production factors that lead to the development of occupational diseases.

The main "risk" group of underground workers most exposed to harmful production factors has been identified. An analysis of the disease incidence of underground workers in the last 17 years has been carried out, a high level of occupational morbidity has been established, the main harmful production factors that cause pathological changes in the workers' bodies have been identified, the risks of occupational diseases among workers of leading occupations during the development of heavy oil deposits have been calculated and presented.

Ключевые слова: ЯРЕГСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, НЕФТЯНЫЕ ШАХТЫ, РЕСПУБЛИКА КОМИ, УСЛОВИЯ ТРУДА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ГОРНЯКОВ

Key words: YAREGA DEPOSIT, OIL MINES, KOMI REPUBLIC, LABOUR CONDITIONS, MINERS' OCCUPATIONAL DISEASES

Современный топливно-энергетический комплекс России – многоотраслевое промышленное производство, обеспечивающее стабильный рост экономики и энергобезопасности страны, в которую входят топливная промышленность (угольная, сланцевая, газовая, торфяная, нефтяная) и энергетика. Топливная промышленность специализируется на добыче, обогащении, переработке и потре-

блении всех видов топлива (твердого, жидкого, газообразного). Неоценимая роль в экономике страны принадлежит добыче и переработке нефти и нефтепродуктов.

Запасы легкой нефти истощаются, поэтому стали уделять больше внимания некондиционным углеводородам, в т. ч. сернистой нефти и битуминозным породам. Мировые запасы тяжелой нефти и битумов составляют 790–900 млрд.

тонн – больше легкой почти в 2 раза. Российские запасы тяжелой нефти оцениваются в 10–35 млрд. тонн, из них 14 % сосредоточены в Республике Коми в девонских отложениях, пятая часть которой находится на Ярегском месторождении. В России – это старейшее месторождение тяжелой нефти, на котором добыча нефти осуществляется как поверхностным, так и подземным способами. Месторождение залежей нефти пластовое, сводовое, расположено на глубине 140–200 м от дневной поверхности в кварцевых песчаниках. В промышленных масштабах термошахтная технология извлечения высоковязкой нефти ведется с 1972 года [1–4].

С 2013 года впервые на Ярегском месторождении высоковязкой нефти Ухтинского района Республики Коми стали использовать технологию парогравитационного дренажа (ТПГД – разработана в Канаде, модернизирована российскими специалистами), основанную тепловым воздействием через скважины на рабочий пласт насыщенным паром, который разогревается, за счет чего увеличивается текучесть нефти до обычной подвижности, а затем нефть выкачивается для переработки на поверхность. Ввод в эксплуатацию в январе 2018 года парогенераторных установок производственной мощностью 400 тонн пара в час позволяет увеличить добычу нефти на 73 %. Ярегское месторождение, открытое в 1932 году, в настоящее время разрабатывается 3 нефтешахтами.

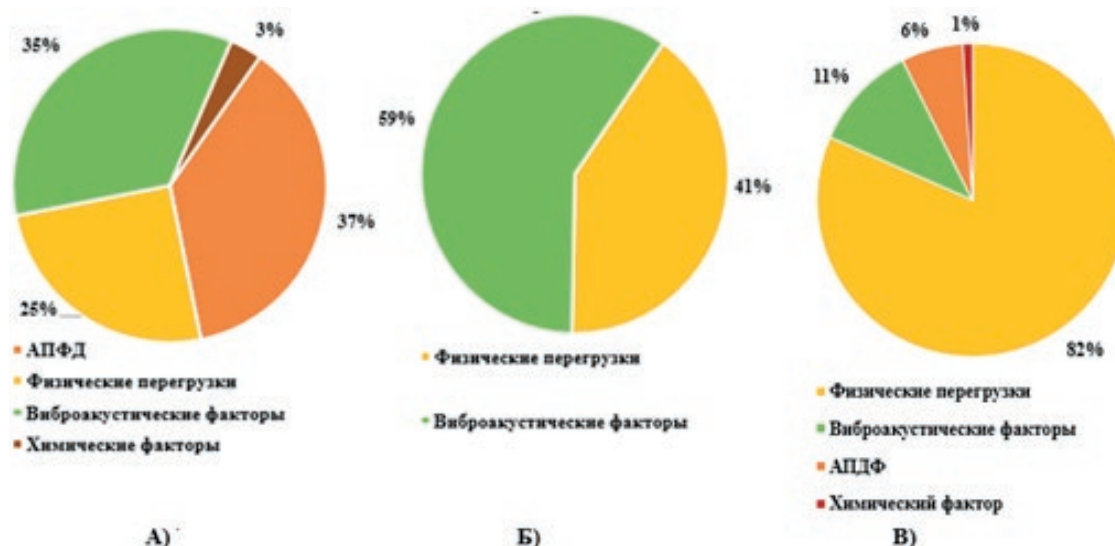
Внедрение шахтного метода позволило

значительно повысить степень нефтеотдачи и степень извлечения нефти из недр. Опыт добычи нефти подземным способом является большим вкладом в горную науку и практику разработки нефтяных залежей других месторождений тяжелых и вязких нефтей путем строительства горных выработок непосредственно в нефтяном пласте.

В то же время работники нефтяных шахт, занятые прежде всего на подземных работах, при выполнении технологических операций подвергаются воздействию вредных и опасных производственных факторов, которые приводят к развитию производственно–обусловленных и профессиональных заболеваний.

Своевременное диагностирование и снижение (предотвращение) риска формирования профессиональных и производственно–обусловленных заболеваний – одно из приоритетных элементов организации системы управления охраной труда на нефтедобывающей шахте. Снижение уровня воздействия вредных и опасных производственных факторов на подземных работников при термошахтном способе добычи нефти на Ярегском месторождении представляет собой достаточно сложную организационную и техническую задачу.

Проведенный анализ позволил выявить ключевые закономерности в природе формирования профессиональных заболеваний при разработке месторождения высоковязкой нефти термошахтным способом.



А) Угольная; Б) Нефтешахтная; В) Наземная нефтедобыча

Рисунок 1 – Распределение вредных факторов, вызывающих профзаболевания у работников угольной и нефтяной добывающей отрасли по РК за 2000–2016 гг.

А) Coal; Б) Oil mine; В) Ground oil production

Figure 1 - Distribution of harmful factors causing occupational diseases among workers of the coal and oil mining industry in Komi Republic in 2000–2016.

На первом этапе исследований проведен аналитический обзор по актам профзаболеваний Республиканского центра профпатологии Республики Коми (РК) за отчетный период 2000–2016 гг., который показал, что структура хронических профессиональных заболеваний для добывающей шахтной угольной и нефтяной промышленности имеет разную этиологию профпатологий, связанную со структурой преобладающих факторов (рис. 1). В профессиональной заболеваемости работников угольных шахт наибольший удельный вес составляют болезни пылевой этиологии, опорно-двигательного аппарата и виброболезни; при наземной технологии добычи нефти ведущее место занимают болезни сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы, желудочно-кишечного тракта, ЛОР-органов, кожные заболевания.

Проведенные исследования показывают, что основными профессиональными заболеваниями подземных работников нефтяных шахт являются следующие: виброболезни – 54 % (92 случая), хроническая пояснично-крестцовая радикулопатия – 40 % (68 случаев), хроническая нейросенсорная тугоухость – 5 % (9 случаев) и рефлекторный миотонический синдром – 1 % (1 случай).

За период 2000–2016 гг. в нефтешахтной отрасли зарегистрировано 122 работника со 170 случаями профессиональных заболеваний (рис. 2 и 3). Проведенный анализ показал, что уровень профессиональной заболеваемости остается стабильно высоким, если принять во внимание, что среднесписочная численность всего предприятия составляет 2 526 человек, из которых 1 917 человек задействованы в самих нефтешахтах и отнесены к подземному персоналу.

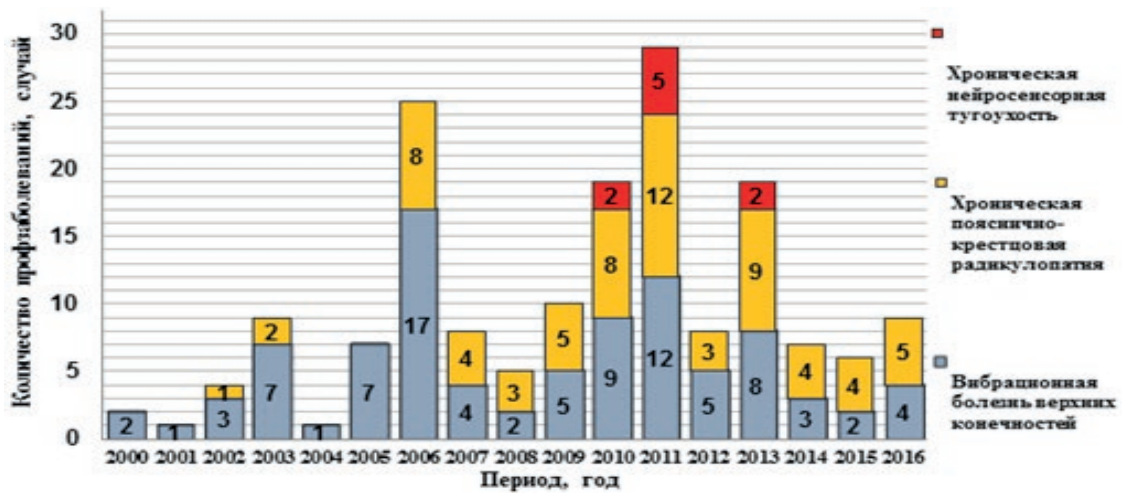


Рисунок 2 – Динамика количества профзаболеваний с 2000 по 2016 год при термошахтной добыче нефти

Figure 2 – The occupational diseases number dynamics from 2000 to 2016 with thermo-oil production

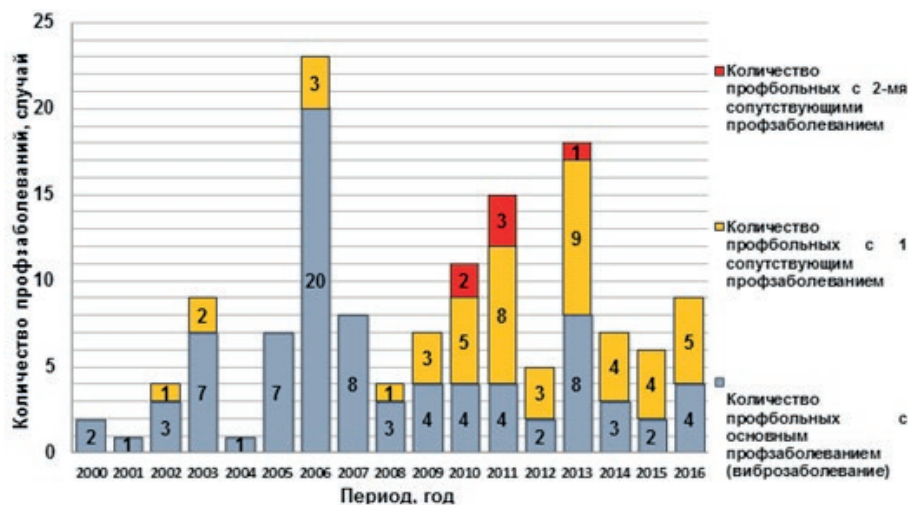


Рисунок 3 – Динамика количества случаев профзаболеваний с сопутствующим заболеванием с 2000 по 2016 год при термошахтной добыче нефти

Figure 3 - Occupational diseases with concomitant disease cases number dynamics from 2000 to 2016 with thermo-mining oil production

Таблица 1. Результаты оценки риска возникновения профессиональных заболеваний на основе статистического анализа случаев профзаболеваний у подземного персонала при термошахтном способе добычи нефти
 Table 1. Occupational diseases risk assessment results on the basis of a statistical analysis of occupational diseases among underground personnel in the case of the thermal mining method

Профессия	Риск получения профзаболевания работников	Средний стаж получения профзаболевания	Уд. коэф. получения профзаболевания	КУТ согласно СОУТ
Проходчик	0,0041299	7,5	2,7 %	3.3
МГВМ	0,0027344	13,41	1,7 %	3.3
Крепильщик	0,0031731	8,82	2,5 %	3.3
ГРП	0,0005212	31,7	0,5 %	3.1
Машинист БУ	0,0025873	15,4	1,3 %	3.3
Оператор по ДНГ	0,0021381	19,8	1,1	3.3
ДПР	0,0019132	23,7	0,7	3.1
Горный мастер	0,0010918	28,1	0,5	3.1
Взрывник	0,0019038	23,4	0,7	3.1

Основная доля профзаболеваний нефтешахт приходится на проходчиков – 60 случаев (49 %), крепильщиков – 39 случаев (32 %), дорожно-путевых рабочих (ДПР) – 8 случаев (7 %), операторов по добыче нефти и газа (ДНГ) – 6 случаев (5 %), машинистов буровой установки (БУ) – 4 случая (4 %), горных мастеров – 4 случая (3 %), горнорабочих подземных (ГРП) – 1 случай (1%). К группе риска получения профпатологии относятся работники, которые задействованы на участке проходки и расширения горных выработок. Персонал работает с использованием виброгенерирующего инструмента – 75,6%, а это и тяжелый физический труд – 61,2%, и шум – 84,7%.

Проведенный анализ структуры профессиональных заболеваний, зарегистрированных с 2000 по 2016 год на нефтешахтах, показал, что кроме основного заболевания (вибрационная болезнь) Центром профпатологии устанавливаются сопутствующие заболевания – радикулопатия и тугоухость, в результате чего у работников диагностируется по два, а порой и по три профзаболевания; отмечается рост количества лиц с двумя диагнозами впервые установленных профессиональных заболеваний (41 человек), что объясняется многообразием воздействия вредных производственных факторов на организм работника в подземных условиях добычи высоковязкой нефти.

Анализ корреляции длительности трудового стажа и количества установленных профессиональных заболеваний в нефтяных шахтах показал, что диагноз профессионального заболевания наиболее часто устанавливается у лиц со стажем во вредных условиях труда более 10 лет. Проведенный анализ профпатологий у кре-

пильщиков и проходчиков в условиях воздействия вредных факторов показал, что заболевания могут появиться уже при стаже работы 5 лет (3 человека). Достоверность различия показателей по вибрационной патологии, радикулопатии и тугоухости в сравнении с контрольной группой $p < 0,05$, по рефлекторному миотоническому синдрому достоверные различия отсутствуют.

Из 170 диагнозов за период 2002–2016 гг. нет ни одного случая установления в возрастной группе от 20 до 29 лет. Отсюда следует, что наибольшее количество случаев профессиональных заболеваний выявлено в возрасте от 40 до 49 лет. Необходимо отметить почти равное количество случаев в возрастной группе от 30 до 39 лет и у работников старше 50 лет, что говорит о «молодеющих» профессиональных заболеваниях.

Проведенная оценка риска показала, что персонал Ярегских нефтедобывающих шахт на-

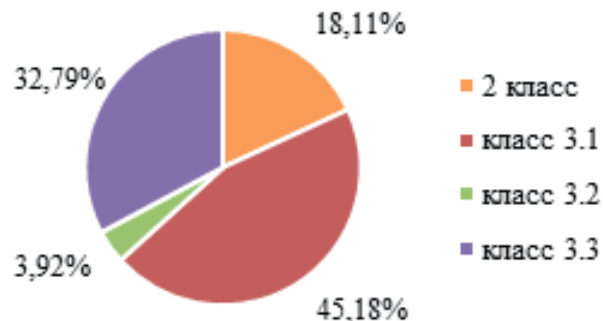


Рисунок 4 – Долевое распределение классов и подклассов условий труда на рабочих местах
 Figure 4 - Share distribution of working conditions classes and subclasses at workplaces of the Yarega oil mines

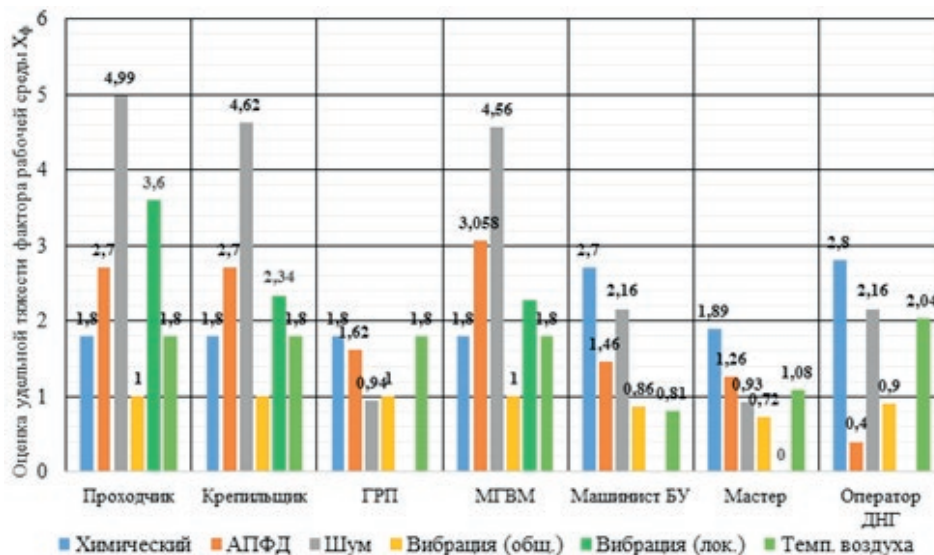


Рисунок 6 – Оценка удельного вклада вредных факторов рабочей среды по профессиям подземного персонала в развитие профессионального заболевания
 Figure 6 - The working environment harmful factors specific contribution assessment by the occupations of underground personnel in the development of occupational disease

ходится в области экспертно–статистического метода оценки профессионального риска. Анализ результатов оценки профриска подтвердил, что степень производственной обусловленности нарушений в системах организма персонала зависит от стажа, условий труда и профессии. Различие с контролем достоверно $p < 0,05$, признак считают статистическим; количество случаев профзаболеваний, требуемое для обеспечения статистической погрешности 10 %, выполняется (табл. 1). Стандартное отклонение в расчетах – 6,8.

Проведенная оценка риска не учитывает изменений в состоянии здоровья персонала, а только вероятность получения профзаболевания, фиксирует сам факт получения профзаболевания и стаж работы во вредных условиях труда.

Аналитический обзор условий труда при добыче нефти термошахтным способом показал, что большинство рабочих мест на Ярегских нефтяных шахтах относится в основном к классу с вредными условиями труда 82 % (рис. 4), т. е. могут вызвать профессиональные заболевания.

Основными вредными факторами на рабочих местах подземного персонала являются: виброакустические – 48,45 % (вибрация локальная – 7,04 % и вибрация общая – 0,53 %), повышенный уровень шума – 40,88 %, тяжесть труда – 21,46 %, химический фактор – 11,51 %, микроклимат (влажность и температура) – 9,35 %, запыленность – 9,23 %.

Результаты расчетов обобщенного уровня безопасности, обобщенного уровня риска и го-

дового профессионального риска группируются в табл. 2 с разбивкой по рабочим местам подземного персонала.

Вероятностная оценка получения профессионального заболевания показала высокий риск получения профзаболевания для всех профессий исследуемой группы подземного персонала Ярегских нефтяных шахт, среднее значение риска для подземного персонала $0,8476 \pm 0,09$.

Проанализировав степени воздействия на организм человека производственных условий, по результатам количественной оценки условий труда и сформированного Перечня для более детального изучения факторов трудового процесса при термошахтной добыче нефти проведена интегральная балльная оценка удельной тяжести негативных факторов производственных процессов и построены диаграммы распределения суммарной удельной тяжести рабочей среды по профессиям подземного персонала (рис. 6) [5–9].

Анализ распределения оценки удельного вклада вредных факторов рабочей среды по профессиям подземного персонала показал, что значительный вклад вносят шум и локальная вибрация.

Используемые методы определения профессионального риска при термошахтном способе добычи нефти основываются на ретроспективных данных о воздействия вредных производственных факторов на организм работающих и сводятся к определению вероятности получения профессионального заболевания без учета фактических изменений в состоянии здоровья.

Таблица 2. Сводная таблица безопасности и риска получения профессионального заболевания подземным персоналом Ярегских нефтяных шахт

Table 2. Summary table of safety and occupational disease risk for underground personnel of the Yarega oil mines

Наименование рабочего места	Обобщенный показатель безопасности	Обобщенный уровень риска	Максимально допустимый уровень обобщенного риска	Отклонение фактического уровня профессионального риска от максимально допустимого, %
Проходчик	0,0316	0,9684	0,82	18,04
МГВМ	0,0423	0,9577	0,82	16,83
Крепильщик	0,0318	0,9684	0,82	18,05
ГРП	0,2640	0,7360	0,67	9,85
Машинист БУ	0,0391	0,9609	0,82	15,93
Оператор ДНГ	0,0510	0,9490	0,82	15,73
ДПТ	0,2640	0,7360	0,67	9,85
Слесарь	0,1820	0,8180	0,73	4,87
Машинист ЭШ	0,2190	0,8310	0,73	4,41
Горный мастер	0,1760	0,8240	0,73	4,99
Взрывник	0,2740	0,8810	0,73	5,11
Стволовой	0,2190	0,8310	0,73	4,41

Таблица 3. Результаты оценки вероятности возникновения определенного вида профессионального заболевания от стажа работы.

Table 3. A certain type occupational disease occurrence depending on work experience probability evaluation results.

Профессия	Общий класс условий труда	Вероятность развития профзаболеваний от стажа					
		Вибрационная патология		Пневмококиоз, %		Тугоухость, %	
		При стаже, лет					
		10	20	10	20	10	20
Проходчик	3.3	0,300	0,731	0,001	0,090	0,100	0,300
МГВМ	3.3	0,130	0,306	0,08	0,400	0,028	0,096
Крепильщик	3.3	0,300	0,623	0,001	0,070	0,071	0,100
Машинист БУ	3.3	0,300	0,591	0,001	0,078	0,024	0,092
Оператор ДНГ	3.3	0,080	0,130	–	–	0,019	0,078
Вспомогательный персонал	3.1	–	–	–	–	–	0,001

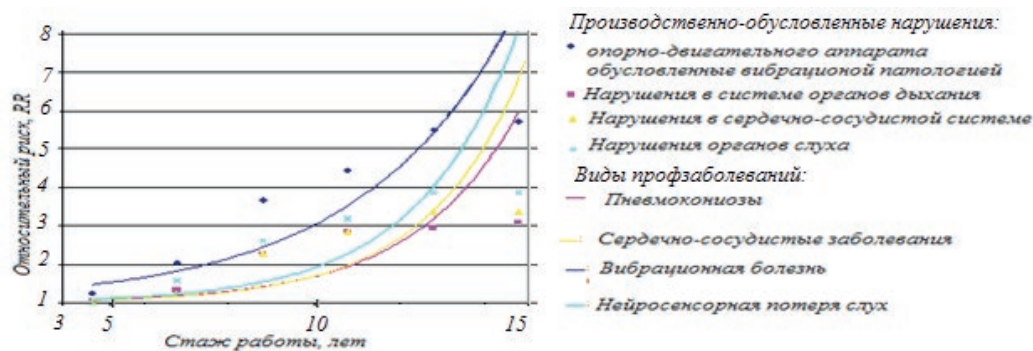


Рисунок 7. Зависимость производственно–обусловленных нарушений и профзаболеваний от стажа работы подземного персонала во вредных условиях труда Ярегских нефтешахт

Figure 7. Dependence of production-related violations and occupational diseases on the underground personnel service length in hazardous working conditions of the Yarega oil mines

По результатам оценки риска возникновения профзаболевания по профессиям подземного персонала получены зависимости вероятности получения заболевания от стажа работы в условиях термошахтной добычи нефти, представленные в таблице 3.

По результатам расчета построен график значений относительного риска на основании зависимостей полученных данных по системам организма и видам профзаболеваний от стажа работы, представленный на рис. 7.

Общая оценка результатов демонстрирует очень высокую степень производственной обусловленности на систему опорно-двигательного аппарата с этиологической долей вибрационных

заболеваний 71,2–82,1 % для основной группы подземного персонала, а также на систему органов слуха исследуемой группы, что тоже указывает на сильную взаимосвязь с условиями труда и «высокую» степень производственной обусловленности с этиологической долей 55,9–64,2 %. Отклонения в сердечно-сосудистой системе имеют «среднюю» степень производственной обусловленности с этиологической долей 34,2–47,5 %. Отклонения в системе органов дыхания имеют этиологическую долю 32,7–45,4 % и отнесены к «средней» степени производственной обусловленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спиридонов Ю.А., Захаров В.Д., Козулин А.Н. Нефть и газ Коми края: Сборник документов и материалов. – Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1989. – 285 с.
2. Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Геология: учебник. – М.: Академия. 2011. – 448 с.
3. Милютин А.Г. Геология: учебник. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 543 с.
4. Цхадая Н.Д. Критерии оценки оптимальных условий труда в горных выработках нефтяных шахт // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. – 2012. – № 5. – С. 318–326.
5. Грунковой Т.В., Бердник А.Г., Бердник М.М. Гигиеническая оценка риска развития профзаболеваний у подземного персонала при термошахтном способе добычи нефти // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2018. Т. 18. – № 1. – С. 85–100.
6. Грунковой Т.В., Перхуткин В.П., Бердник А.Г. Аналитический обзор условий труда подземного персонала нефтяных шахт Ярегского месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2017. – Т. 16. – № 4. – С. 378–390.
7. Фомин А.И. Методологические принципы управления рисками профессиональных заболеваний на угольных шахтах Кемеровской области: дис. ... д-ра техн. наук. – Кемерово, 2008. – С. 241.
8. Фомин А.И. Управление охраной труда на горных предприятиях: учебное пособие / КузГТУ. – Кемерово, 2018. – С. 262.
9. Фомин А.И., Павлов А.Ф., Попов В.Б., Малышева М.Н. Причинно-следственные связи профессиональных рисков на предприятиях угольной отрасли Кузбасса // Безопасность труда в промышленности. – 2017. – № 1. – С. 74–82.

REFERENCES

1. Spiridonov, Yu.A., Zakharov, V.D., Kozulin, A.N. (1989). Neft i gaz Komi kraia [Oil and Gas of Komi Krai]. Syktyvkar: Komi book publishers [in Russian].
2. Koronovsky, N.V., & Yasamanov, N.A. (2011). Geologia [Geology]. Moscow: Akademia [in Russian].
3. Miliutin, A.G. (2012). Geologia [Geology]. Moscow: Yurait [in Russian].
4. Tskhadaia, N.D. (2012). Kriterii otsenki optimalnykh uslovii truda v gornykh vyrabotkakh neftnykh shakht [Oil mine workings optimal working conditions assessing criteria]. Neftgazovoe delo – Oil and Gas, 5, 318-326 [in Russian].
5. Grunskoy, T.V., Berdnik, A.G., Berdnik, M.M. (2018). Gigienicheskaia otsenka riska razvitiia profzabolevanii u podzemnogo personala pri termoshahtnom sposobe dobychi nefi [Hygienic risk assessment of occupational diseases development among underground personnel during the thermo-mining method of oil extraction]. Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftgazovoe i gornoe delo – Herald of Perm National Research Polytechnical University. Geology. Oil and Gas and Mining, Vol. 18, 1, 85-100 [in Russian].
6. Grunskoy, T.V., Perkhutkin, V.P., & Berdnik, A.G. (2017). Analiticheskii obzor uslovii truda podzemnogo personala neftnykh shakht Yaregskogo mestorozhdeniia [Yarega deposit oil mines underground personnel working conditions analytical review]. Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftgazovoe i gornoe delo – Herald of Perm National Research Polytechnical University. Geology. Oil and Gas and Mining, Vol. 16, 4, 378-390 [in Russian].
7. Fomin, A.I. (2008). Metodologicheskie printsipy upravleniia riskami professionalnykh zabolevanii na ugolnykh shakhtakh Kemerovskoi oblasti [Methodological principles of occupational disease risk management at coal mines of Kemerovo Region]. Doctor's thesis. Kemerovo [in Russian].
8. Fomin, A.I. (2018). Upravlenie okhranoi truda na gornykh predpriiatiakh [Labour protection management at mining enterprises]. Kemerovo: KuzGTU
9. Fomin, A.I., Pavlov, A.F., Popov, V.B., Malysheva, M.N. (2017). Prichinno-sledstvennyye svyazi professionalnykh riskov na predpriiatiakh ugolnoi otrasli Kuzbassa [Cause-effect relationships of occupational risks at the enterprises of Kuzbass coal industry]. Bezopasnost truda v promyshlennosti – Industrial Labor Safety, 1, 74-82 [in Russian].



А.С. Голик // A.S. Golik

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



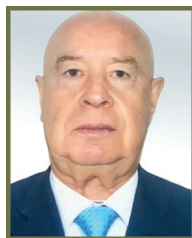
В.Б. Попов // V.B. Popov

д-р техн. наук, проф., 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.С. Ярош // A.S. Yarosh
 rosniiigdbuh@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, Shakhterov Av., Kemerovo, 650002, Russia



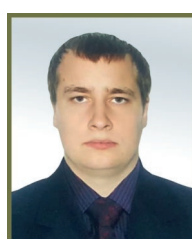
В.А. Огурецкий // V.A. Oguretskiy

д-р техн. наук, профессор, заместитель генерального директора ООО "Химплоглотитель", 650002, Россия, г. Кемерово, ул. Горноспасательная, 1 к.б
 doctor of technical sciences, professor, deputy general director of "Khimpoglotitel" Ltd, 14, Shakhterov Av., Kemerovo, 650002, Russia



В.В. Огурецкий // V.V. Oguretskiy

генеральный директор ООО "Химплоглотитель", 650002, Россия, г. Кемерово, ул. Горноспасательная, 1 к.б
 candidate of technical sciences, professor, deputy general director of "Khimpoglotitel" Ltd, 14, Shakhterov Av., Kemerovo, 650002, Russia



А.В. Огурецкий // A.V. Oguretskiy

генеральный директор ООО «СНПО «Горноспасатель», 650002, Россия, г. Кемерово, ул. Горноспасательная, 1 к.б
 general director of "SNPO "Gornospasatel" Ltd, 14, Shakhterov Av., Kemerovo, 650002,

УДК 622.86 (470+571)

ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫЕ ДЕЛА В РОССИИ MINING RESCUE CASES IN RUSSIA

Кузбасс в настоящее время является главным угледобывающим регионом России. На долю Кузбасса приходится 61% от всей угледобычи России. Подземная добыча одна из наиболее трудоопасных отраслей промышленности, если не самая трудоопасная. Для спасения шахтеров при авариях в шахте, локализации и ликвидации аварий существуют военизированные горноспасательные части в составе Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации. В связи с развалом СССР весь научный и производственный потенциал по горноспасательной тематике остался за границей. Это обусловило необходимость создания Сибирского научно-производственного объединения (СНПО) «Горноспасатель» и научно-исследовательского института горноспасательного дела (РосНИИГД). СНПО «Горноспасатель» представляет собой группу предприятий, обеспечивающих своей деятельностью весь спектр работ, включающих в себя проектирование, разработку, изготовление, ремонт и сервисное обслуживание горноспасательной аппаратуры, находящейся на вооружении ВГСЧ. Предприятия работают по замкнутому циклу – сдача работ под ключ. Предлагается сервисное обслуживание горноспасательного оборудования проводить в независимых специализированных центрах подконтрольных Ростехнадзору. Горноспасательное дело в настоящее время представлено лучше, чем во всех угледобывающих странах мира.

Kuzbass is currently the main coal-mining region of Russia. Kuzbass accounts for 61% of Russia's total coal production. Underground mining is one of the most labor-intensive industries, if not the most labor-intensive. For rescue of miners, at accidents in Shah-te, localization and liquidation of accidents carry out the militarized mountain-saving parts as a part of the Ministry of emergency situations of the Russian Federation. In connection with the collapse of the USSR, the entire scientific and production potential for mine rescue topics Atika remained abroad. This contributed to the creation of the Siberian scientific and production Association (SNPO) "Rescuers" and the research Institute of mine rescue (Rosniiigd). SNPO "Gornospasatel" is a group of companies that provide their activities with the full range of activities, including the design, development, manufacture, repair and maintenance of mine rescue equipment, which is in service with the HCV. The enterprises work in a closed cycle-turn-key delivery of works. Services of homosasa-tive equipment to carry out

independent specialized prices-boom of Rostekhnadzor. Mine rescue business is currently better than in all coal-mining countries of the world.

Ключевые слова: ПОДЗЕМНАЯ ДОБЫЧА УГЛЯ; ШАХТА; АВАРИЯ; ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ; ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ; РЕСПИРАТОР; НАУЧНО-ИСС-ЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ; СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИБОРОВ; ОСНАЩЕНИЕ; СТАТУС ГОРНОСПАСАТЕЛЯ.

Key words: UNDERGROUND COAL MINING; MINE; ACCIDENT; MINE RESCUE EQUIPMENT; CONTROL DEVICES; RESPIRATOR; SCIENTIFIC AND RESEARCH EQUIPMENT; MAINTENANCE OF MINE RESCUE EQUIPMENT, DEVICES; EQUIPMENT; STATUS OF MINE RESCUER.

В апреле 1920 года на I Всероссийском учредительном съезде горнорабочих В.И. Ленин произнес знаменитую фразу «Уголь – это настоящий хлеб промышленности. Чтобы спасти Советскую власть, сейчас необходимо дать хлеб для промышленности, т.е. уголь. Без этого нельзя восстановить хозяйство, нельзя пустить железные дороги, без этого нельзя пустить фабрики и дать предметы для обмена на хлеб крестьянам».

Природные запасы каменного угля в России составляют свыше 700 млрд.т. При современных способах добычи и ежегодных объемах добытого угля природных запасов хватит более чем на 1000 (тысячу) лет. Безусловно средства и способы добычи угля со временем существенно будут меняться. Но останется подземная добыча угля, поскольку основная доля пластов угля залегает на глубине, на которой открытые горные работы вести с экономической точки зрения нецелесообразно, а зачастую техник и невозможно.

Развитие угольной отрасли ведется широкими темпами. Ежегодно увеличивается объем добываемого угля. В 2018 году угольная промышленность достигла высоких показателей – добыто 433 млн.тонн угля. На развитие угольной отрасли в ближайшее время будет вложено один триллион пятьсот миллиардов рублей (1.500.000.000).

Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс) в настоящее время является главным угледобывающим регионом Российской Федерации. На долю Кузбасса приходится 61% от всей угледобычи России, а коксующихся марок угля – 75%.

Подземная добыча угля является весьма трудоемкой и трудоопасной. Угольная отрасль одна из наиболее трудоопасных, если не самая трудоопасная. Глубина подземной разработки по угольным бассейнам России составляет в среднем 450-600 м. Температура при отработке глубоких горизонтов достигает плюс 40 0С. Около 80% шахт являются опасными по взрывчатости газа, 75% - по самовозгораемости угольных пластов и взрывчатости угольной пыли, 20% - по внезапным выбросам угля и газа. Нахождение

под землей, ограниченность пространства, искусственное освещение и высокая вероятность возникновения различного рода аварий, в том числе взрывов метана и угольной пыли, подземных пожаров налагают на работников шахт большой объем психофизических нагрузок.

Уровень шума, запыленности, освещение и другие факторы внешней среды – все это создает условия не только физического утомления, вызванного чувством опасности, но и эмоционального утомления, вызванного чувством опасности, риска, внезапного возникновения аварийных ситуаций [1]. Работа в угольной шахте требует от шахтеров большого мужества.

Наш земляк-кузбассовец – космонавт Алексей Леонов, первым вышедший в открытый космос, побывав в шахте в городе Прокопьевске сказал: «И я понял, что объединяет космонавтов и шахтеров. Их роднит то, что и космос, и шахта – это всегда пучина неизвестности, это всегда опасность стихийного характера. Вот поэтому труд космонавта и шахтера сродни подвигу».

Сложный, героический труд шахтеров нередко сопровождается с авариями в шахте. Это загазирование горных выработок, экзогенные пожары, самонагревание угля, самовозгорание угля и эндогенные пожары, обрушение, взрывы газа и угольной пыли, внезапные выбросы угля и газа, прорывы воды, прорывы глины, затопление и др. аварии. Для спасения шахтеров, локализации и ликвидации аварий существуют военнизированные горноспасательные части, входящие в состав Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации (ФГУП ВГСЧ МЧС).

Возникновение горноспасательного дела в России относится к 1870-1880 годам. С этого времени на угольных шахтах Донбасса начинают создаваться первые добровольные спасательные дружины из наиболее опытных и физически выносливых шахтеров.

В 1888 году 3 января на шахте «Иван» (Макеевка) произошел взрыв газа, при этом погибло 74 шахтера. В 1889 году профессор Петербургского горного института И.А. Тимме опубликовал статью «Спасательные артели при каменноугольных рудниках», в которой указывал на несо-

вершенство ведения горных работ и неудовлетворительную организацию работ в области техники безопасности. И.А. Тимме требовал в своих статьях создания на шахтах горноспасательных команд, которые должны проходить специальное обучение и снабжаться специальными дыхательными аппаратами, позволяющими вести работы в непригодной для дыхания атмосфере.

Крупные катастрофы на шахтах, одной из которых был взрыв на шахте № 4 бис в Юзовке в 1907 году, унесший жизни 273 шахтеров, подтолкнули шахтовладельцев к созданию в 1907 году трех первых спасательных станций: в Макеевке (Донбасс), Кизиле (Урал) и Анжеро-Судженске (Кузбасс) [2].

В начале девятнадцатого столетия уже было известно, что «гремучий» газ взрывается от открытого пламени и что после взрыва в рудничном воздухе некоторое время его не наблюдается. Поэтому меры борьбы с ним сводились к его выжиганию. «Выжигальщик» надевал кожух и факелом из пакли, нагнутой на палку и смоченной в мазуте, поджигал метан, скапливающийся в тупиковой забое. Единственной защитой у «выжигальщика» от возможности взрыва был кожух. Такая борьба с газом метаном проводилась обычно между сменами, когда в забое не было шахтеров.

Началом организации государственной горноспасательной службы России считается 1922 год, когда 6 июля Всероссийским Центральным Исполнительным комитетом и Советом Народных Комиссаров было принято постановление «О горноспасательном и испытательном деле в РСФСР». Этим постановлением было положено начало организации профессиональной горноспасательной службы, построенной на принципах централизованного управления.

Не каждый горняк сможет стать подземным горноспасателем по физическим, морально-волевым, психологическим качествам. В 1911 году основатель Макеевской горноспасательной станции Н.Н. Черницын говорил, что «горноспасателем нельзя стать – им нужно родиться».

Горноспасатель – это человек с высоким чувством ответственности за порученное дело. Внимательность, взаимовыручка, готовность во время подставить плечо товарищу – это минимум качеств, необходимых для каждого, кто выбрал профессию горноспасателя. Вся служба горноспасателя регламентирована Уставами, но у каждого должен быть еще один Устав – на человечность. Это святая заповедь – помнить, что первая мысль горняков, застигнутых под землей аварией, обращена к нему, горноспасателю, с

мольбой и надеждой на спасение. Трудная, суровая, мужская работа, требующая недюжинного здоровья, многих часов тренировок и умения постоянно жить в режиме «ожидания» аварии, когда ты можешь быть востребован в любую минуту дня и ночи и должен быстро, четко мыслить и квалифицированно действовать.

ВЧСЧ были оснащены в основном аппаратурой фирмы «Дрегеверк-АГ» моделей 1924г. С 1931 года было положено начало производству отечественных кислородных респираторов (РКР-1 и КИП-3), разработанных группой конструкторов под руководством А.И. Гармаша. В 1948 году конструкторами А.Р. Ковшовым и Н.Н. Кузьменко были созданы новые отечественные респираторы РКК-2 (четырёхчасового действия) и РКК-1 (двухчасового действия). К началу шестидесятых годов прошлого столетия серийно выпущен респиратор Р-12 и позднее Р-12М, Р-30, Р-34, Р-35. Горноспасатели получили отечественные самые легкие и наиболее совершенные респираторы.

Респираторы Р-30, Р-34 находятся на оснащении ВГСЧ и в настоящее время. С разработкой, выпуском и применением в ВГСЧ отечественных респираторов были разработаны и контрольные приборы для их настройки и проверки. В промышленности индивидуальные средства защиты от газа получили общее название – средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).

В связи с развалом Советского Союза (СССР) изменилась и структура ВГСЧ. С 1997 года ликвидируются штабы ВГСЧ областей и бассейнов, происходит реструктуризация ВГСЧ, сокращение части взводов и укрупнение горноспасательных отрядов, которые стали называться отдельными. В 2002 году Центральный штаб ВГСЧ стал именоваться Федеральным государственным унитарным предприятием (ФГУП).

С созданием частных угольных компаний содержание ВГСЧ, его оснащение и боеготовность становится проблематичным. Делаются попытки создания частных горноспасательных команд при подчинении их местной власти. Это приведет к тому, что горноспасатели будут зависимы от различных ситуаций и положений, возникающих на объектах «хозяина» и их заставят выполнять функции, не свойственные горноспасателям. Последует «распыление» сил и средств и, как правило, дисквалификация работников. В рыночных отношениях угольной отрасли горноспасательная служба должна быть единоуправляемой, «казенной», «государевой», военизированной службой с военной дисципли-

ной, высокой профессиональной выучкой, технически высоко оснащенной.

Считаем необходимым обратить внимание на следующий вопрос.

Правила безопасности в угольных шахтах предназначены для нормальных технологических процессов добычи угля. При возникновении аварии на шахте и ведении горноспасательных работ ответственному руководителю горноспасательных работ приходится принимать рискованные управленческие решения, поскольку при расследовании аварии действия горноспасателей рассматриваются, руководствуясь уголовным кодексом. Ответственный руководитель горноспасательных работ (ОРГСР) посылает отделение на спасение людей. Имеют место случаи, когда вследствие произошедшего взрыва отделение погибает, взрыв, который ОРГСР не мог заранее предвидеть. Руководитель горноспасательных работ оказывается виновным или послал отделение на спасение не через сплошной дым и огонь, где в выработке может быть обрушение, а через ближайший безопасный запасной выход (часто по совету начальника, которого не имеешь права игнорировать) – виновен в неоказании помощи, оставлении людей в опасности.

К действиям при ликвидации аварии горноспасателей постоянно примеряют требования нормативных документов, разработанных для повседневных-нормальных условий добычи угля, не принимая во внимание, что горноспасатели действуют в чрезвычайной аварийной обстановке, зачастую принимая решения и действуя на свой страх и риск. Ответственному руководителю аварии постоянно приходится принимать рискованные управленческие решения. Поэтому мы предлагаем: статус подземного горноспасателя приравнять к статусу военнослужащего вооруженных сил Министерства Обороны Российской Федерации.

Во времена Совнархозов горноспасательные части были разобщены, и взаимопомощь, при крупных авариях в шахтах не всегда была своевременной и эффективной. Академик А.А. Скочинский выступал категорически против децентрализации управления военизированными горноспасательными частями и еще в 1957 году предупреждал Правительство о следующем: «...дефекты в организации горноспасательного дела придется исправлять на трупах советских шахтеров».

После отсоединения Украины и преобразования ее в самостоятельное государство весь научный и производственный потенциал по горно-

носпасательной тематике оказался за границей. Особо следует отметить такие научные и производственные центры, как Всесоюзный научно-исследовательский институт горноспасательного дела (ВНИИГД) в городе Донецке с богатой лабораторией, испытательной и экспериментальной базами, Донецкий завод горноспасательного оборудования «Горизонт». Днепропетровское объединение ВНИИГД, специализирующиеся на разработке и изготовлении средств контроля шахтной атмосферы, на которых базировалось развитие горноспасательного дела в СССР. В России с целью возрождения утраченного научно-производственного потенциала ВГСЧ на базе Восточного отделения ВНИИГД (г. Прокопьевск Кемеровской области) был создан Российский научно-исследовательский институт горноспасательного дела (РосНИИГД), который со временем передислоцирован в г. Кемерово.

Для возобновления производства отечественной горноспасательной техники и приборов и обеспечения сервисного их обслуживания, а также средств индивидуальной защиты, в том числе дыхательной аппаратуры, на базе реорганизации ремонтных мастерских образовано Сибирское научно-производственное объединение «Горноспасатель» (СНПО). Создателем и первым руководителем СНПО «Горноспасатель» был доктор технических наук, профессор Огурецкий В.А.

Следует отметить, что по признанию зарубежных специалистов горноспасательное дело в СССР было представлено лучше, чем во всех угледобывающих отраслях мира как по технической оснащенности, так и по квалификации специалистов. Однако как выше отмечено распад СССР, рыночные отношения в угольной отрасли весьма негативно отразились на горноспасательных частях. Так как изготовление дыхательной аппаратуры (респираторов) и приборов контроля оказалось за границей [3]. Перед СНПО «Горноспасатель» стояли большие задачи по разработке и изготовлению отечественных средств индивидуальной защиты длительного действия (4-6 часов), приборов контроля дыхательной аппаратуры, сервисного обслуживания горноспасательной техники, испытания стальных канатов шахтных подъемно-транспортных установок, испытание средств индивидуальной защиты людей от падения с высоты на прочность, изготовление химического поглотителя известкового (ХПИ) и др.

Сибирское научно-производственное объединение «Горноспасатель» представляет собой группу предприятий (в том числе ООО «Гор-

носпасатель», ООО «Химпоглотитель», ООО «Испытательный центр»), объединяющих своей деятельностью весь спектр работ, включающих в себя проектирование, разработку, изготовление, ремонт и сервисное обслуживание средств индивидуальной защиты горноспасательной аппаратуры, находящейся на вооружении ВГСЧ МЧС РФ и членов вспомогательных горноспасательных команд (ВГК). Предприятия работают по замкнутому циклу (сдача работ под ключ) и по принципу самообеспечения запасными частями, материалами и комплектующими. В составе СНПО «Горноспасатель» одно предприятие изготавливает регенеративные респираторы и самоспасатели, другое производит ремонт, поверку и сервисное обслуживание горноспасательного оборудования, третье – производит жизненно-необходимый компонент для средств индивидуальной защиты – химический поглотитель известковый (ХП-И). В состав объединения входит аккредитованный, в установленном порядке, испытательный центр, осуществляющий в полном соответствии с законодательными и нормативными требованиями качества продукции.

ООО «Горноспасатель» функционирует уже около 30 лет, производит ремонт и освидетельствование оборудования, сервисное обслуживание дыхательной и оживляющей аппаратуры, контрольно-измерительных приборов для подразделений и служб ВГСЧ входящих в структуру МЧС и других подразделений ВГСЧ для всех регионов РФ, а также вспомогательных горноспасательных команд (ВГК) угольных шахт, рудников, многих других предприятий России, обслуживающих метро и метрострой, ж/д тоннели строящиеся и находящиеся в эксплуатации, а также учреждения здравоохранения, обогатительные фабрики, другие предприятия, использующие дыхательную и оживляющую аппаратуру и средства их проверки.

В перечень технического оснащения, ремонтируемого и освидетельствуемого на предприятиях, входят:

- регенеративные респираторы с сжатым кислородом типа Р-30, Р-30М и их аналоги, Р-34 и их аналоги, ОВА-6, Кузбасс-4, респираторы регенеративные производства КНР (в целом) и их составные части (патроны регенеративные, холодильники, ранцы и др.) – сервисное обслуживание (годовая ревизия);
- кислородораспределительные узлы (моноблоки отдельно от систем респираторов) регенеративных респираторов вышеприведенного типа – годовая ревизия;

- самоспасатели регенеративные со сжатым кислородом типа ОВА-50 – годовая ревизия;
- манометры показывающие кислородные и технические любых марок 0,1÷60 МПа (1÷600 кгс/см²) – ремонт и поверка;
- малолитражные баллоны, в том числе металлокомпозитные емкостью от 1 до 12 литров для всех газов (кроме ацетилена) - годовая ревизия и (или) 5-ти летнее освидетельствование;
- кислородные и воздушные дожимающие компрессоры типа КД-5, КД-8, КД-10, АЕ 102А и их аналоги, компрессоры производства КНР – средний и капитальный ремонт;
- контрольно-измерительные горноспасательные приборы: УКП-5, ПКР, КП-3М, ИР, ИЛ, АЭРА, ПГС и их аналоги, электронные шахтные термометры ТГО-2МП и их аналоги, электронные шахтные газоанализаторы МО2-01 и их аналоги, анемометры АПР, АПР-2М – ремонт и поверка;
- аппараты искусственной вентиляции легких ГС-10, ГС-11 - годовая ревизия;
- приспособление ПМ для проверки панорамных масок – ремонт;
- стальные канаты шахтных подъемов – испытание;
- предохранительные пояса и другие ручные средства спасения людей на высоте – испытание;
- бечева капроновая – испытание;
- мелкосерийное изготовление нестандартизированных и пошив специальных швейных изделий.

Для производства указанных видов работ ООО «Горноспасатель» имеет специально оборудованные помещения, в которых находятся приборы и эталоны предприятия, поверенные в органах Ростехнадзора, специальные аттестованные стенды и станочный парк. Работы по техническому обслуживанию горноспасательного оборудования и оснащения выполняются высококвалифицированными специалистами с большим опытом работы в данной сфере. Персонал регулярно проходит обучение в органах Госстандарта, других аккредитованных некоммерческих организациях дополнительного профессионального образования и непосредственно на самом предприятии. Все работы выполняются качественно на высоком профессиональном уровне, что позволяет восстанавливать поступающую в ремонт горноспасательную технику и продлить срок ее эксплуатации. Для повышения качества ремонта горноспасательной техники на предприятии создана многоуровневая система защиты

качества.

Канатно-испытательная станция, входящая в структуру ООО «Горноспасатель» имеет Свидетельство № 3-16 о государственной регистрации, которое за ней признает право на проведение испытаний стальных канатов и средств безопасности, выданное АО НЦ ВостНИИ по безопасности работ в горной промышленности. Заказчиками данного вида работ являются угольные предприятия Кузбасса, Алтайского края, Хакассии, Дальнего востока, Якутии, Сахалинуголь, все подразделения ВГСЧ МЧС РФ.

Испытательный центр (аттестат аккредитации № RA.RU.21ХИ58) является структурной единицей ООО «Горноспасатель». В соответствии с областью аккредитации занимается контролем качества продукции – химического поглотителя известкового (ХП=И) на соответствие требованиям нормативных документов.

Метрологическая служба (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.310407 от 30.05.2014) имеет право проверки: манометров, горноспасательных приборов, находящихся на оснащении подразделений ВГСЧ, вспомогательных горноспасательных команд России (ВГК) и других предприятий. Вспомогательные службы СНПО «Горноспасатель» включают: токарный цех, сварочный цех, гальванический цех, покрасочный цех.

Предприятие ООО «Химпоглотитель» производит химический поглотитель известковый (ХП-И), выпуск которого впервые на территории РФ организован в 2005 году в г.Кемерово. ХП-И предназначен для очистки выдыхаемого воздуха от диоксида углерода в системе регенеративных дыхательных аппаратов (РДА). Предприятие «Химпоглотитель» располагает необходимыми производственными помещениями со всеми технологическими коммуникациями и оснащено требуемым оборудованием. В настоящее время мощностей предприятия достаточно для производства 300 тонн готового продукта в год. В перспективе предприятие намеревается выпускать до 500 тонн продукции в год. ООО «Химпоглотитель» обеспечивает все потребности в химическом поглотителе (ХП-И) ВГСЧ и ВГК предприятий России, а также Казахстана, Украины, Белоруссии.

Предприятие ООО «Горноспасатель» за время своего существования (более 15 лет) провело сервисное обслуживание более 34 тысяч респираторов, 46 тысяч манометров, более 5 тысяч приборов (типа ГС, ИР, УПК, ПМ, ПГС, АЭРА, КП-3М, АМ-5М), более 300 электронных газоанализаторов и термометров, 35 тысяч бал-



Рисунок 1 – Изолирующий самоспасатель OVA-50
Figure 1 – Insulating self-rescuer OVA-50



Рисунок 2 – Изолирующий регенеративный респиратор OVA-6
Figure 2 – Isolation regenerative respirator OVA-6



Рисунок 3 – Изолирующий регенеративный респиратор Кузбасс – 4
Figure 3 – Insulating regenerative respirator Kuzbass - 4

лонов, 340 компрессоров.

По заданию администрации Кемеровской области осуществлены разработка, изготовление и освоение серийного производства аппаратов СИЗОД следующих видов:

- со сжатым кислородом типа ОВА-50 со сроком защитного действия 2 часа (рис.1);
- изолирующий регенеративный респиратор со сжатым кислородом типа ОВА-50 со сроком защитного действия 6 часов (рис.2).

Кроме того, на предприятии разработано и освоено серийное производство изолирующего регенеративного респиратора со сжатым кислородом типа «Кузбасс-4» со сроком защитного действия 4 часа. С начала серийного производства за 2017-2018 гг. выпущено 113 шт. респираторов «Кузбасс-4» (рис. 3) .

С целью повышения надежности горноспасательного оборудования, обеспечения безопасного его применения при ведении аварийно-спасательных и технических работ особо важным является решение вопроса по установлению порядка, когда подразделения ВГСЧ, ВГК шахт, рудников, разрезов, имеющие на оснащении горноспасательное оборудование: регенеративные респираторы, горноспасательные приборы, оживляющую аппаратуру, средства спасения производили сервисное обслуживание исключительно в независимых специализированных центрах, подконтрольных Ростехнадзору. Эти предприятия-центры имеют все необходимое оборудование, достаточное количество помещений для его размещения и высокопрофессиональных специалистов для выполнения этих работ. Предлагается исключить проведение сервисного обслуживания горноспасательного оборудования в подразделениях ВГСЧ, ВГК, шахт, рудников, разрезов и других предприятий, непосредственно эксплуатирующих это оборудование.

Высокая степень подготовленности профессиональных горноспасателей России в настоящее время подтверждается тем, что на первых международных соревнованиях в 1999 году, проведенных в США в г. Луидвилле, штат Вирджиния, команда горноспасателей из России заняла 3-е место. Команда была представлена горноспасателями Кузбасса. В соревновании принимали участие горноспасатели из США, Канады, Польши, Украины и России.

В 2018 году команда горноспасателей России, представленная горноспасателями Отдельного военизированного горноспасательного отряда (ОВГСО) г. Кемерово в международных соревнованиях горноспасателей заняла первое место и завоевала кубок. Международные горноспасательные соревнования прошли в Екатеринбурге. Двадцать пять команд из разных уголков мира: Россия, Австралия, Канада, Китай, Индия, Турция, Замбия, Колумбия, Польша, Казахстан приняли участие в борьбе за звание лучших. Россию представляло 7 команд, из них 3 команды МЧС России – военизированный горноспасательный отряд (г. Кемерово), отряд быстрого реагирования национального горноспасательного центра (г. Новокузнецк) и 20-й отряд Управления военизированных горноспасательных частей в строительстве (Республики Башкортостан).

Вплоть до выезда на соревнования члены команды усиленно готовились на учебно-тренировочном полигоне. Процесс подготовки состоял из отработки приемов спасения людей при аварии в горных выработках. Практику ведения спасательных работ, в том числе тушение подземных пожаров и оказание первой помощи пострадавшим кузбасские горноспасатели продемонстрировали в условиях реальных горнодобывающих предприятий Урала – «Березовского» рудника и карьера «Урочище».

В атмосфере дружбы и взаимопонимания прошли семь этапов состязания. Призовые места распределились следующим образом:

I место – команда филиала ФГУП ВГСЧ Кемеровский ВГСО, Россия;

II место – команда ВГК АО «СУЭК-Кузбасс» шахта им. А.Д. Рубана. АО «СУЭК-Кузбасс», Россия;

III место – команда «Комир» Карагандинского филиала Республиканского государственного предприятия «Профессиональная военизированная аварийно-спасательная служба», Казахстан.

Впервые в Кузбассе подготовку горноспасателей с высшим образованием начали готовить в Кузбасском государственном техническом университете (КузГТУ). Обучаются по специальности две группы. Первый выпуск состоится в феврале 2020 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.А. Осипова. Проблематика и актуальность исследования влияния «человеческого фактора» на уровень производственного травматизма на предприятиях угольной промышленности. Вестник НЦ ВостНИИ, выпуск 2, 2017. С. 84-90

2. Учебник подземного горноспасателя. Часть 1. Горноспасательное дело. Том 1, 1-е издание. – Новокузнецк, 2004 г.
3. Голик А.С. Горноспасательное дело в России // ТЭК и Ресурсы Кузбасса. 2003. №3. С. 75-80.
4. Соболев, Г.Г. Горноспасатели. – М. Недра, 1991.
5. ВГСЧ горнорудной промышленности – 75 лет. – М., 1997.
6. Федеральный закон об аварийно-спасательных службах статус спасателей № 151-ФЗ, 22 августа 1995 г.
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах», выпуск 40, М., ЗАО НТЦ ПБ, 2014г.
8. А. Тудос. Помогите горноспасателям разобрать законодательные тупики // Охрана труда и социальное страхование. 2001 № 12. с. 24-29.

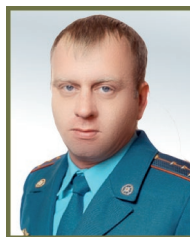
REFERENCES

1. Osipova, A. A. (2017). Problematika i aktual'nost' issledovaniya vliyaniya «chelovecheskogo faktora» na uroven' proizvodstvennogo travmatizma na predpriyatiyakh ugol'noy promyshlennosti [Problems and relevance of the study of the impact of the "human factor" on the level of industrial injuries in the coal industry]. *Vestnik VostNil*, (2), 84-90. [In Russian]
2. *Uchebnik podzemnogo gornospasatelya. Chast' 1. Gornospasatel'noye delo. [The textbook of the underground mine rescuer. Part 1. Mine rescue]* (1st ed., Vol. 1). (2004). Novokuznetsk. [In Russian]
3. Golik, A. S. (2003). Gornospasatel'noye delo v Rossii [Mine rescue in Russia]. *TEK I Resursy Kuzbassa - Fuel and Energy Complex and Kuzbass Resources*, (3), 75-80. [In Russian]
4. Sobolev, G. G. (1991). *Gornospasateli [Mining Rescuers]*. Moscow: Nedra. [In Russian]
5. *VGSCCH gornorudnoy promyshlennosti – 75 let [VGSCCH of the mining industry - 75 years]*. (1997). Moscow. [In Russian]
6. Federal'nyy zakon ob avariyno-spasatel'nykh sluzhbakh status spasateley № 151-FZ [Federal Law on Emergency Rescue Services Rescuer Status No. 151-FZ] (1995). [In Russian]
7. Federal'nyye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti "Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh" [Federal norms and rules in the field of industrial safety "Safety rules in coal mines"], 40 Moscow: CJSC STC PB (1995). [In Russian]
8. Tudos, A. (2001). Pomogite gornospasatelyam razobrat' zakonodatel'nyye tupiki [Help rescuers dismantle legislative deadlocks]. *Okhrana Truda I Sotsial'noye Strakhovaniye - Labor Protection and Social Insurance*, (12), 24-29. [In Russian]



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, Shakhterov Av., Kemerovo, 650002, Russia



М.Н. Чалаташвили//
M.N. Chalatashvili

канд.техн.наук, доцент, зам.начальника СПТ ФГКУ «1 отряд ФПС по КО» , 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 9А
candidate of technical sciences, associate professor, deputy head of SPT FGKU "Unit 1 of Federal Fire Service for Kemerovo Region", 650056, Russia, Kemerovo, Voroshilova St., 9A



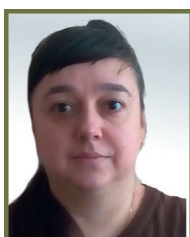
А.Н. Кроль // A.N. Krol'
anna.krol.79@mail.ru

канд.техн.наук, доцент ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056 , г. Кемерово, б-р Строителей, 47
candidate of technical sciences, associate professor of FGBOU VO "Kemerovo State University", 650056, Kemerovo, Boulevard Stroiteley, 47



Е.А. Попова // Ye.A. Popova

канд.техн.наук, доцент ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056 , г. Кемерово, б-р Строителей, 47
candidate of technical sciences, associate professor of FGBOU VO "Kemerovo State University", 650056, Kemerovo, Boulevard Stroiteley, 47



В.В. Романова //
V.V. Romanova
romvvaer@mail.ru

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056 , г. Кемерово, б-р Строителей, 47
candidate of technical sciences, associate professor of FGBOU VO "Kemerovo State University", 650056, Kemerovo, Boulevard Stroiteley, 47.



А.В.Сачков// A.V. Sachkov

начальник проектного отдела АО «НИИГД», 650002, Россия, г. Кемерово, пр-т Шахтеров, 14
project department head of AO "NIIGD", 650002, Russia, Kemerovo, Prospekt Shakhterov, 14

УДК 519.87:398.315

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В СИСТЕМЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

THE SYSTEM OF BUILDINGS AND STRUCTURES DANGEROUS FIRE FACTORS DEVELOPMENT MATHEMATICAL MODELS ANALYSIS

Торгово-развлекательные центры представляют большую потенциальную опасность для жизни, здоровья покупателей, зрителей, так как являются уникальными зданиями с массовым пребыванием людей. На любом объекте с массовым пребыванием людей должна быть организована безопасная эвакуация до того, как опасные факторы пожара достигнут предельно допустимых значений. Здание должно иметь такие объемно-планировочные решения, чтоб все находящиеся люди в здании могли легко попасть в безопасную зону в случае пожара до того, как опасность пожара достигнет критических значений. Проблема математического моделирования динамики опасных факторов пожара (ОФП) во время эвакуации людей из зданий и сооружений до конца не решена. Точность расчета динамики ОФП в большой степени определяется достоверностью исходных данных по свойствам пожарной нагрузки. Современные научные методы прогнозирования ОФП основываются на математическом моделировании - на математических моделях пожара. Математическая модель пожара описывает в самом общем виде изменение параметров состояния среды в помещении в течение времени, а также изменение параметров состояния ограждающих конструкций этого помещения и различных элементов технологического оборудования. В статье рассматриваются виды математических моделей пожара и их область применения. Математические модели пожара в помещении условно делятся на три класса: интегральные, зонные, полевые (дифференциальные). Математическое моделирование позволяет прогнозировать динамику возникновения пожара в зданиях различного назначения, а значит, позволяет вывести исследования пожарной опасности объектов на качественно новый этап развития и обеспечить переход от сравнительных методов к прогнозируемым, с учетом условий эксплуатации объекта.

Shopping and entertainment centers represent a great potential danger to the life and health of customers,

viewers, as they are unique buildings with a massive presence of people. At any object with a massive stay of people, safe evacuation should be organized before the dangerous factors of a fire reach the maximum permissible values. . The building must have such space planning solutions so that all people in the building can easily get into the safe zone in case of fire before the danger of fire reaches critical values. Fire hazard factors dynamics (OFP) mathematical modeling problem during people evacuation from buildings and structures has not been fully resolved. The OFP dynamics calculation accuracy is largely determined by the source data on the fire load properties reliability. Modern scientific methods for OFP predicting are based on mathematical modeling - on mathematical models of fire. Fire mathematical model describes, in its most general form, the environment condition change in a room over time, as well as a change in the parameters condition of the protecting structures of this room and various elements of the process equipment. The article discusses the types of mathematical models of fire and their use scope. Mathematical models of a fire in a room are conventionally divided into three classes: integral, zone, field (differential). Mathematical modeling allows us to predict the dynamics of fires in buildings for various purposes, and therefore allows us to bring the fire hazard studies of objects to a qualitatively new stage of development and to ensure the transition from comparative to predictable methods, taking into account the operating conditions of the object.

Ключевые слова: КРИТИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ ЭВАКУАЦИИ, ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОЖАРА, НАЧАЛЬНАЯ СТАДИЯ ПОЖАРА.

Key words: EVACUATION CRITICAL TIME, FIRE DANGEROUS FACTORS, FIRE MATHEMATICAL MODELS, FIRE INITIAL STAGE.

Торгово-развлекательные центры представляют большую потенциальную опасность для жизни, здоровья покупателей, зрителей, так как являются уникальными зданиями с массовым пребыванием людей. Высокая пожарная нагрузка связана со сложными горизонтальными и вертикальными связями, объединяющими помещения различных классов пожарной опасности. Большая длина путей эвакуации, что значительно ее усложняет, увеличивает время проведения даже в нормальных условиях, а тем более при сильном задымлении.

1. Введение

В последние годы произошло много крупных пожаров в торгово-развлекательных центрах, в основном из-за несоблюдения необходимых норм пожарной безопасности, что привело к массовой гибели людей и большому материальному ущербу. Серия пожаров в 2018 году в торгово-развлекательных центрах началась с трагедии в Кемеровской «Зимней вишне». Возгорание унесло жизни 64 человек, из которых 41 — дети. У здания обрушилась крыша. В результате пожара погибли около 200 животных, находившихся в контактном зоопарке ТЦ.

Четвертого апреля загорелся уже московский торгово-развлекательный центр «Персей». По данным следствия, пожар начался на шестом этаже, где располагались склады ткацкой фабрики. Огонь охватил площадь в 80 квадратных метров.

После трагедии в Кемерово проводились массовые проверки пожарной безопасности.

Торговые центры проверяли на наличие запасных выходов и рабочей сигнализации.

В рамках действующей противопожарной политики, в современных строительных нормативно-технических документах значительное внимание должны уделять безопасной эвакуации людей при пожаре из зданий и сооружений [1]. Согласно требованиям Федерального закона № 123 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", любое здание должно иметь такие объемно-планировочные решения, чтоб все находящиеся люди в здании могли легко попасть в безопасную зону в случае пожара до того, как опасность пожара достигнет критических значений [2]. Тогда как разработка оптимальных объемно-планировочных решений во многом определяется временным периодом, необходимым для эвакуации людей при пожаре.

Проблема математического моделирования динамики опасных факторов пожара (ОФП) во время эвакуации людей из зданий и сооружений до конца не решена. Допускаются случаи непринятия объектами экономики расчетных данных ОФП, фактических пределов огнестойкости строительных конструкций, расчётов критической продолжительности пожара и определением время блокирования эвакуационных путей опасными факторами пожара в помещении. На практике это объясняется экономической приоритетностью, при этом допускаются социальные риски, ведущее к гибели людей в результате воздействия ОПФ.

Несмотря на достаточно большое количество отечественных работ (Кошмаров Ю.А., Зотов Ю.С., Есин В.М., Рыжов А.М., Пузач С.В.,

Присадков В.И.) и зарубежных работ (Chow W. K., Tanaka T., Matsuyama K., Loughheed G. D. Yamada S), посвященных моделированию динамики ОФП, важные с научной и практической точки зрения закономерности развития термодинамической картины пожара пока не раскрыты полностью.

2. Классификация математических моделей пожара

Современные научные методы прогнозирования ОФП основаны на математическом моделировании, а именно на математических моделях пожара (ММП). ММП описывает в самом общем виде изменение параметров состояния среды в помещении в течение времени, а также изменение параметров состояния ограждающих конструкций этого помещения и различных элементов технологического оборудования [3].

Методы прогнозирования ОФП различают в зависимости от вида ММП. Математические модели пожара в помещении условно делятся на три класса (три вида): интегральные, зонные, полевые (дифференциальные).

Интегральная модель пожара позволяет получить информацию о средних значениях параметров состояния среды в помещении для любого момента развития пожара. Сопоставив средние параметры среды с их предельными значениями в рабочей зоне, используют формулы, полученные на основе экспериментальных исследований пространственного распределения температур, концентраций продуктов горения, оптической плотности дыма и других параметров.

Зонная модель позволяет получить информацию о размерах характерных пространственных зон, возникающих при пожаре в помещении, и средних параметров состояния среды в этих зонах. В качестве характерных пространственных зон можно выделить, например, припотолочную область пространства, в начальной стадии пожара, область восходящего над очагом горения потока нагретых газов и область незадымленной холодной части пространства [11].

Полевая дифференциальная модель позволяет рассчитать для любого момента развития пожара значения всех локальных параметров состояния во всех точках пространства внутри помещения [4, 12].

Перечисленные модели отличаются друг от друга объемом информации, которую они могут дать о состоянии газовой среды в помещении и взаимодействующих с нею конструкций на разных этапах пожара. Наиболее детальные

сведения можно получить с помощью полевой модели.

В математическом отношении три выше-названных вида моделей пожара характеризуются разным уровнем сложности. Интегральная модель пожара в своей основе представлена системой обыкновенных дифференциальных уравнений. Искомыми функциями выступают среднеобъемные параметры состояния среды, независимым аргументом является время. Основу зонной модели пожара в общем случае составляет совокупность нескольких систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Параметры состояния среды в каждой зоне являются искомыми функциями, а независимым аргументом является время. Искомыми функциями являются также координаты, определяющие положение границ характерных зон. Наиболее сложной в математическом отношении является полевая модель. Ее основу составляет система уравнений в частных производных, описывающих пространственно-временное распределение температур и скоростей газовой среды в помещении, концентраций компонентов этой среды (кислород, оксид и диоксид углерода и т.д.), давлений и плотностей. Эти уравнения включают реологический закон Стокса, закон теплопроводности Фурье, закон диффузии, закон радиационного переноса. В более общем случае к этой системе уравнений добавляется дифференциальное уравнение теплопроводности, описывающее процесс нагревания ограждающих конструкций. Искомыми функциями в этой модели являются плотность и температура среды, скорость движения газа, концентрации компонентов газовой среды, оптическая плотность дыма [5, 9, 10]. Независимыми аргументами являются координаты x , y , z и время.

Сценарий развития пожара включает в себя следующие этапы:

- выбор места расположения первоначального очага пожара и закономерностей его развития;
- задание расчетной области (выбор рассматриваемой при расчете системы помещений, определение учитываемых при расчете элементов внутренней структуры помещений, задание состояния проемов);
- задание параметров окружающей среды и начальных значений параметров внутри помещений.

Делая выводы по математическим моделям пожара, интегральная модель пожара позволяет получить информацию о средних значениях параметров среды в помещении для лю-

бого момента развития пожара. Зонная модель позволяет получить представление о размерах характерных зон, возникающих при пожаре в помещении, а также о средних параметрах состояния среды внутри этих зон. И наконец, полевая дифференциальная модель позволяет рассчитать для любого момента развития пожара значение всех локальных параметров состояния в любой точке пространства помещения. Все три модели в математическом отношении характеризуются различным уровнем сложности. Наиболее просто реализуемой является интегральная модель, она же является и наименее точной. Наиболее перспективной, с точки зрения практического применения, является полевая модель горения. Полевые модели основываются на системе дифференциальных уравнений в частных производных. Результатами решения данной системы уравнений являются поля распределения температур, скоростей, концентраций компонентов газовой среды в каждый момент времени.

В связи с этим полевой метод может использоваться:

- для проведения научных исследований в целях выявления закономерностей развития пожара;
- для проведения сравнительных расчетов в целях апробации и совершенствования менее универсальных и зональных и интегральных моделей, проверки обоснованности и их применения;
- выбора рационального варианта противопожарной защиты конкретных объектов;
- моделирования распространения пожара в помещениях высотой более 6 м.

3. Выбор метода математического моделирования пожара.

Выбор конкретной модели расчета времени блокирования путей эвакуации следует осуществлять исходя из следующих предпосылок:

интегральный метод: для зданий, содержащих развитую систему помещений малого объема простой геометрической конфигурации; для помещений, где характерный размер очага пожара соизмерим с характерными размерами помещения и размеры помещения соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз); для предварительных расчетов с целью выявления наиболее опасного сценария пожара;

зонный (зональный) метод: для помещений и систем помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз),

когда размер очага пожара существенно меньше размеров помещения; для рабочих зон, расположенных на разных уровнях в пределах одного помещения (наклонный зрительный зал кинотеатра, антресоли);

полевой метод: для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (атриумы с системой галерей и примыкающих коридоров, многофункциональные центры со сложной системой вертикальных и горизонтальных связей и т.д.); для помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше (меньше) остальных (тоннели, закрытые автостоянки большой площади); для иных случаев, когда применимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение (уникальные сооружения, распространение пожара по фасаду здания, необходимость учета работы систем противопожарной защиты, способных качественно изменить картину пожара).

Таким образом, в результате анализа объемно-планировочных решений и выбора сценариев развития пожара, при проведении расчетов по распространению опасных факторов пожара будет использоваться полевой метод математического моделирования, так как торгово-развлекательный центры представляет собой 2-х - 4-х этажное здание с учетом административных помещений.

Согласно приложению при проведении расчетов рассматриваются три основных вида развития пожара: круговое распространение пожара по твердой горючей нагрузке, линейное распространение пожара по твердой горючей нагрузке, неустановившееся горение горючей жидкости. Скорость выгорания (скорость газификации) горючего материала в рассматриваемый момент времени, для этих случаев определяется формулами:

$$\psi = \begin{cases} \psi_{ud} \cdot \pi \cdot v^2 \cdot t^2 \\ \psi_{ud} \cdot 2 \cdot v \cdot t \cdot b \\ \psi_{ud} \cdot F \cdot \sqrt{\frac{t}{t_{ct}}} \end{cases} \quad (1)$$

ψ_{ud} — удельная скорость выгорания, 1 м²;

v — скорость распространения пламени, м/сек;

b — ширина полосы горючей нагрузки, м;

t_{ct} — время стабилизации горения горючей жидкости, сек;

F — площадь очага пожара, м².

Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допусти-

мого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола. Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют: по повышенной температуре – 70°C; по тепловому потоку – 1400 Вт/м²; по потере видимости – 20 м (для случая, когда оба горизонтальных линейных размера помещения меньше 20 м, предельно допустимое расстояние по потере видимости следует принимать равным наибольшему горизонтальному линейному размеру); по пониженному содержанию кислорода – 0,226 кг/м³; по каждому из токсичных газообразных продуктов горения (CO₂ – 0,11 кг/м³; CO – 1,16·10⁻³ кг/м³; HCL – 23·10⁻⁶ кг/м³) [3]. При использовании полевой модели определение критического времени имеет существенные особенности, связанные с тем, что критическое значение в различных точках помещения достигается неодновременно. Для помещений с соизмеримыми горизонтальными размерами критическое время определяется как максимальное из критических времен для эвакуационных выходов из данного помещения (время блокирования последнего выхода) [6].

Определяется время блокирования t_{bl} :

$$t_{bl} = \min \left\{ t_{kr}^{p,v}, t_{kr}^T, t_{kr}^{t,g}, t_{kr}^{O_2}, t_{kr}^{t,p} \right\} \quad (2)$$

Для расчета времени блокирования (t_{bl}) выбран полевой метод моделирования пожара. Основой для полевых моделей пожаров являются уравнения, выражающие законы сохранения массы, импульса, энергии и масс компонентов в рассматриваемом малом контрольном объеме. Используемая математическая модель включает в себя следующие основные уравнения [7,8]: Уравнение сохранения массы:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j) = 0 \quad (3)$$

Уравнение сохранения импульса:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} (\rho \cdot u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j \cdot u_i) = \\ = - \frac{\partial \rho}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho \cdot g_i \end{aligned} \quad (4)$$

Уравнение энергии:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} (\rho \cdot h) + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho \cdot u_j \cdot h) = \\ = - \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \cdot \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_j^R}{\partial x_j} \end{aligned} \quad (5)$$

Статическая энтальпия смеси:

$$h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p \cdot dT + \sum_k (Y_k - H_k) \quad (6)$$

где H_k теплота образования k - компонента;

Теплоемкость смеси при постоянном давлении:

$$c_p = \sum_k Y_k \cdot c_{p,k} \quad (7)$$

Уравнение сохранения химического компонента k :

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (\rho \cdot Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \cdot u_j \cdot Y_k) = \\ = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho \cdot D \cdot \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k \end{aligned} \quad (8)$$

Уравнение состояния идеального газа:

$$p = \rho \cdot R_0 \cdot T \cdot \sum_k \frac{Y_k}{M_k} \quad (9)$$

где R_0 универсальная газовая постоянная; M_k - молярная масса k -компонента.

Представленная система уравнений позволяет описать изменение во времени плотности, температуры и состава газовой среды в каждой точке пространства объекта при полевом моделировании. Основным недостатком полевых математических моделей пожара является недостаточная изученность явления турбулентности. Многочисленные опыты по созданию универсальной модели турбулентности не дали желаемых результатов. Кроме этого, недостаточно сведений по изучению процессов выгорания при горении жидкости (процесс газификации), который оказывает значительное влияние на описание процессов формирования температурных полей, так как изменение скорости газификации горения существенно зависит от основных свойств вещества, потока массы газов.

Полное математическое описание модели развития пожара, дополненное зависимостями газообмена помещения с окружающей средой, теплообмена с ограждающими конструкциями, скоростями газификации и тепловыделения, получить на практике весьма сложно. На начальном этапе развития пожара проводится массовая эвакуация людей, до наступления предельно-допустимых значений опасных факторов пожара. Поэтому для расчетов ОФП можно использовать интегральную модель пожара в помещении, созданную Заслуженным деятелем науки РФ профессором Ю.А. Кошмаровым. Предлагаемая система дифференциальных уравнений описывает начальную стадию пожара без учета взаимодействий инженерно-технических систем.

Приведенный анализ существующих математических моделей пожаров, таких как интегральная и зональная, не учитывает изменение скорости газификации, изменение отношения теплового потока в очаге горения. Для существующих

математических моделей пожара необходимо получить новые зависимости для входных параметров, для этого необходимо формирование граничных уравнений с учетом турбулентных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная безопасность зданий и сооружений. СНиП 21-01-97
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон № 123-ФЗ: принят 22 июля 2008 г. – М.: НЦ ЭНАС, 2008. – 64 с.
3. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.
4. Рыжов А.М., Хасанов И.Р., Карпов А.В. и др. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях. Методические рекомендации. - М.: ВНИИПО, 2003.
5. Колодяжный С.А., Переславцева И.И. Математическое моделирование динамики основных опасных факторов в начальной стадии пожара// Вестник КГАСУ, № 4. – С. 403-412.
6. Определение времени эвакуации людей и огнестойкости строительных конструкций с учетом параметров реального пожара: Учебное пособие/ Пузач С.В., Казенное В.М., Горностаев Р.П. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. 147 л.
7. Кошмаров Ю.А. Теплотехника: учебник для вузов. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. - 501 е.: ил.
8. Пузач С.В. Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2005
9. Chow W. K., Li J. Review on Design Guides for Smoke Management System in Atrium // Int. J. on Engineering Performance – Based Fire Codes. – 2005. – Vol. 7, No. 2. – P. 65-87.
10. Chow W. K. Determination of the Smoke Layer Interface Height for Hot Smoke Tests in Big Halls // Journal of Fire Sciences. – 2009. – Vol. 27. – P. 125-141.
11. Tanaka T., Yamada S. Two layer zone smoke transport model 2004 Fire Science and Technology. V. 23, N 1. – Pp. 21-29
12. Yao J., Fan W., Kohyu S., Daisuke K. Verification and application of fieldzone-network model in building fire 1999 Fire Safety Journal. Vol. 33, No. 1. – Pp. 35-44

REFERENCES

1. Fire safety of buildings and structures. SNiP 21-01-97 (1997) [In Russian]
2. Tekhnicheskii reglament o trebovaniyakh pozharnoi bezopasnosti: feder. zakon № 123-FZ: prinyat 22 iyulya 2008 g. [Technical regulations on fire safety requirements: Feder. Law No. 123-FZ: adopted July 22, 2008]. (2008, 22 July). Moscow: NC ENAS [in Russian].
3. Koshmarov, Yu.A. (2000). Prognozirovaniye opasnykh faktorov pozhara v pomeshchenii [Prediction of indoor fire hazards]. Moscow: Academy of GSP MVD [in Russian].
4. Ryzhov, A.M., Khasanov, I.R., Karpov, A.V. et al. (2003). Primeneniye polevogo metoda matematicheskogo modelirovaniya pozharov v pomeshcheniyakh. Metodicheskie rekomendatsii [Rooms fires mathematical modeling field method application. Guidelines]. Moscow:VNIPO [in Russian].
5. Kolodiazhny, S.A., & Pereslavitsev, I.I. (). Matematicheskoe modelirovaniye dinamiki osnovnykh opasnykh faktorov v nachalnoi stadii pozhara [The main hazards dynamics mathematical modeling in the initial stage of a fire]. Vestnik KGASU – KGASU Herald, 4, 403-412 [in Russian].
6. Puzach, S.V., Kazennoie, V.M., & Gornostaiev, R.P. (2005). Opredeleniye vremeni ehvakuatsii lyudei i ognestoikosti stroitelnykh konstruksii s uchetom parametrov realnogo pozhara [People evacuation time and building structures fire resistance determination taking into account the parameters of a real fire]. Moscow: Academy of GPS MChS of Russia [in Russian].
7. Koshmarov, Yu.A. (2006). Teplotekhnika [Heat engineering]. Moscow: IKC Academkniga [in Russian].
8. Puzach, S.V. (2005). Metody rascheta teplomassoobmena pri pozhare v pomeshchenii i ikh primeniye pri reshenii prakticheskikh zadach pozharovzryvobezopasnosti [Methods for calculating heat and mass transfer in a room fire and their use in solving practical problems of fire and explosion safety]. Moscow: Academy of GPS MChS of Russia [in Russian].

9. Chow W. K., Li J. (2005) Review on Design Guides for Smoke Management System in an Atrium // Int. J. on Engineering Performance – Based Fire Codes. Vol. 7, No. 2. – P. 65-87. [in English].
10. Chow W. K. (2009). Determination of the Smoke Layer Interface Height for Hot Smoke Tests in Big Halls // Journal of Fire Sciences. Vol. 27. – P. 125-141 [in English].
11. Tanaka T., Yamada S. (2004). Two layer zone smoke transport model. Fire Science and Technology. V. 23, N 1. – Pp. 21-29 [in English].
12. Yao J., Fan W., Kohyu S., Daisuke K. (1999). Verification and application of fieldzone-network model in building fire. Fire Safety Journal. Vol. 33, No. 1. – Pp. 35-44 [in English].
13. method application. Guidelines]. Moscow: VNIPO [in Russian].
14. Kolodiazny, S.A., & Pereslavitsev, I.I. (). Matematicheskoe modelirovanie dinamiki osnovnykh opasnykh faktorov v nachalnoi stadii pozhara [The main hazards dynamics mathematical modeling in the initial stage of a fire]. Vestnik KGASU – KGASU Herald, 4, 403-412 [in Russian].
15. Puzach, S.V., Kazennoie, V.M., & Gornostaiev, R.P. (2005). Opredelenie vremeni ehvakuatsii lyudei i ognestoikosti stroitelnykh konstruksii s uchetom parametrov realnogo pozhara [People evacuation time and building structures fire resistance determination taking into account the parameters of a real fire]. Moscow: Academy of GPS MChS of Russia [in Russian].
16. Koshmarov, Yu.A. (2006). Teplotekhnika [Heat engineering]. Moscow: IKC Academkniga [in Russian].
17. Puzach, S.V. (2005). Metody rascheta teplomassoobmena pri pozhare v pomeshchenii i ikh primenenie pri reshenii prakticheskikh zadach pozharovzryvobezопасnosti [Methods for calculating heat and mass transfer in a room fire and their use in solving practical problems of fire and explosion safety]. Moscow: Academy of GPS MChS of Russia [in Russian].
18. Chow W. K., Li J. (2005) Review on Design Guides for Smoke Management System in an Atrium // Int. J. on Engineering Performance – Based Fire Codes. Vol. 7, No. 2. – P. 65-87. [in English].
19. Chow W. K. (2009). Determination of the Smoke Layer Interface Height for Hot Smoke Tests in Big Halls // Journal of Fire Sciences. Vol. 27. – P. 125-141 [in English].
20. Tanaka T., Yamada S. (2004). Two layer zone smoke transport model. Fire Science and Technology. V. 23, N 1. – Pp. 21-29 [in English].
21. Yao J., Fan W., Kohyu S., Daisuke K. (1999). Verification and application of fieldzone-network model in building fire. Fire Safety Journal. Vol. 33, No. 1. – Pp. 35-44 [in English].

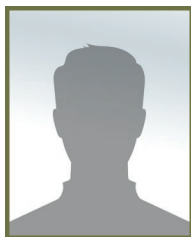
ИЗМЕРИТЕЛЬ ЗАПЫЛЕННОСТИ СТАЦИОНАРНЫЙ ИЗСТ-01

*Автоматизированный оптический датчик
запыленности*

INDSAFE.RU

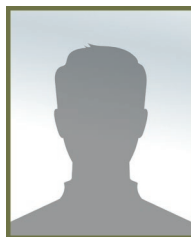


Прибор предназначен для измерения массовой концентрации пыли при контроле превышения предельно-допустимых концентраций в атмосфере, технологического контроля систем кондиционирования, вентиляционных систем и чистоты воздуха



■ **О.В. Аверин // O.V. Averin**
rosniigdbuh@mail.ru

заместитель директора АО "НИИГД",
650002, Россия, г. Кемерово, пр-т Шах-
теров, 14
deputy director of AO "NIIGD", 14,
Shakhterov Av., Kemerovo, 650002,
Russia



■ **В.О. Аверин // V.O. Averin**

горный инженер. Россия, г. Санкт-
Петербург
mining engineer, Russia, St. Petersburg

УДК 503.2

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕЁ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ CONCEPTUAL MODEL OF THE PROCESS OF THE APPEARANCE OF ACCIDENTS IN A DANGEROUS INDUSTRIAL OBJECT AND THE POSSIBILITY OF ITS PRACTICAL APPLICATION

Вопросы снижения количества аварий, травматизма являются предметом исследования как научных коллективов, так и отдельные ученые. Не выработано единой концепции, позволяющей наглядно проследить все этапы НС от предпосылок до последствий, связь между действиями участвующих лиц, условиями и наступившими последствиями.

В статье предложена концептуальная модель процесса возникновения несчастного случая, определена основная функция и проведена декомпозиция этой функции до уровня этапов. Концептуальная модель может быть изменена, уточнена, упрощена и дополнена новыми стадиями и этапами, а декомпозиция описания доведена до требуемого уровня.

Построенная на основе данной концепции модель НС поможет следственным органам и суду наглядно разобраться с причинами НС, степенью вины конкретных лиц, а также выработать комплекс мер по профилактике НС на производстве.

The issues of reducing the number of accidents and injuries are the subject of research scientific groups and individual scientists. There is no universal concept that allows to demonstrably trace all the stages of accident from the preconditions to the consequences, link between the actions of the participating persons, conditions and the consequences.

The article proposes a conceptual model of the process of accident, the main function is defined and decomposition of this function to the level of stages is realized. The conceptual model can be modified, refined, simplified and supplemented with new stages, and the description decomposition is brought to the required level.

Based on this concept, the model of accident will help investigating authority and the court to clearly understand the reasons of the accident, the degree of guilt of specific individuals, as well as to develop a policy of prevent the accident in production.

Ключевые слова: НЕСЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ, КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ, МЕТОД СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА, ДИАГРАММА, ОСНОВНАЯ ФУНКЦИЯ, ДЕКОМПОЗИЦИЯ
Key words: ACCIDENT, CONCEPTUAL MODEL, STRUCTURED ANALYSIS & DESIGN TECHNIQUE, DIAGRAM, PRINCIPAL FUNCTION, DECOMPOSITION.

При существующих технологиях и темпах производства несчастные случаи в угольной промышленности, к большому сожалению, имеют место и приносят много как людских, так и материальных потерь. Над вопросами снижения количества аварий, травматизма работают как научные коллективы, так и отдельные исследователи.

Проблема борьбы с несчастными случаями на производстве, исследование процесса их возникновения, разработка методов определения причин НС (далее – НС), выявление факторов травматизма при выполнении производственных процессов, вопросы расследования НС являются предметом исследования специалистов по охране труда и промышленной безопасности,

безопасности жизнедеятельности, травматизму на производстве, криминалистике, судебной экспертизе и других наук.

Для решения проблемных вопросов предлагаются методики, концепции, модели, системы, теории возникновения и борьбы с несчастными случаями. В данных работах исследуется поведение человека в процессе возникновения несчастного случая; возникающие при этом причинно-следственные связи, стадии возникновения аварии, методики анализа и оценки риска при ведении горных работ, методики расследования аварий и проведения судебных экспертиз и другие вопросы.

Так В.Ю. Деревянский в [4] предлагает модель НС, построенную на основе ситуационного анализа. Различные методы анализа аварий, произошедших на горных предприятиях, приведены в работе Ю.А.Кривченко. А.Н. Домрачевым и др. в [5] выполнен анализ риска при ведении горных работ и разработаны методики оценки риска при ведении горных и горноспасательных работ. Методики производства судебных экспертиз по фактам расследования НС приведены в работе Е.Р. Россинской в [6]. И.Дубровская в [7] исследует порядок расследования НС на производстве.

Каждый исследователь в своей публикации глубоко раскрыл тему, но в данных работах не выработано единой концепции, позволяющей наглядно проследить все этапы НС от предпосылок до последствий, связь между действиями участвующих лиц, условиями и наступившими последствиями, чтобы в дальнейшем при расследовании НС заинтересованным сторонам (следователю, сторонам, суду) было легко разобраться с причинами НС, степенью вины конкретных лиц и соответственно выработать комплекс мер по борьбе с данной проблемой.

Для выработки единой концепции имеющихся теорий недостаточно, в связи с чем появляется необходимость создания новых теорий, методик, методов. Возможно объединение работ различных отраслей знания, например, технических и юридических наук. А.А. Эксархопуло в [4] среди таких путей называет и применение известных решений научных проблем, сформировавшихся в других отраслях знания, но еще не апробированных криминалистикой для объяснения и разрешения проблемных ситуаций и новых фактов, встречающихся в практике борьбы с преступностью. Метод, который авторы статьи предлагают использовать в сфере борьбы с последствиями аварий на производстве, широко используется в науке, различных

отраслях знаний.

В результате анализа процессов, влияющих на возникновение несчастного случая, нами была разработана концептуальная модель процесса возникновения НС, и на её основе предложены способы их предотвращения.

Основой предлагаемой модели является метод структурного анализа, кроме того использованы системный и объектно-ориентированный методы в описании проблемы, когда весь процесс аварии от начала до конца представляется в виде информационной системы знаний. При разработке необходимых условий к системе и ее функциям, а затем для формирования собственно системы, которая соответствует заданным условиям и исполняет заданные функции, использована методология структурного анализа-SADT (Structured Analysis & Design Technique). Лучше других для решения поставленного вопроса подходит методология стандарта IDEF 0, которая совмещает в себе совокупность методов и правил, предназначенных для построения функциональной модели какого-либо процесса. В IDEF0 принята следующая терминология: функции подвергаются декомпозиции, а блоки-прямоугольники, обозначающие функции, детализуются. Прямоугольник, обозначающий систему как единое целое, затем подвергается детализации на другой диаграмме; получившиеся прямоугольники соединяются стрелками-взаимодействиями. Эти прямоугольники обозначают главные подфункции одной функции - предка. Такое разложение описывает полный набор подфункций, каждая из которых обозначена прямоугольником, границы которого, определены стрелками-взаимодействиями. Каждая из этих подфункций может быть разложена аналогичным образом, после чего становится видимым очередной уровень детализации.

Данная модель отображает функциональную структуру процесса возникновения аварии в горной промышленности, т.е. производимые в процессе возникновения аварии на опасном производственном объекте (далее - ОПО) действия должностных лиц, влияние на них различных факторов и связи между этими факторами. В результате исследования и построения получается модель, состоящая из диаграмм, глоссария и фрагментов текстов.

Главными компонентами модели являются диаграммы, все функции и интерфейсы на них представлены как блоки и дуги. Место соединения дуги с блоком определяет тип интерфейса. Положение стрелки по отношению к прямоугольнику показывает конкретную роль взаимо-

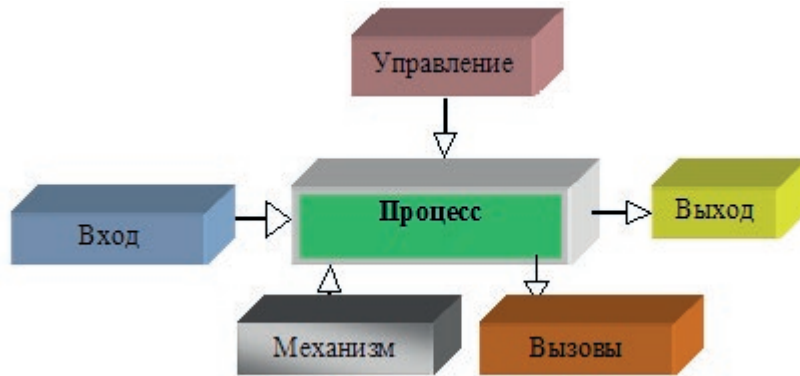


Рисунок 1 – Диаграмма связей
Figure 1 - Linkage Diagram

действия. На рис. 1 представлена контекстная диаграмма, определены и описаны основные взаимодействия (стрелки), которые влияют на основную функцию.

1. Управляющее воздействие входит в прямоугольник сверху.
2. Ресурсы входят в прямоугольник слева.
3. Продукты процесса исходят из правой стороны прямоугольника.
4. Средства исполнения (механизм) функции входят в прямоугольник снизу.
5. Вызовы исходят из нижней части прямоугольника.

Первичная модель начинается с прямоугольника с взаимодействиями, простирающимися за пределы системы. Этот прямоугольник обозначает систему или предметную область в целом, его описательное имя носит общий характер. На модели стрелками показываются взаимодействия, они также обозначают полный набор взаимодействий системы с внешним миром. Диаграмма с одним прямоугольником называется "контекстной диаграммой"; в ее пояс-

нительном тексте определяются точка зрения и цель создания модели.

На примере выполнения технологической операции на ОПО горной промышленности (шахта, рудник, разрез) определим действия, которые могут привести к НС на ОПО. Данная модель создана для использования при расследовании НС на производстве с точки зрения работников, занимающихся расследованием НС на производстве. Главной функцией данной модели является "Выполнение технологической операции на ОПО" на основе которой будут даны рекомендации по борьбе с НС на ОПО.

На рис. 2 представлена контекстная диаграмма технологической операции на ОПО, определены и описаны основные взаимодействия (стрелки), которые активируют основную функцию. В качестве ресурса принимаем исходные материалы - соответствующим образом выполненный, подписанный, утвержденный и действующий проект (паспорт), необходимый для выполнения технологической операции; необходимые инструмент и оборудование. Продуктом



Рисунок 2 – Диаграмма технологической операции на ОПО
Figure 2 - HPF Process Operation Chart

выполнения данной функции выступает положительный результат выполнения технологической операции. В качестве управляющих воздействий приняты нормативные документы, паспорта, проекты, задание (наряд), критерии оценки результатов. В качестве механизма исполнения функции (исполнителя) выступает работник ОПО (рабочий, надзор), его знания, умения, опыт и др. В качестве вызова могут быть результаты невыполнения технологической операции (промежуточные результаты, брак, отказ от выполнения операции по различным причинам, а также наступление аварии или инцидента на ОПО), которые могут служить и конечными элементами данной модели и первичными (ресурсом) для выполнения другой модели. Вызов разделяет или соединяет информацию между моделями или элементами данной модели, а также может отсылать для получения дополнительной информации к другой модели и позволяет проводить описание в иных категориях и терминах.

Таким образом, реализовать главную функцию «Выполнение технологической операции на ОПО» возможно, если иметь в нужное время в достаточном количестве и хорошего качества исходные материалы, технически исправные инструмент и оборудование; исполнителей технологической операции, имеющих достаточный уровень знаний и умений; необходимые для выполнения задания, действующие и соответствующим образом утвержденные нормативные и исполнительные документы (проект/паспорт, задание/наряд, должностную инструкцию и др.); возможности для выполнения задания. В категориях и терминах модели должен быть известен характер изменения использованного ресурса во времени.

Анализируя родительскую диаграмму, можно отметить основные факторы, которые влияют на главную функцию и, следовательно, могут влиять на конечный результат, дать первичные рекомендации по предотвращению несчастных случаев на ОПО. Результаты анализа позволяют сделать вывод:

- для наступления НС либо выполнения технологической операции необходимо одновременное воздействие на ход процесса: элементов, составляющих управляющее воздействие, необходимых ресурсов и средств исполнения (механизма);

- родительская диаграмма не позволяет выяснить причины НС, связь между действиями работников ОПО и наступившими последствиями (инцидент, авария) степенью вины конкретных лиц.

Для того, чтобы дать более детальные рекомендации, необходимо по мере создания диаграмм постепенное введение все больших уровней детализации.

Каждый компонент модели может быть декомпозирован на другой диаграмме. Каждая диаграмма иллюстрирует "внутреннее строение" блока на родительской диаграмме. Таким образом, IDEF0 - модели представляют собой иерархическую структуру, на вершине которой расположен блок (родительский) всей системы как единого целого, а на нижних уровнях расположены детализированные блоки родительской диаграммы.

В единых терминах и категориях производства технологической операции на ОПО горной промышленности проведена декомпозиция модели (рис.3). Отличительными особенностями детализированной диаграммы А0 - уровня являются: выделение основных исследуемых подфункций – подготовка рабочего места, выполнение задания, контроль качества выполнения задания; представление каждого блоком основной подфункции исходной функции; содержание в каждой подфункции только тех элементов, которые входят в исходную функцию; назначение каждому блоку на диаграмме своего номера; наличие связей между блоками; использование технических терминов и категорий в сематике ярлыков на данной и последующих схемах.

Выводы

Имеющаяся аналитическая и экспериментальная информация подвергнута систематизации и структурированию. Разработана концептуальная модель, определена основная функция и проведена декомпозиция этой функции до уровня этапов. Концептуальная модель может быть изменена, уточнена, упрощена и дополнена новыми стадиями и этапами, а декомпозиция описания доведена до требуемого уровня. Установлено, что создание моделей НС занятие сложное, требующее больших затрат времени и энергии.

Особенностью модели является наличие связей между блоками, что позволяет говорить о хорошем качестве рассматриваемых диаграмм. Выявлено полное соответствие между аналитическим описанием и технологической операцией на ОПО.

Предложенная нами концептуальная модель может быть использована при создании автоматизированной системы расследования как инцидентов, так и крупных аварий в различных областях промышленности.

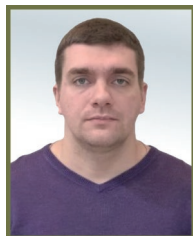
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабокин И.А. Управление безопасностью труда на горном предприятии. М.:Недра,1989.- 251 с.
2. Деревянский В.Ю. Построение ситуационной модели несчастного случая. Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности 2016.-№3.-С. 103-107.
3. Домрачев А.Н., Криволапов В.Г. , .Говорухин Ю.М, Масленков А.В.. Методология анализа и оценки риска при ведении аварийно-спасательных работ на горных предприятиях.-Кемерово:Кузбассвуиздат,2013.
4. Дубровская И.А. Новое в расследовании несчастных случаев на производстве.
5. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях:предпочтения и замещения/Р.Л.Кини,Х.Райфа.-М:радио и связь,1980.-560с.
6. КривченкоЮ.А., Дузь Л.Е., Крупка А.А.. Методология комплексного анализа аварийности промышленных предприятий. Донецк.2010.
7. Эскархопуло А.А. Основы криминалистической теории. СПб., 1992. С.59
8. Brackett, J. Structuring the Analysis and Design Process. GUIDE Productivity Symposium, 1976.
9. Burack, E., and Torda, F. The Manager's Guide to Change. Lifetime Learning Publications, 1979.
10. DeMarco, T.: Breaking the Language Barrier // Computerworld 1978.
11. DeMarco, T. Controlling Software Projects. New York: Yourdon Press. 1982.
12. Parkin, A.: Data Processing Management. Boston: Little, Brown. 1980.
13. Ross, D. and Schoman, K. Structured Analysis for Requirements Definitions // IEEE Transactions on Software Engineering. 1977.- SE-3, №. 1.
14. Schoman, K.: SADT and PERT // SofTech Deliverable. 1977.- №. CLIN#0-02AG.
15. Weinberg, G. Understanding the Professional Programmer. Boston: Little, Brown, 1982.

REFERENCES

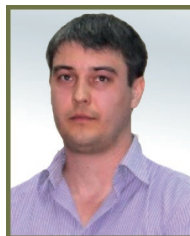
1. Babokin, I. A. (1989). Upravleniye bezopasnost'yu truda na gornom predpriyatii [Mining safety management]. Moscow: Nedra. [In Russian]
2. Derevjanskij, V. J. (2016). Postroyeniye situatsionnoy modeli neschastnogo sluchaya [Building a situational model of an accident]. *Bulletin Of Research Center For Safety In Coal Industry*, (3), 103-107. [In Russian]
3. Domrachev, A. V., Krivopalov, V. G., Govoruhin, J. M., & Maslenkov, A. V. (2013). *Metodologiya analiza i otsenki riska pri vedenii avariyno-spasatel'nykh rabot na gornykh predpriyatiyakh* [Methodology of analysis and risk assessment in the conduct of rescue operations at mining enterprises]. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat. [In Russian]
4. Dubrovskaja, I. A. (n.d.). *Novoye v rassledovanii neschastnykh sluchayev na proizvodstve* [New in the investigation of accidents at work]. [In Russian]
5. Kini, R. L., & Rajfa, H. (1980). *Prinyatiye resheniy pri mnogikh kriteriyakh: Predpochteniya I zameshcheniya* [Decision making under many criteria: Preferences and substitutions]. Moscow: Radio I Svyaz'. [In Russian]
6. Krivchenko, J. A., Druz', L. E., & Krupka, A. A. (2010). *Metodologiya kompleksnogo analiza avariynosti promyshlennykh predpriyatiy* [Methodology for complex analysis of accidents at industrial enterprises]. Donetsk. [In Russian]
7. Exarhopulo, A. A. (2010). *Osnovy kriminalisticheskoy teorii* [Basics of Forensic Theory]. Saint Petersburg. [In Russian]
8. Brackett, J. (1976). *Structuring the Analysis and Design Process*. GUIDE Productivity Symposium.
9. Burack, E., & Torda, F. (1979) *The Manager's Guide to Change*. Lifetime Learning Publications.
10. DeMarco, T. (1978)*Breaking the Language Barrier*. *Computerworld*.
11. DeMarco, T. (1982). *Controlling Software Projects*. New York: Yourdon Press.
12. Parkin, A.(1980). *Data Processing Managment*. Boston: Little, Brown.
13. Ross, D. & Schoman, K. (1977) Structured Analysis for Requirements Definitions. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-3,(1).
14. Schoman, K.(1977). SADT and PERT. *SofTech Deliverable* (CLIN#0-02AG).
15. Weinberg, G. (1982). *Understanding the Professional Programmer*. Boston: Little, Brown.

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



В.П. Кравцов // V.P. Kravtsov
kravtsov@kemsc.sbras.ru

ведущий инженер ФГБУН «ФИЦ УУХ СО РАН», Россия, 650065, г. Кемерово, пр. Советский, 18
leading engineer of FGBNU "FIC UUKh SB RAS", 650000, Kemerovo, 18 prosp. Sovetskiy, Russia



А.Н. Стародубов // A.N. Starodubov
st_a_n@mail.ru

канд. техн. наук, доц., старший научный сотрудник ФГБУН «ФИЦ УУХ СО РАН», Россия, 650065, г. Кемерово, пр. Советский, доцент, Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
Candidate of echnical SciencTechnical University named after T.F. Gorbachev", (KuzGTU), Russia, 650026, Kemerovo, Vesenniaia St., 28

УДК 608.2/62-1/-9

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ВОДНЫХ СТРУЙ И ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ THE STAND PRINCIPLE SCHEME FOR RESEARCH AND CONTROL OF DUST REDUCTION PROCESS WITH USE OF WATER JETS AND AIR FLOWS ENERGY

В обозримой перспективе горнодобывающая промышленность сохранит свою востребованность и будет развиваться. Угольная пыль, образующаяся практически на всех стадиях горнодобывающих работ, является источником возникновения различных опасностей: от инициации взрывов до образования тяжелых заболеваний горняков. Существующие применяемые системы пылеподавления достаточно эффективны, однако не обеспечивают в полной мере отсутствие угольной пыли в выработке. Наиболее распространенным является применение систем орошения, при этом актуальным является определение рациональных схем пылеподавления. В работе приведено исследование существующих исследовательских стендов и предлагается новый, обеспечивающий возможность управления пылевым потоком, уменьшения расхода воды и запыленности воздуха в шахте и снижения вероятности возникновения взрывов, инициированных угольной пылью.

In the foreseeable future, the mining industry will be still demanded and still developing. Coal dust, which is formed at almost all stages of mining operations, is a source of various dangers: from the initiation of explosions to the formation of serious diseases of miners. The existing dust reduction systems are quite effective, but they do not provide absolute absence of coal dust in mine.

The mostly spread method is the use of irrigation systems, at the same time definition of rational dust reduction systems is an actual task. This article contains information about research of existing test stands, and a new stand is described, which will allow to control dust flow, to reduce water consumption, to control dust amount in mine air, to reduce danger of explosion, which could be initiated by coal dust.

Ключевые слова: УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЕ, ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЕ, СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Key words: COAL DUST, VENTILATION, DUST FORMATION, DUST SUPPRESSION, RESEARCH STAND

В связи с развитием рыночной экономики активно повышается и энергопотребление. Основными составляющими промышленного сектора экономики

Российской Федерации являются добывающая и обрабатывающая промышленные отрасли. Согласно данным, представленным Министерством энергетики Российской Федерации, се-

годня РФ находится на шестом месте в мире по объему добычи угля и на втором месте по разведанным запасам. Добыча угля в России в 2016 году составила 385,7 млн. тонн угля, что явилось увеличением на 3,1% по сравнению с предыдущим 2015 годом. Также в 2016 году наблюдалось снижение цены на уголь, что спровоцировало увеличение доли экспорта угля на 9% и в результате за рубеж было поставлено 165 млн. тонн угля [1]. В связи с тем, что добыча и использование ресурсов являются важными элементами государственного бюджета, горнодобывающая промышленность сохранит свою востребованность в ближайшие годы.

Процесс добычи угля неразрывно связан с образованием угольной пыли, образующейся практически на всех стадиях горнодобывающих работ: разрушение угольного пласта при добыче, транспортировка, передвижка крепи, перегрузка между конвейерами, выдача угля на поверхность. Присутствие угольной пыли в шахте несет в себе сразу несколько опасностей. Во-первых, угольная пыль способна легко воспламениться, перемешиваться с метано-воздушной смесью и участвовать во взрывной реакции. Взрывные работы являются одним из наиболее опасных источников воспламенения метана и угольной пыли. Около 34,2% всех взрывов приходится на их долю, причем 74,1% - это взрывы в подготовительных выработках, где метан присутствует в повышенной концентрации, 46,2% - взрывы на остальных шахтных выработках [2]. Необходимо отметить, что взрывы метана и угольной пыли на шахтах Кузбасса при детонации зарядов составили 5,8% от всех случаев. Затем по степени взрывоопасности находится образование искры во время работы проходческих и буровых комбайнов, а также при обрушении пород кровли. При этом отмечается, что в подготовительных забоях в развитии взрывы переходит до 20% вспышек метана и угольной пыли при работе комбайнов. Далее по степени опасности находятся: самовозгорание угля, сварочные работы, пожары на конвейерах, нарушение изоляции электропроводников, повышенная температура турбомуфт и лент. Известно, что в большинстве случаев во взрыве принимает участие угольная пыль с выходом летучих более 20%, реже 14-20%. Взрывы угольной пыли с выходом летучих до 14% на зарегистрированы. Также отмечается повышенная взрывоопасность в законсервированных подземных горных выработках или выработанном пространстве, где образуются эндогенные пожары [2,4]. Во-вторых, угольная пыль оказывает крайне нега-

тивное влияние на состояние здоровья рабочих. Вдыхание угольной пыли приводит к развитию таких серьезных заболеваний, как силикоз, пневмокониоз, фибриоз. К осложнениям пневмокониозов отнесены: неоплазма, бронхиальная астма, туберкулез, пневмония, ревматоидный артрит, бронхоэктатическая болезнь, спонтанный пневмоторак, уплотнение и изменение структуры корней легких. Карбокониоз является разновидностью пневмокониоза от воздействия углеродосодержащей пыли (каменного угля, кокса, сажи). Помимо дисперсного состава пыли, на её опасность для здоровья человека влияние также оказывает концентрация пыли на рабочих местах [5,6].

Сегодня на шахтах применяется широкий спектр мероприятий по борьбе с угольной пылью. Их можно разделить на несколько групп: к первой группе можно отнести мероприятия по созданию современных технологий подземной добычи, при которых образуется наименьшее возможное количество пыли (применение износостойких резцов на буровых машинах, установка скрубберных установок и пылесосов на комбайны, использование технологий с возможностью снижения скоростей вращения рабочего органа комбайна) [7]; вторая группа представлена мероприятиями связанными с применением эффективных схем по борьбе с образовавшейся пылью с использованием орошающих устройств, применением орошающих форсунок и туманообразующих завес, увлажнение пласта перед началом работы (секционное орошение, орошение комбайнов и врубовых машин, крепи при её передвижке, конвейера, мест перегрузки угля и осевшей в выработке пыли, применение ПАВ, проветривание подготовительных выработок); третью группу мероприятий можно определить мероприятиями, связанными в проветриванием горных выработок и контролем направления движения воздушного потока посредством применения эффективных вентиляционных схем (нагнетающая, всасывающая), также к этой группе следует отнести применение аспирационных систем обусыливания; к четвертой группе отнесены профилактические мероприятия по борьбе с угольной пылью (контроль за состоянием резцов угольных комбайнов, своевременная их замена, плановая очистка выработок от пыли, применение инертной пыли, применение фильтров для очистки воды от угольных и породных пылевых частиц, использование средств индивидуальной защиты) [7-12].

В настоящее время применение комплексных пылеулавливающих систем не обеспечивает

полного отсутствия угольной пыли в выработке. Использование этих систем способствует удалению из воздуха лишь её основной части, достигая неопасных количеств, однако, до сих пор имеют место случаи взрывов на шахтах, что свидетельствует о необходимости разработки новых и усовершенствования существующих систем борьбы с угольной пылью.

Российскими и зарубежными учёными разработан ряд стендов по исследованию угольной пыли по следующим направлениям: изучение динамики угольных аэрозолей в процессе её движения по горным выработкам; изучение условий воспламенения угольной пыли; исследование зависимости взрываемости пыли от гранулометрического состава и содержания летучих веществ; изучение влияния направления вентиляционного воздушного потока на распространение пыли по пространству выработок.

Коллективом авторов из Московского Государственного Университета был разработан лабораторный стенд, с помощью которого изучалось поведение частиц угольной пыли крупностью 1-100 мкм пыли в сети горных выработок. С помощью экспериментов было опровергнуто традиционное суждение, что содержащаяся в шахтной атмосфере пыль можно разделить на две группы: витающая и осаждаемая. Было доказано, что непосредственно возле источника образования пылевого аэрозоля осаждению подвержены все фракции начиная от 0,01-0,1 мкм до фракций с размером 75-500 мкм [13]. Стенд представлял собой горную выработку, выполненную в уменьшенном масштабе. Технологическая схема работы стенда заключалась в том, что пыль с различным гранулометрическим составом из дозатора подавалась в воздушный поток с регулируемыми параметрами, создаваемый вентилятором, и проходила через успокоитель потока, исключая турбулентное движение частиц. Внутри выработки создавался турбулентный поток. На различных расстояниях от входа пыли в выработку разместили подложки, пыль из которых в последствии была подвержена гранулометрическому исследованию, результаты которого показали, что во всех подложках было отмечено присутствие всех фракций пыли.

В Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН было проведено исследование реакционной способности твердых топлив, частью которого было изучение процесса воспламенения угольной пыли. Для этого была создана лабораторная модель, основными элементами которой были: камера сгорания диаметром 40 мм, которая состояла из кварцевой трубки, на-

гревателя, питателя и баллона с воздухом; фотодиода, фиксирующего вспышку; платиновой термопары и манометра. С помощью данного стенда было изучено влияние размера частиц угольной пыли на величину энергии активации [14].

Учеными из США были проведены исследования возможности влияния на распространение угольной пыли по выработке водными струями, создаваемыми форсунками, расположенными на выемочном комбайне. Было установлено, что форсунки, расположенные полукругом, на регулируемом рычаге выемочного комбайна и направленные в сторону рабочего органа, значительно подавляют распространение пыли. Также форсунки были расположены на задней части комбайна. Данная комбинация создавала водный заслон, препятствующий распространению пыли от места разрушения пласта в зону, где работают шахтеры. Дополнительно устанавливались форсунки на нижней части кровли. Движущаяся завеса, создаваемая этими форсунками, ограничивала распространение угольной пыли вблизи рабочих органов комбайна. Форсунки располагали в один или два ряда на каждой секции крепи. Поочередность их включения варьировалась для конкретных условий каждой шахты. В результате было установлено, что неправильный режим использования таких форсунок оказывал негативное влияние на снижение концентрации пыли в связи с тем, что создавались завихрения, увлекающие за собой пыль от рабочего органа комбайна к месту работы людей [15].

Известно, что вблизи источника пыли для ограничения распространения пыли в выработке используют форсунки с малым давлением и высоким расходом воды. Такие форсунки эффективны только когда они расположены вблизи источника пыли. В свою очередь форсунки с высоким давлением способны контролировать направление запыленного воздуха. А форсунки, испускающие капли воды малых размеров с высокой скоростью, способны улавливать угольную пыль из воздуха.

Форсунки с полым конусом дают капли среднего и малого размеров. Существует три вида конструкции форсунок данного типа: с дефлектором, вихревой камерой и спиральным распылителем. Значимым преимуществом таких форсунок является способность не засоряться благодаря большому выходному отверстию. Проявляют эффективность, когда установлены вблизи рабочего органа комбайна. Служат для снижения запыленности вблизи места работы

резца комбайна. Форсунки со сплошным стержневым факелом создают прямую однородную струю. Способны равномерно увлажнять уголь при низком давлении и большом расходе воды. Применяются вблизи источника пыли. Форсунки с полным конусом создают сплошной конический факел. Как правило, такие форсунки устанавливаются на большом расстоянии от источника образования пыли. С помощью форсунок такой конструкции можно создавать капли крупного и среднего размера. Пневматические форсунки являются самыми эффективными, однако, в связи с их высокой ценой и сложностью эксплуатации, они не получили широкого применения [16].

На сегодняшний день существует ряд различных рекомендаций по расположению элементов систем пылеподавления. Известно, что для увеличения эффективности работы системы орошения необходимо устанавливать на торцевых поверхностях блоков форсунки с плоским факелом распыления. Потоки пылегазовой смеси, проходящие рядом с почвой, будут отсечены водяной завесой, создаваемой форсунками. Межосевое расстояние между форсунками выбирается в зависимости от расстояния до исполнительного органа, поскольку факелы форсунок должны пересекаться непосредственно перед ним. [17]

Учёными из ВостНИИ выявлено, что применение гелеобразующих составов повышает эффективность пылеподавления и связывания отложившейся пыли; - синхронная подача орошающей жидкости в зону резания на след резца с давлением более 4,0 МПа обеспечивает эффективное пылеподавление и защиту от фрикционного искрения при работе выемочных и проходческих комбайнов; - расход воды, подаваемой на резец для предотвращения фрикционного воспламенения метановоздушной смеси,

зависит от скорости резания массива и находится в пределах 2,0-2,5 л/мин. Контактное и опережающее включение оросителей обеспечивает уменьшение расхода воды и повышает надежность работы всей системы. Система автоматического контроля концентрации метана в призабойной зоне с принудительным отсосом исключает вероятность взрывов в подготовительных комбайновых забоях. [18]

Важным условием работы форсунок является своевременное их включение и отключение. Также при проектировании водораспылительной системы очень важно правильно выбрать тип форсунки, учитывая конструкцию сопел (полный конус, плоский факел, полый конус, пневмо форсунка), их положение, расход воды и давление. Известно, что неправильно выбранное давление наоборот может привести к повышенной запыленности воздуха в шахте за счет создания вихрей, увлекающих за собой запыленный воздух в сторону рабочих. Неправильно подобранный тип форсунки также существенно снизит эффективность работы системы орошения, либо приведет к повышенному расходу воды. Для проведения исследований по изучению динамики движения пылевого облака от рабочего органа комбайна по пространству горной выработки необходимо рассмотреть различные варианты размещения распыляющих форсунок на комбайне. Решение указанной задачи заключается в изучении влияния различных величин давления воды на распространение облака угольной пыли с применением форсунок различного типа в зависимости от их положения на очистном комбайне и вблизи его. В связи с этим актуальным является разработка экспериментального стенда, позволяющего наглядно выявить траекторию оседания частиц пыли без использования пылеулавливающих систем, а также с их применением, провести

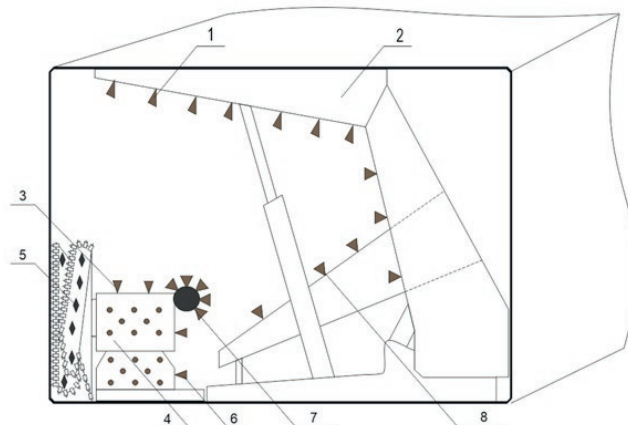


Рисунок 1 - Принципиальная схема экспериментального стенда

Figure 1 - Schematic diagram of the experimental stand

их сравнительный анализ и выбрать рациональную схему, обеспечивающую максимальное увеличение эффективности работы форсуночного комплекса при этом снизить расход воды и определить рациональное количество форсунок.

При выполнении прикладных научных исследований по «Разработке технологии эффективного освоения угольных месторождений роботизированным комплексом с управляемым выпуском подкровельной толщи» [5,19] в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» ведутся по разработке способа пылеподавления в процессе выпуска угля. Для этого предлагается проведение лабораторных испытаний на стенде, обладающем указанными особенностями. На рисунке 1 представлена принципиальная схема экспериментального стенда для изучения динамики потока пылевого облака, где 1 – разъемы для установки форсунок на секции механизированной крепи, 2 – секция механизированной крепи, 3 – разъемы для установки форсунок на отбойной штанге комбайна, 4 – комбайн очистной, 5 – рабочий орган комбайна с зубьями (место образования пылевого облака), 6 – разъемы для установки форсунок на задней части комбайна, 7 – штанга для создания водовоздушной смеси, 8 – разъемы для установки форсунок на питателе разрабатываемой крепи.

На рисунке 2 представлена схема рабочей части стенда. Насосом для подачи воды 4 по трубопроводу 7 вода под давлением подается в область 1 отбойной штанги очистного комбайна и корпус 3 модели комбайна. На поверхности рабочей части стенда расположены разъемы 2 для установки форсунок. Из резервуара 5 угольный аэрозоль распыляется внутри вращающегося рабочего органа 6 очистного комбайна с зубьями, из которого аэрозоль поступает в виде за-

вихренного потока в рабочую область форсунок, регулирующих поток пылевого облака. Штанга 8, оснащённая эжекторами, будет создавать водовоздушную завесу.

Помимо основных факторов, оказывающих влияние на количество образующейся пыли и её фракционный состав (конфигурация добычного комбайна, общая влажность воздуха в лаве, наличие систем пылеподавления), существует ряд сложно прогнозируемых факторов, существенно увеличивающих пылеобразование (повышенный износ зубьев резцов комбайна, повышенная скорость их вращения, передвижка секционной крепи и т.д.). Кроме того, отличительными особенностями предлагаемой в проекте технологии эффективного освоения угольных месторождений роботизированным комплексом с управляемым выпуском подкровельной толщи является наличие двух специфических источников пылеобразования: основная масса пыли будет поступать из зоны погрузки при падении угля ввиду большой мощности пласта, а также дополнительными источниками пыли являются процессы разрушения и выпуска угля подкровельной толщи. Указанные процессы будут сопровождаться раскалыванием и раздавливанием кусков угля, трением кусков угля друг о друга и по металлической поверхности крепи и транспортирующей арматуры. В связи с этим рекомендуется дополнительно оборудовать комбайн элементом в виде продольной штанги с расположенными на нём форсунками, который будет устанавливаться на корпус добычного комбайна на дальней от пласта стенке. Данная конструкция будет оснащаться эжекторами для создания водовоздушной завесы. Механизм её работы будет основан на принципе работы туманообразующих завес. Размер частиц воды в туманообразующих завесах находится в диапазоне от 10 до 50 мкм. Пылегазовое облако с мелкодисперсной

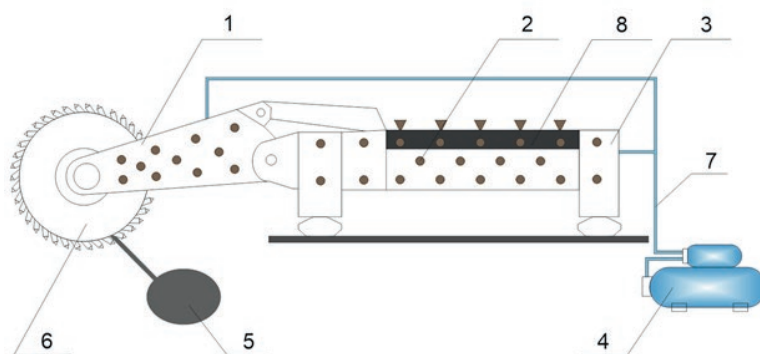


Рисунок 2 - Схема рабочей части стенда
Figure 2 - Scheme of the stand working part

вторичной угольной пылью будет направляться потоком вентиляционного воздуха. Кроме этого, виду наличия в предлагаемой технологии элементов выпуска угля подкровельной толщии предлагается установить на них дополнительные элементы орошения для подавления пыли. В качестве оросителя рекомендуется использовать жесткий веерообразный распылитель, обеспечивающий равномерное орошение водой. Такой распылитель должен быть оснащен клапаном, срабатывающим в момент начала выпуска угля и после закрытия окна в секции крепи.

Предлагаемые рекомендации по способу пылеподавления требуют экспериментального изучения. Создание экспериментального стенда, представляющего собой уменьшенную копию шахтной лавы с комбайном-пылеобразователем и секциями передвижной секционной крепи, позволит комплексно исследовать траекторию движения и оседания частиц пыли в зависимости от их крупности, марки угля, относительной влажности воздушной среды. Установка в разъемы для расположения форсунок различных типов (с полным конусом, полым конусом, сплошным стержневым факелом) позволит проводить исследования по определению наиболее эффективной схемы пылеподавления и управления потоком угольной пыли. Применение дополнительных элементов орошения. Результаты экспериментов позволяют выбрать рациональную схему пылеподавления с учетом условий её применения, обеспечив возможность управлять пылевым потоком, уменьшить расход воды, снизить запыленность воздуха в шахте и исключить вероятность возникновения взрывов с участием угольной пыли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Министерство энергетики Российской Федерации: [сайт]. URL: <https://minenergo.gov.ru/>
2. Нецпляев М.И., Любимова А.И., Петрухин П.М. Борьба со взрывами угольной пыли в шахтах/ М.: Недра, 1992, 298 с.
3. Чеботарёв А.Г., Пылевой фактор и патология органов дыхания работников горнодобывающих предприятий // Горная Промышленность. 2012. №3. С. 24-27.
4. Наноаэрозольная фракция в техногенной угольной пыли и ее влияние на взрывоопасность пыле-метано-воздушных смесей / Бакланов А. М. [и др.] // Доклады Академии наук. 2015. Т. 461, № 3. С. 295–299.
5. Технология разработки запасов мощных пологих пластов с выпуском угля / Клишин В.И. [и др.]. Новосибирск: Наука, 2013. 248 с.
6. Бабанов С.А., Гайлис П.В. Пневмокониозы от воздействия производственной пыли различной степени фиброгенности // Трудный пациент. Журнал для врачей. 2010. С. 122-128.
7. Комплексное обеспыливание / Романченко С.Б. [и др.]. М.: Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2016. 288 с.: табл., ил. (Серия «Библиотека горного инженера». Т. 6 «Промышленная безопасность». Кн. 8).
8. Ишук И.Г., Поздняков Г.А. Средства комплексного обеспыливания горных предприятий: Справочник. М.: Недра, 1991. 253 с.
9. Лебецки К.А., Романченко С.Б. Пылевая взрывоопасность горного производства. М.: Горное дело, 2012. 464 с.

Авторы выражают признательность проф., д.т.н. Трубицыну Анатолию Александровичу за оказанную помощь при проведении данного исследования.

The authors express their appreciation to Professor, Doctor of Technical Sciences Trubitsyn Anatoly Alexandrovich for the assistance provided in conducting this study.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»; проект «Разработка технологии эффективного освоения угольных месторождений комплексом с роботизированным управляемым выпуском подкровельной толщии» (Соглашение №14.604.21.0173, Уникальный идентификатор Соглашения RFMEFI60417X0173).

The article was prepared with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the Federal Targeted Program “Research and Development in Priority Directions for the Development of the Scientific and Technological Complex of Russia for 2014-2020”; the project “Technology creation for the effective development of coal deposits by a complex with a robotic controlled free flow outlet of the under-roof layer” (Agreement No. 14.604.21.0173, Unique Identifier of the Agreement RFMEFI60417X0173).

10. Мясников А.А., Казаков С.П. Проветривание подготовительных выработок при проходке комбайнами. М.: Недра, 1981. 269 с.
11. Петрухин П.М., Нецепляев М.И. Комплекс мероприятий по пылевзрывозащите угольных шахт. М.: ЦНИЭИуголь, 192. 42 с.
12. Нецепляев М.И., Любимова А.И., Петрухин П.М. Борьба со взрывами угольной пыли в шахтах. М.: Недра, 1992. 298 с.
13. Романченко С.Б. Комплексные исследования фракционного состава угольной пыли // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск. 2010. № 1. С.129-142.
14. Исследование реакционной способности механоактивированных твердых топлив / Бурдуков А.П. [и др.]. // Современные проблемы науки и образования. 2015. №1-1.
15. Jay F. Colinet, James P. Rider, Jeffrey M. Listak, John A. Organiscak, Anita L. Wolfe / Best Practices for Dust Control in Coal Mining / Information Circular 9517 / DHHS (NIOSH) Publication No. 2010-110 / Pittsburgh – January 2010.
16. Jayaraman NI, Kissell FN, Schroeder W [1984]. Modify spray heads to reduce dust rollback on miners. Coal Age 89 (6): 56-57.
17. Христофоров А.А., Малахов А.А., Филатов П. Ю. Разработка системы пылеподавления на основе аэрогидродинамического способа обеспыливания воздуха // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2014. № 1. С. 90-95.
18. Пат. SU 900029 СССР. Система пылеподавления механизированной крепи / А.В. Трубицын, А.Т. Ермолаев, В.Н. Воронов. Заявитель Восточный научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности Министерства угольной промышленности СССР. Заявл. 06.06.80 (21) 2935782/22-03; Опубли. 23.01.82, Бюл. № 3. 3 с.
19. Клишин В.И. Обеспечение безопасной подземной угледобычи // Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 2: Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. №4 (специальный выпуск 5-2). С.68-79.

REFERENCES

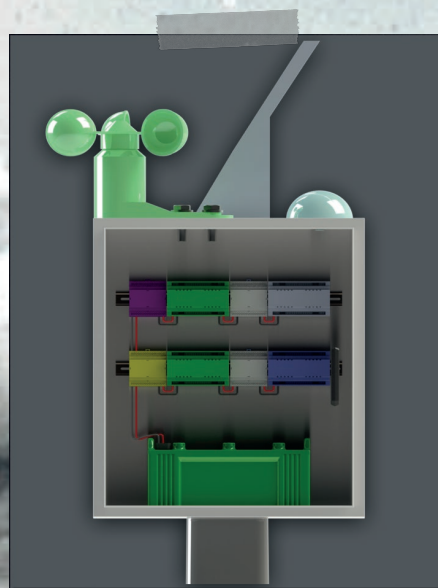
1. Ministerstvo energetiki Rossiiskoi Federatsii [Ministry of Energy of the Russian Federation]. [website]. Retrieved from: <https://minenergo.gov.ru/> [in Russian].
2. Netsepliaev, M.I., liubimova, A.I., & Petrukhin, P.M. (1992). Borba so vzryvami ugolnoi pyli v shakhtakh [Coal dust explosion control in mines]. Moscow: Nedra [in Russian].
3. Chebotarev, A.G. (2012). Pylevoi faktor i patologiiia organov dykhaniiia rabotnikov gornodobyvaushchikh predpriatii [Dust factor and workers respiratory organs pathology at mining enterprises]. Gornaia promyshlennost – Mining Industry, 3, 24-27 [in Russian].
4. Baklanov, A.M., Valiulin, S.V., & dubtsov, S.N. (2015). Nanoaehrozolnaia fraktsiia v tekhnogennoi ugolnoj pyli i ee vliianie na vzryvoopasnost pyle-metano-vozdushnykh smesei [Nanoaerosol fraction in technogenic coal dust and its effect on the explosion hazard of dust-methane-air mixtures]. Doklady Akademii nauk – Academy of Sciences Reports 6 Мю 4616 36 295-299 [in Russian].
5. Klislin, V.I., Shundulidi, I.A., Yermakov, A.Yu., & Soloviev, A.S. (2013). Tekhnologiiia razrabotki zapasov moshchnykh pologikh plastov s vypuskom uglia [Thick slightly inclined seam reserves development technology with the free flow outlet of coal]. Novosibirsk: Nauka [in Russian].
6. Babanov, S.A., & Gailis, P.V. (2010). Pnevmononiozy ot vozdeistviia proizvodstvennoi pyli razlichnoi stepeni fibrogennosti [Pneumoconiosis from exposure to industrial dust of varying degrees of fibrogenicity]. Trudny patsient - Difficult patient, 122-128 [in Russian].
7. Romanchenko, S.B., Timchenko, A.N., Kosterenko, V.N., Pozdniakov, G.A., Rudenko, Yu.F., Artemiev, V.B., & Kopylov, K.N. (2016). Kompleksnoie obespylivanie [Integrated dust removal]. Moscow: Gornoie delo [in Russian].
8. Ishchuk, I.G., & Pozdniakov, G.A. (1991). Sredstva kompleksnogo obespylivania gornykh predpriatii [Integrated dust removal means for mining enterprises]. Moscow: Nedra [in Russian].
9. Lebetiski, K.A., & Romanchenko, S.B. (2012). Pylevaia vzryvoopasnost gornogo proizvodstva [Mining enterprise dust explosion danger]. Moscow: Gornoie delo [in Russian].
10. Miasnikov, A.A., & Kazakov, S.P. (1981). Provetrivanie podgotovitelnykh vyrabotok pri prokhodke kombainami [Development workings ventilation at combine heading]. Moscow: Nedra [in Russian].
11. Petrukhin, P.M., & Netsepliaev, M.I. (). Kompleks meropriatii po pylevzryvozashchite ugolnykh shakht [The complex of measures for coal mines dust and explosion protection]. Moscow: CNIElugol [in Russian].
12. Netsepliaev, M.I., Liubimova, A.I., & Petrukhin, P.M. (1992). Borba so vzryvami ugolnoi pyli v shakhtakh [Coal dust

- explosion control in mines]. Moscow: Nedra [in Russian].
13. Romanchenko, S.B. (2010). Kompleksnyye issledovaniia fraktsionnogo sostava ugolnoi pyli [Complex studies of coal dust fractional composition]. Gornyy informatsionno-analiticheskii biulleten – Mining Informational Analytical Bulletin, special edition, 1, 129-142 [in Russian].
 14. Burdukov, A.P., Butakov, Ye.B., Chernetsky, M.Yu., Chernova, G.V., & Chernetsky, M.Yu. (2015). Issledovanie reaktsionnoi sposobnosti mekhanoaktivirovannykh tverdykh topliv [Mechanically activated solid fuels reactivity study]. Sovremennyye problem nauki i obrazovaniia – Modern problems of science and education, 1 [in Russian].
 15. Jay F. Colinet, James P. Rider, Jeffrey M. Listak, John A. Organiscak, Anita L. Wolfe. (2010). Best Practices for Dust Control in Coal Mining / Information Circular 9517 / DHHS (NIOSH) Publication No. 2010-110 / Pittsburgh – January 2010 [in English].
 16. Jayaraman NI, Kissell FN, Schroeder W (1984). Modify spray heads to reduce dust rollback on miners. Coal Age 89 (6): 56-57 [in English].
 17. Khristoforov, A.A., Malakhov, A.A., & Filatov, P.Yu. (2014). Razrabotka sistemy pylepodavleniia na osnove aerogidrodinamicheskogo sposoba obespylevaniia vozdukh [Development of a dust suppression system based on the aerohydrodynamic method of air dust removal]. Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center, 1, 90-95 [in Russian].
 18. Trubitsyn, A.V., Yermolaev, A.T., & Voronov, V.N. Sistema pylepodavleniia mekhanizirovannoi krepki [Power support dust suppression system]. USSR Patent SU 900029, 1982 [in Russian].
 19. Klishin, V.I. (2017). Obespechenie bezopasnoi podzemnoi ugledobychi [Safe underground coal mining provision]. Gornyy informatsionno-analiticheskii biulleten – Mining Informational Analytical Bulletin, 4 (Special edition), 68-79 [in Russian].

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

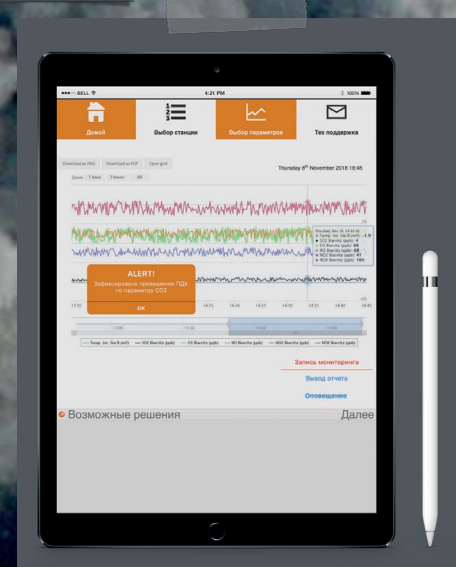
Автоматизированный модульный комплекс экологического мониторинга для контроля параметров атмосферы и загрязняющих веществ

- Компактность
- Модульность - до 50 показателей
- Нейросети
- Быстрота конфигурации
- Онлайн, в режиме реального времени
- Низкое энергопотребление
- Российское собственное производство
- Автоматические отчеты о выбросах
- Цена
- Открытая API для сторонних разработчиков ПО и датчиков
- Интегрируется с системами охраны труда и промбезопасности на производствах
- Может являться элементом глобальной системы поддержки принятия управленческих решений



«ВостЭКО и Горный-ЦОТ»

INDSAFE.RU





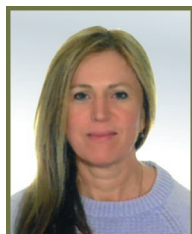
■ **С.Б. Романченко // S. B. Romanchenko**
romanchenkosb@mail.ru

д-р техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Россия, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12
doctor of technical sciences, assistant professor, leading researcher of FGBU VNIIPPO MChS of Russia, microdistrict 12, VNIIPPO, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russia



■ **П. Я. Цесьлик // Piotr Cieřlik**

канд. техн. наук, технический директор "ПИОМАР КОМПАНИ" СЦ, Польша, 43-200 г. Пшчина, улица братня 17.
candidate of technical sciences, technical director "PIOMAR COMPANY" SC, 43-200 PSZCZYNA, UL. BRATNIA 17, Poland



■ **Б. Величкова // B. Velichkova**
velickova@ferrit.cz

инженер, коммерческий директор ООО "Феррит" («FERRIT s.r.o.»), Чехия, 739 01 г.Старе Место, ул. На Збытках, 41
engineer, commercial director «FERRIT s.r.o.» Na Zbytkách 41, 739 01 Staré Město, Czech Republic



■ **В. Н. Костеренко // V. N. Kosterenko**

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, bdg. 7, Dubininskaja St., Moscow, 115504, Russia

УДК 623:355.58

МОДУЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ШАХТАХ И РУДНИКАХ

MODULAR COMPLEX FOR ENSURING EMERGENCY-RESCUE WORKS IN MINE AND MINES

В статье рассмотрен перспективный комплекс на базе монорельсового шахтного транспорта, выполненный по модульному принципу. Состав и количество модулей варьируется от вида аварии и мощности локомотива. Комплекс предназначен для выполнения транспортировки спасателей, эвакуации пострадавших, а также доставки горноспасательного оборудования и материалов к месту аварии. При выполнении трудоемких операций по тушению пожаров, разбору завалов и разрушению конструкций комплекс является автономным источником гидравлической энергии для применяемой техники и средств механизации. В рамках проведенных работ изготовлены транспортные модули, а также изготовлены и испытаны (огневые испытания) интегрированные модули для предупреждения повторных взрывов (оперативное осланцевание аварийных выработок) и пожаротушения (классы пожаров А, В, С). Комплекс предназначен для профессиональных горноспасательных подразделений и шахтных спасательных формирований.

The article describes a promising complex on the basis of a monorail mine transport, made according to the modular principle. The composition and number of modules varies from the type of accident and the power of the locomotive. The complex is designed to carry out the transportation of rescuers, the evacuation of victims, as well as the delivery of mine-rescue equipment and materials to the accident site. When performing labor-intensive operations for extinguishing fires, dismantling blockages and the destruction of structures, the complex is an autonomous source of hydraulic energy for the applied machinery and means of mechanization. As part of the work carried out, transport modules were manufactured, as well as integrated tests (fire tests) for the prevention of repeated explosions (quick tear-down of emergency workings) and fire suppression (fire classes A, B, C). The complex is intended for professional mine rescue units and mine rescue formations.

Ключевые слова: АВАРИЯ, ПОЖАР, ОБЪЕМНОЕ ТУШЕНИЕ, ВЗРЫВ, ОБРУШЕНИЕ, СПАСАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ, ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ, МОНОРЕЛЬСОВЫЙ ТРАНСПОРТ, ЛОКОМОТИВ, СОСТАВ, МАНИПУЛЯТОР, ТРАНСПОРТНЫЙ МОДУЛЬ, ЭВАКУАЦИЯ ПОСТРАДАВШИХ

Key words: ACCIDENT, FIRE, VOLUMETRIC EXTINGUISHING, EXPLOSION, COLLAPSE, RESCUE OPERATIONS, MEANS OF MECHANIZATION, HYDRAULIC ENERGY, MONORAIL TRANSPORT, LOCOMOTIVE, COMPOSITION, MANIPULATOR, TRANSPORT MODULE, EVACUATION OF VICTIMS

Введение
 Профессиональные горноспасательные службы (ВГСЧ) и шахтные горноспасательные формирования (ВГК) при авариях выполняют работы, требующие применения специального горноспасательного оснащения (техника пожаротушения, средства механизации, средства для разбора завалов и др.), которое требует средств специальной доставки и наличие источников автономной энергии непосредственно на аварийном участке.

Профессиональными спасательными подразделениями ВГСЧ МЧС России обслуживаются 1152 опасных производственных объектов включая: 78 угольных шахт, 81 подземный объект по добыче полезных ископаемых, 54 объекта подземного строительства, 477 объектов по добыче полезных ископаемых открытым способом, 161 предприятие по переработке и обогащению полезных ископаемых [1].



Рисунок 1 - Объекты, обслуживаемые ВГСЧ МЧС России
 Figure 1 - Facilities serving VGSC Russian Ministry of Emergency Situations

Из аварий последнего периода, обосновывающих необходимость наличия специальных транспортных средств (одновременно являющихся источниками энергии для средств механизации горноспасательных работ) следует выделить ликвидацию обрушения горных пород на шахте «Есаульская» ООО «РУК» 20.12.2017 [1]. Обрушение произошло в вентиляционном штреке 26-54 бис, его ликвидация являлась длительной и трудоемкой операцией: личным составом отработано 27600 чел/часов, в том числе 227 чел/часов в изолирующих респираторах. На аварийный объект в соответствии с действующими нормативами [2,4] направлены 2 горноспасательных отделения «Новокузнецкого ВГСО» и 5 членов ВГК (всего: 19 человек, 2 единицы техники). В ходе работ проведена спасательная выработка в целике длиной 12 м при помощи отбойных молотков, а также проведен разбор завала протяженностью до 9 метров. В ходе ликвида-

ции аварии усилено крепление в камере 26-54, пробурено две скважины Ø250мм в призабойное пространство аварийной выработки для снабжения людей воздухом, питанием, оборудованием. На данной аварии требовалось применение средств механизации и автономных источников пневматической или гидравлической энергии.

Оборудование для ликвидации наиболее трудоемких видов аварий (пожары, взрывы, обрушения), а также оборудование и материалы для выполнения операций по спасению застигнутых аварией людей перечислены в Положении о профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях, выполняющих горноспасательные работы [3,5]. Общее количество позиций оборудования и специального оснащения ВГСЧ – 94 позиции, штатный запас материалов – 5 позиций. Пунктом 50 (приложение к Положению) предусматривается наличие

комплекта приспособлений для передвижений по монорельсу (1 комплект на горноспасательный отряд)¹.

В настоящее время транспортировка аварийно-спасательного оборудования и инструмента, средств механизации, горного инструмента в условиях подземной аварии осуществляется вручную. Кроме этого основные операции по эвакуации пострадавших также осуществляются вручную четырьмя респираторщиками в составе отделения (рисунок 2). Применяемое для эвакуации пострадавших оборудование - комплект для переноски пострадавшего (носилки, одеяло, шины иммобилизационные, воротник-шина шейный, бечева с карабинами, пояс предохранительный).

Таким образом, необходимость наличия на подземных горных предприятиях специально-

¹ При наличии на обслуживаемом объекте механизированного комплекса для проходки наклонных или вертикальных восстающих выработок.



Рисунок 2 - Ручная транспортировка пострадавшего отделением ВГСЧ на носилках (электроэнергия и шахтное освещение отключены) [6]

Figure 2 - Manual transportation of the injured by the department of the emergency room on stretchers (electricity and mine lighting turned off) [6]

го транспортно-энергетического комплекса обосновывается следующими положениями:

1. Имеющееся на оснащении ВГСЧ оборудование (около 20 позиций) имеет существенные весовые и габаритные показатели, его транспортировка в шахте в большинстве случаев осуществляется вручную.

2. Средства механизации горноспасательных работ требуют наличия на аварийном участке автономных источников пневматической или гидравлической энергии.

3. Высокопроизводительные шахты РФ непрерывно оснащаются дизельными монорельсовыми транспортными средствами производства ряда ведущих фирм [6,7]. Имеется технически достижимая возможность создания базы спасательного мобильного оборудования в подземных предприятиях на основе имеющихся монорельсовых поездов и/или маневровых устройств. Все монорельсовые средства позволяют использовать гидравлическую энергию силовой установки для запитывания средств механизации горноспасательных работ в месте аварии.

4. Имеются технические решения модифицируемых монорельсовых вагонов, позволяющих использование как в нормальных условиях эксплуатации шахт (доставка горнорабочих), так и в условиях аварии (доставка спасателей с оснащением; транспортировка пострадавших).

5. ФГБУ ВНИИПО МЧС России совместно с АО «СУЭК» практически отработали и внедрили принципиально новые модули, работающие за счет автономной гидравлической энергии локомотива:

- модули высокопроизводительного осланцевания с функцией объемного пожаротушения (классы пожаров А,В,С,Е);

- вакуумные установки для оперативного перемещения горной массы при разборке завалов.

1. КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСА ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ (КАВР) НА БАЗЕ МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

В ходе разработки перспективного комплекса обеспечения аварийно-спасательных работ (КАВР) на базе монорельсового транспортного средства принята концепция создания модульной транспортно-энергетической системы с переменным числом модулей:

1. Непосредственно монорельсовое транспортное средство предполагает использование в качестве движущего средства дизельных либо аккумуляторных агрегатов (локомотивы либо манипуляторы с различным тяговым усилием). Формирование монорельсового состава определяется мощностью локомотива, видом аварии, ее динамикой и целью проводимых горноспасательных работ (спасение горнорабочих, ликвидация аварии или ликвидация последствий аварии). Область применения дизельного локомотива при ЧС - ликвидация аварии со стороны свежей струи воздуха при содержании кислорода в атмосфере не ниже 19÷20%. Область применения аккумуляторных локомотивов при ЧС – все горные выработки, за исключением пораженных пожаром и выработок с обрушениями. В качестве движущего транспортного средства в ограниченном варианте по дальности перемещения, скорости движения, минимальному составу вагонов могут применяться манипуляторы, которые промышленно выпускаются в варианте с дизельным рабочим агрегатом или для некоторых производителей – с аккумуляторным агрегатом. Все перечисленные типы движущих транспортных средств обеспечивают циркуляцию эмульсии (масла) в своих гидравлических системах с расходом и давлением достаточным для работы средств механизации горноспасательных работ. Поэтому монорельсовые транспортные средства являются автономными и мобильными источниками гидравлической энергии.

2. В состав переменного числа модулей включаются:

- модули со средствами механизации трудоемких операций по разрушению (разборке) конструкций и дроблению крупных фракций угля или породы;

- модули для оперативной погрузки и перемещения разрушенной горной массы за преде-

лы аварийного участка (технически достижимо – на вакуумном принципе работы);

- интегрированный модуль пожаротушения с совмещенными функциями предупреждения повторного взрыва (оперативного осланцевания горных выработок) в ходе горноспасательных работ;

- специализированные транспортные модули (модифицируемая транспортно-грузовая горноспасательная кабина; спасательный модуль первой помощи и др.).

Основные решения и технические характеристики устройств, реализованных на данном этапе, приведены далее в соответствующих разделах статьи.

2. МОНОРЕЛЬСОВЫЕ ЛОКОМОТИВЫ С ДИЗЕЛЬНЫМИ И АККУМУЛЯТОРНЫМИ АГРЕГАТАМИ

По динамике оснащения современных шахт необходимо выделить процесс поставок монорельсовых транспортных средств (рисунок 3). Их монтаж в шахтах обуславливается технологическими требованиями (доставка средств и материалов), данные средства позволяют оперативное наращивание монорельса как в нормальных условиях, так и при ликвидации затяжных аварий [6,7].

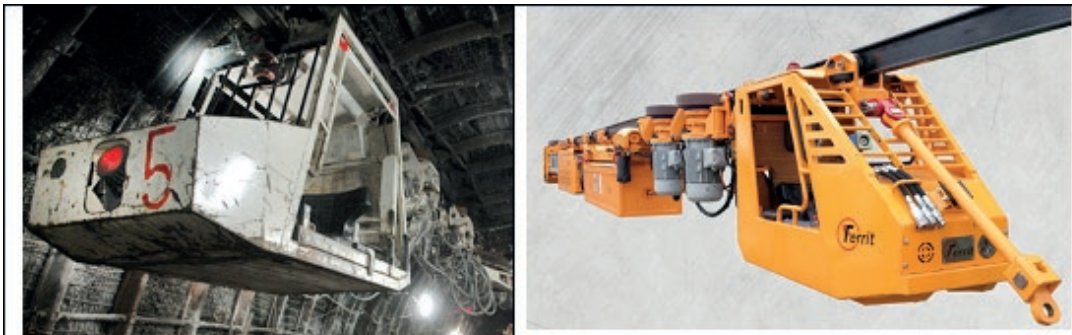


Рисунок 3 - Подвесной монорельсовый состав различных производителей
Figure 3 - Suspended monorail composition of various manufacturers

В шахтах применяются варианты монорельсовых систем с подвесом типа «I»², наиболее распространенный тип балки монорельсовой дороги – I155.

Дизельный локомотив для монорельсового транспорта используется в горной промышленности более 40 лет. Монорельсовые подвесные дороги с дизель-гидравлическим приводом предназначены для транспортировки людей и материалов в разветвленных сетях горизонтальных выработках с переменными уклонами. Дизельные движущие средства могут эксплуатиро-

ваться во взрывоопасных средах горных выработок с содержанием метана до 1,5 %. Технические характеристики распространенных в шахтах РФ дизелевозов компании SCHARF GmbH, Германия [7] приведены в таблице 1.

Одним из основных производителей, представленных на рынке РФ, является фирма Ferrit (Чехия), имеющая производственно-сервисную базу в Кузбассе (г. Ленинск-Кузнецкий). Основной, предлагаемой для поставок дизелевозов, является модель DLZ 110F (ранее поставлены и эксплуатируются модели DLZ 50F).

Основными частями локомотива являются: две кабины, моторная часть с двумя приводными парами и/или одна, две, три, четыре или пять дополнительных приводных пар. Моторная часть состоит из дизельного двигателя и гидравлического привода.

Приводная единица составляет тяговое устройство, обеспечивающее перенос крутящего момента на приводные ролики с полиуретановым фрикционным слоем и далее на балку монорельса. Приводная единица состоит из двух низкооборотных гидродвигателей и тормоза с функцией аварийного тормоза. При превышении установленной скорости тормозная система автоматически включается. Основные технические характеристики шахтного дизелевоза DLZ110F-II

приведены в таблице 2 [6].

Область применения дизельного локомотива при ЧС – транспортировка грузов и персонала со стороны свежей струи воздуха при содержании кислорода в атмосфере не ниже 19-20%.

Минимальное содержание кислорода в атмосфере для поддержания диффузионного горения составляет 13,8 – 14,4 % и это содержание O₂ принимается как необходимое для устойчивой работы дизельных двигателей.

Для устранения ограничений по работе локомотивов в рудничной атмосфере применяются аккумуляторные тяговые средства. На рынке РФ

² «I» - тип балки монорельсовой дороги.

Таблица 1. Технические данные основных типов дизелевозов (на примере моделей компании SCHARF GmbH, Германия)

Table 1. Technical data of the main types of diesel locomotives (for example, models of the company SCHARF GmbH, Germany)

Параметры	Модель DZ 1500	Модель DZ 2200
Вид привода	Дизель-гидравлический	
Двигатель Шарф/Либгерр	Непосредственного впрыска с турбокомпрессором, работающий на ОГ и с охладителем наддувочного воздуха	
Мощность	84 кВт при 1800 мин ⁻¹	130 кВт при 1800 мин ⁻¹
Сила тяги	80 кН	до 120 кН
Скорость	2.5 м/с	2.5 м/с
Ёмкость бака	140 л	
Радиус закругления: горизонтальный/ вертикальный	4 м / 8м	
Преодолеваемый подъём	30°	

Таблица 2. Технические характеристики дизелевоза DLZ110F-II

Table 2. Technical characteristics of diesel locomotive DLZ110F-II

Параметр	Значение
Вид двигателя:	с воспламенением от сжатия
Максимальная мощность:	81 кВт
Количество силовых установок:	4 - 7
Максимальная скорость:	7,2 км/ч
Максимальное тяговое усилие:	140 кН

Таблица 3 - Технические характеристики аккумуляторных локомотивов [6,7]

Table 3 - Technical characteristics of battery locomotives [6,7]

Тип	Диаметр ведущих роликов (мм)	Макс. тяговое усилие (кН)	Макс. скорость (км/ч) / (м/с)	Тормоза (ед.)	Привод, (ед.)	Длина, м	Масса, т
DLZA90F (FERRIT)	420/90	120 90 65	7,2 / 2,0 10,0 / 2,8 13,7 / 3,8	4/5/6	4	18,8	14,6
DLZA130F (FERRIT)	420/90	180 135 97	7,2 / 2,0 10,0 / 2,8 13,7 / 3,8	6/7/8	6	20,9	16,3
EMTS 2+2 (SCHARF)		80 кН	12/ 3,5	8	4	14,0	9,2

представлены модели шахтных аккумуляторных локомотивов производства FERRIT (Чехия) и SCHARF (Германия) [6,7] (таблица 3).

Подвесные аккумуляторные локомотивы типа DLZA90F и DLZA130F (FERRIT, Чехия) являются тяговым средством для транспортировки состава по монорельсовому пути (балка I155) в горизонтальной плоскости и в наклонах до 30°. Общий вид DLZA90F представлен на рисунке 4.

Как видно из представленных в таблице 3 характеристик, максимальное тяговое усилие аккумуляторных локомотивов, число тормозов и привод сопоставимы с дизельными аналогами тех же фирм производителей (дизельный локомотив DLZ110F имеет максимальное тяговое усилие 140 кН аналогично оптимальному варианту DLZA130F и др.).

3. ТЯГОВЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ

Для выполнения локальных производственных задач или для выполнения горноспасательных работ возможно применение транспортных средств с меньшей тягой. Для этих целей применяют маневровые устройства (МУ) типа DMZ50F-RC, FERRIT, Чехия (рисунок 5; рисунок 6) и их аналоги. Тяговое усилие для данных устройств 20-40 кН, что достаточно для перемещения одной транспортной кабины (вагона) и/или одного аварийно-спасательного модуля.



Рисунок 4 – Общий вид маневрового устройства типа DMZ50F-RC (FERRIT, Чехия)
 Figure 4 - General view of the shunting device type DMZ50F-RC (FERRIT, Czech Republic)

Маневровое устройство имеет значительно меньшие габариты по отношению к локомотивному транспортному средству (по длине в 6-7 раз), меньшую массу, меньшее, но достаточное для выполнения локальных транспортных операций тяговое усилие (40 кН). Максимальная скорость маневрового устройства – 0,8 м/с, что в 2,5 раза меньше, чем средняя скорость локомотива [6].

Маневровое устройство DMZ50F-RC является агрегатом на базе ДВС, который применяется в качестве тягового средства, предназначенного для транспортировки состава по монорельсовой подвесной дороге двутаврового профиля I 155 в горизонтальной плоскости и при максимальных углах наклонах до 30° и в качестве независимого гидравлического агрегата для питания средств механизации горных и горноспасательных работ (независимое тяговое

транспортное средство и мобильный источник гидравлической энергии).

Технические характеристики маневрового устройства (на примере DMZ50F-RC) приведены в таблице 4.

Также на рынке РФ фирмой SCHARF GmbH, Германия представлено маневровое устройство (тележка) SCHARMAN с сопоставимыми по отношению к DMZ50F-RC-2 техническими характеристиками [7].

Типовой состав с одним модулем на базе маневрового устройства (как источника тяги) для ведения горноспасательных работ приведен на рисунках 7 и 8.

Вариант использования гидравлической энергии маневрового устройства приведен на рисунке 9.



Рисунок 5 – Габариты типового маневрового устройства типа [6,7]
 Figure 5 - Dimensions of a typical shunting device type [6,7]

Таблица 4. Технические характеристики маневрового устройства
 Table 4. Technical characteristics of the shunting device

Тип маневрового устройства	Привод (ед.)	Макс. тяговое Усилие, (кН)	Макс. скорость (км/ч) / (м/с)	Тормоза (ед.)	Длина (м)	Масса (кг)
DMZ50F-RC-1	1	20± 10%	3,2 / 0,89	1	2,66	2 445
DMZ50F-RC-2	2	40± 10%	3,0 / 0,83	2	2,59	2 835

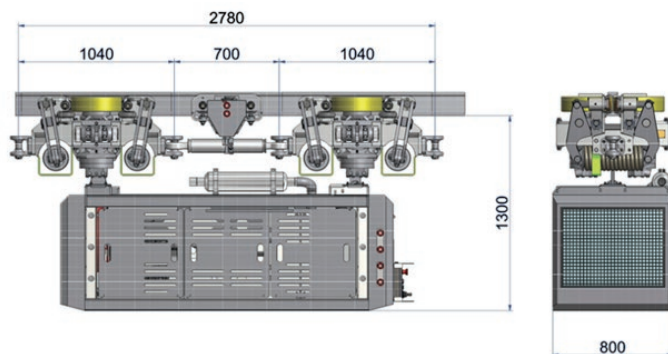


Рисунок 6 – Габариты типового маневрового устройства типа [6,7]
 Figure 6 - Dimensions of a typical shunting device type [6,7]

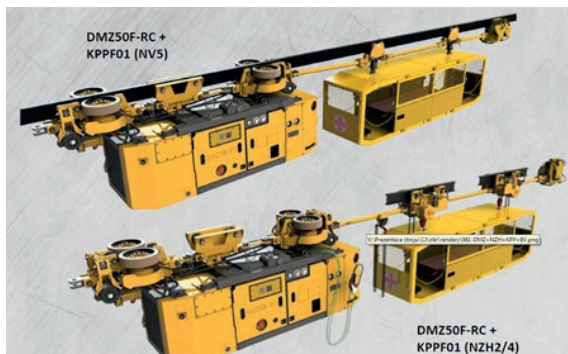


Рисунок 7 - Горноспасательный состав на базе МУ и спасательной кабины
 Figure 7 - Mine-rescue composition on the basis of the MU and the rescue cabin

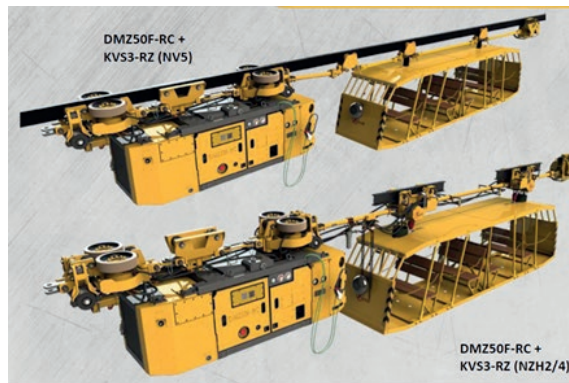


Рисунок 8 - Горноспасательный состав на базе МУ и кабины скорой помощи с различными вариантами подвески
 Figure 8 - Mine-rescue composition on the basis of ME and ambulance cabins with different types of suspension



Рисунок 9 - Горноспасательный состав на базе МУ с подключаемыми средствами механизации (на базе маневрового устройства)
 Figure 9 - Mine-rescue composition based on MU with connected means of mechanization (based on the shunting device)

Figure 9 - Mine-rescue composition based on MU with connected means of mechanization (based on the shunting device)



Рисунок 10 – Транспортная монорельсовая кабина для перевозки персонала
 Figure 10 - Transport monorail cabin for the transportation of personnel

4. МОДИФИЦИРУЕМЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Во всех дизельных составах транспортировка персонала производится в кабинах, базовый вариант кабин предназначен для транспортировки 12 шахтеров без оборудования (рисунок 10). В данных кабинах возможна доставка спасателей при ЧС, однако требуется ее модификация для транспортировки оборудования и грузов к зоне аварий.

Для использования монорельсовых кабин в аварийных условиях предусматривается возможность их трансформации для размещения отделения ВГСЧ или ВГК (5 человек) с оборудованием и резервными местами до 3-х человек. Приемлемое время модификации кабин 10 - 15 минут.

Технически реализованный вариант модифицируемой транспортно-спасательной кабины представлен на рисунке 11 (до аварии) и рисунке 12 (после трансформации) [6].

Процесс модификации обыкновенной кабины в кабину для горных спасателей максимально упрощен и сводится к 2-3 элементарным операциям. В результате кабина для транспор-

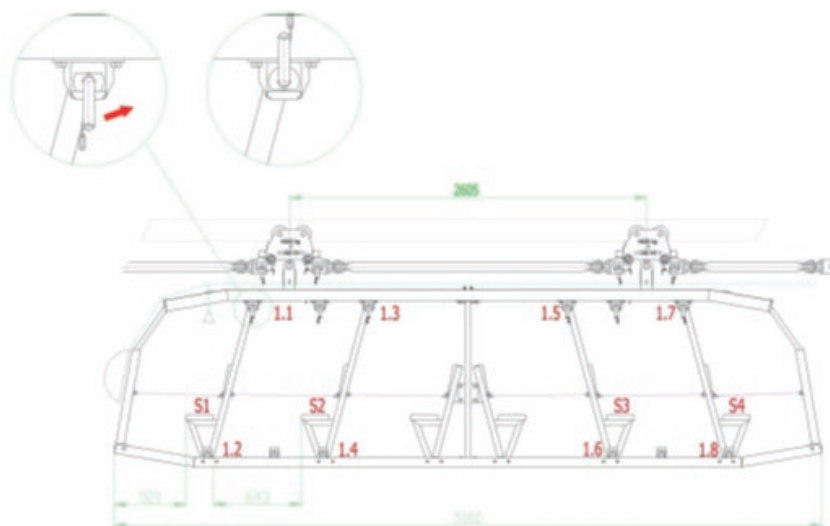


Рисунок 11 – Модифицируемая кабина (KVS3 [6]) до преобразования (вариант использования до аварии для 12 шахтеров)

Figure 11 - Modified cabin (KVS3 [6]) before conversion (use case before the accident for 12 miners)

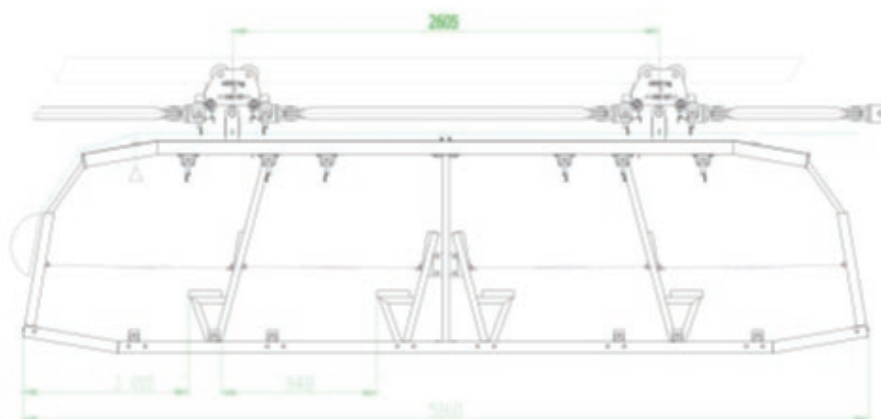


Рисунок 12 – Модифицированная кабина – вариант для транспортировки 5-8 горноспасателей с комплектом оборудования (вариант KVS3-RZ [6])

Figure 12 - Modified cabin - an option for transporting 5-8 mine rescuers with a set of equipment (KVS3-RZ option [6])

Таблица 5. Технические характеристики модифицируемой кабины

Table 5. Specifications of the modified cabin

Параметр	Единица измерения	Значение
Масса	кг	790
Длина	мм	5 170
Ширина	мм	1 000
Высота	мм	1 300
Максимальная скорость движения	м/с	2
Количество кабин в составе	единиц	1 - 4

Таблица 6 - Технические характеристики кабины скорой помощи

Table 6 - Ambulance Cab Specifications

Параметр	Единица измерения	Значение
Масса	кг	630
Длина x Ширина x Высота	мм	3 640 x 900 x 1 504
Расстояние от пяты несущего профиля подвесной дороги	мм	1 396
Угол поворота носилок	град.	±30 °
Максимальное выдвигание носилок	мм	± 40

тировки 12 человек преобразовывается в транспортное средство для 5-8 горноспасателей с созданием зоны для погрузки специального оснащения.

Технические характеристики модифицируемой для нужд ВГСЧ (или ВГК) транспортной кабины приведены в таблице 5 [6].

Для транспортировки пострадавших лиц по монорельсовой подвесной дороге технически реализована кабина скорой помощи. В кабине предусмотрено размещение спасателей - 2 человека, осуществляющих погрузку и выгрузку пострадавших.

Технические характеристики КСП на примере модели КРPF01 [6] приведены в таблице 6, а ее общий вид – на рисунке 13.

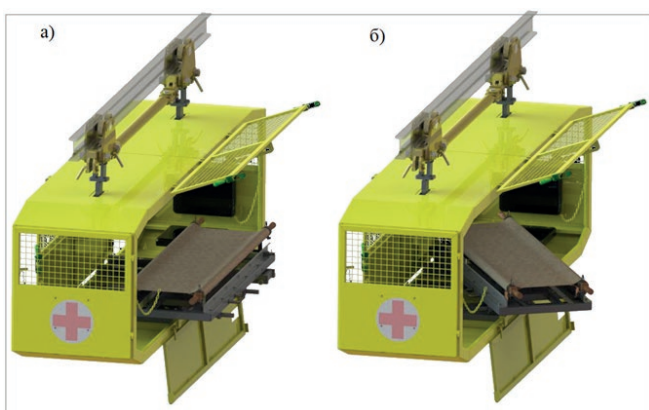


Рисунок 13 - Модуль «кабина скорой помощи» (КСП) - функции выдвигания носилок («а») и поворота носилок в зафиксированной плоскости («б») [6]
 Figure 13 - "Ambulance cabin" module (CSP) - functions of pushing out stretcher ("a") and turning the stretcher in a fixed plane ("b") [6]

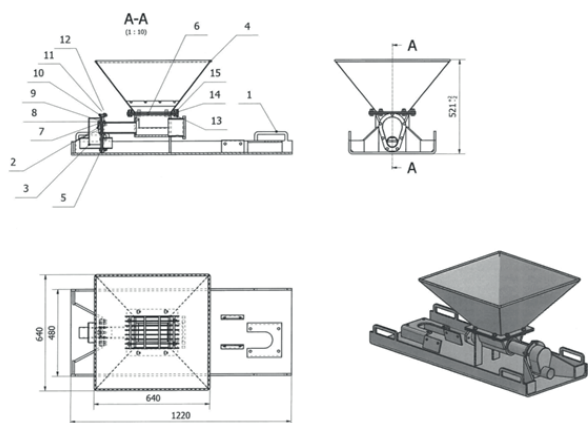


Рисунок 14 – Общий вид и габариты механических осланцевателей на гидравлическом принципе работы (версия для работы в составе монорельсового горноспасательного комплекса)
 Figure 14 - General view and dimensions of mechanical oil shakers on the hydraulic principle of operation (version for work as part of a monorail mountain rescue complex)

В кабинах скорой помощи необходимы следующие технические решения:

1. Ограждения, возможности оперативного входа/выхода и погрузки пострадавших, торцевой и боковой доступ;
2. Фиксация носилок от продольно-поперечных перемещений и поворотов с защитой пострадавшего от падения;
3. Регулируемое перемещение носилок при погрузочных операциях (угол поворота носилок не менее: $\pm 30^\circ$) в плоскости фиксации (рисунок 13) и выдвигание носилок с пострадавшим с функцией поддержки (рисунок 13).
4. Исходя из скорости передвижения монорельсового транспорта (около 7,2 км/ч для локомотивов и 3,0-3,2 для МУ), повышение оперативности эвакуации пострадавших достигается в конструкциях с одновременным размещением 2-3 пострадавших.

5. ИНТЕГРИРОВАННЫЙ МОДУЛЬ ОСЛАНЦЕВАНИЯ И ОБЪЕМНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

В ходе тушения сложных подземных пожаров, осуществляемых подразделениями ВГСЧ в условиях риска повторных взрывов, эффективной мерой для предотвращения участия пыли во взрыве может служить осланцевание выработок аварийного участка, выполняемое непосредственно в ходе ликвидации аварии. Для предотвращения взрывов угольной пыли применяют механические осланцеватели, основная часть которых использует пневматическую либо гидравлическую энергию (рисунок 14).

Поскольку механические осланцеватели являются устройствами для подачи порошков в аэрозольном состоянии, исследовано их применение для тушения пожаров.

Первый вывод на основании экспериментальных исследований состоит в полной невозможности объемного пожаротушения метана за счет подачи к очагу типовой сланцевой пыли.³ Тушение горящих жидкостей и твердых горючих материалов сланцевой пылью также мало эффективно и сопоставимо с пожаротушением при помощи песка.

Поэтому для интегрированного модуля осланцевания и пожаротушения (ИМОП) применены специальные технические решения, резко повысившие их возможности при тушении пожа-

³ Сланцевая пыль в большинстве угледобывающих стран (США, Австралия, Польша и др.) именуется каменной пылью – stone dust.



Рисунок 15 - Процесс объемного тушения горящего метана в опытном штреке при работе интегрированного модуля ИМОП (на базе осланцевателя MARS-H)

Figure 15 - The process of volumetric extinguishing of burning methane in an experimental drift during the operation of an integrated module of the IIEP (based on MARS-H duster)

ров класса А, В, С.

Время тушения пожаров при использовании ИМОП составило:

4,5 с – при объемном тушении метана (пожар «С»; 28 горелок, рассредоточены по сечению штрека, рисунок 15);

1 с – при тушении стандартного противня с бензином (пожар «В»);

3 с – стандартный деревянный штабель

(пожар «А»).

Результаты экспериментов позволяют отнести модули ИМОП к средствам пожаротушения и предупреждения взрывов угольной пыли (осланцевания) в составе монорельсовых транспортных средств. Технические характеристики механического осланцевателя с функцией пожаротушения (на примере MARS-H) приведены в таблице 7.

Таблица 7. Технические характеристики гидравлического осланцевателя MARS-H
Table 7. Technical characteristics of the hydraulic shaver MARS-H

Габариты ДхШхВ, мм	1220 x 640 x 521
Вес (без шланга), кг	96
Объем засыпного бункера, м ³	0,062 (варианты: 0,12; 0,18; 0,275)
Питание (от гидравлической системы монорельсовых транспортных средств или автономное)	Гидравлическое масло или водомасляная эмульсия HFA-E с концентрацией $\geq 0,3\%$
Рабочее гидравлическое давление, МПа	12 – 28
Расход потребляемого масла, л/мин	Регулируемый от 60 до 120
Гидравлические шланги	Питающий и отводящий: шланги диаметром $\frac{3}{4}$ " и длиной 5 м, оканчивающиеся с одной стороны вставным прямым концевиком $\frac{3}{4}$ ", а с другой стороны концевиком типа stecko (стандартная версия)
Температура окружающей среды, °С	от 0 °С до +40 °С
Подача порошка, т/час	от 0,2 до 3,6

ВЫВОДЫ

1. Концепция комплекса обеспечения аварийно-спасательных работ (КАВР) на базе монорельсового транспорта с переменным числом модулей предполагает использование в качестве движущего средства дизельных либо аккумуляторных агрегатов (локомотивы либо манипуляторы с различным тяговым усилием), формирование состава определяется мощностью локомотива, видом аварии, ее динамикой и целью проводимых горноспасательных работ (спасение горнорабочих, ликвидация аварии или ликвидация последствий аварии). Практически все модули КАВР могут использоваться при нормальном (до аварии) периоде работы шахт для транспортировки шахтеров и выполнения технологических операций. Их модификация для нужд ВГСЧ (ВГК) осуществляется за период 10-15 минут.

2. Область применения дизельного локомотива при ЧС - ликвидация аварии со стороны свежей струи воздуха при содержании кислорода в атмосфере не ниже 19÷20% [6].

3. Область применения аккумуляторных локомотивов при ЧС – все горные выработки, за исключением пораженных пожаром и выработок с обрушениями.

4. Как дизельные, так и аккумуляторные локомотивы (или манипуляторы) обеспечивают циркуляцию эмульсии (масла) в своих гидравлических системах с расходом и давлением достаточным для автономной работы средств механизации горноспасательных работ, средств пожаротушения и разборки завалов.

5. В состав переменного числа модулей включаются:

- модули со средствами механизации трудоемких операций по разрушению (разборке) конструкций и дроблению крупных фракций породы;

- модули для оперативной погрузки и перемещения разрушенной горной массы за пределы аварийного участка (технически достижимо – на вакуумном принципе работы);

- модули пожаротушения за счет автономных источников гидравлической энергии с совмещенными функциями оперативного ослабления горных выработок (предотвращение распространения повторных взрывов);

- специализированные транспортные модули (модифицируемая транспортно-грузовая горноспасательная кабина);

- спасательный модуль скорой помощи;

- модули для транспортировки материалов, модуль транспортировки горной массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2016 году» /МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017, 360 с.
2. Устав военизированной горноспасательной части по организации и ведению горноспасательных работ, утвержденный приказом МЧС России от 09.06.17. №251 (зарегистрировано в Минюсте России 24.08.2017, рег. № 47930). – 30с.
3. Положение о профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях, выполняющих горноспасательные работы (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 27 апреля 2018 г. № 517) - 45 с.
4. Правила безопасности в угольных шахтах: М.: Ростехнадзор (Приказ Ростехнадзора № 550 от 19.11.2013), зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации 31.12.2013 N 30961.
5. Романченко, С.Б. Комплексное обеспыливание. Горное дело. – М.: 2016. - 288 с.
6. Ferrit Global Mining Solutions [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. Режим доступа: <http://www.ferrit.cz>
7. Группа SMT SCHARF [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.smtscharf.com>

REFERENCES

1. Russia, Russian Emergency Situations Ministry. (2017). *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii zashchity naseleniya i territoriy Rossiyskoy Federatsii ot chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera v 2016 godu» [State report "On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2016"]*. Moscow: FSBI VNII GOCHS (FC). [In Russian].
2. Russia, Russian Emergency Situations Ministry. (2017). *Ustav voyenizirovannoy gornospasatel'noy chasti po organizatsii i vedeniyu gornospasatel'nykh rabot, utverzhdennyy prikazom MCHS Rossii ot 09.06.17. №251 [The Charter of the militarized mine-rescue unit on the organization and conduct of mine-rescue operations, approved by order of the Emercom of Russia from 09.06.17. No. 251]*. Moscow. [In Russian]
3. Russia, Russian Emergency Situations Ministry. (2018). *Polozheniye o professional'nykh avariyno-spasatel'nykh sluzhbakh, professional'nykh avariyno-spasatel'nykh formirovaniyakh, vypolnyayushchikh gornospasatel'nyye raboty (utverzhdeno postanovleniyem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 27 aprelya 2018 g. № 517) [Provision on professional rescue services, professional rescue teams performing mine rescue operations (approved by Government*

- Decree of April 27, 2018 No. 517)]. [In Russian].
4. Russia, Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision. (2016). Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh: [Safety rules in coal mines:]. Moscow: Ministry of Justice of Russia 31.12.2013 N 30961. [In Russian].
 5. Romanchebko, S. B., & etc. (2016). Kompleksnoye obespylivaniye [integrated dedusting]. Moscow: Gornoye delo. [In Russian]
 6. J. M. (n.d.). Ferrit Global Mining Solutions. Retrieved from <http://www.ferrit.cz/>
 7. SMT SCHARF Group. (n.d.). Retrieved from <http://www.smtscharf.com/>



ПЫЛЕСВЯЗУЮЩИЙ СОСТАВ ТОРИН+

Используется в фирменной системе ПГО

Торин+ - комбинированная смесь ПАВ для предотвращения замерзания водного раствора при пневмогидроорошении.

В зимний период механизм действия при обработке пылесвязующим составом Торин+ основан на образовании пленки ПАВ на поверхности угля, которая предотвращает вынос из угольной массы мелкой фракции пыли, размером **до 2 микрон** и **не замерзает в зимний период.**

Это специальный состав, в который дополнительно введены ингредиенты, позволяющие работать Торин+ в зимний период при отрицательных температурах.

Все свойства и эффективность состава Торин сохраняются для Торин+.

INDSAFE.RU



А.А. Рябцев // A.A. Rjabtsev
gas_coal@kemsc.ru

ведущий инженер лаборатории газодинамики угольных месторождений ФГБУН «ФИЦ УУХ СО РАН», Россия, 650065, г. Кемерово, Ленинградский проспект, 10
leading engineer, gas dynamics laboratory, coal deposit of Coal and Coal Chemistry Federal Research Center Institute of Coal, Russian Academy of Sciences Siberian Branch, 10, Leningradsky Avenue, Kemerovo, 650065, Russia



М. С. Плаксин // M.S. Plaksin
gas_coal@kemsc.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

УДК 622.272.6

МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗА

THE METHOD OF AUTOMATED MONITORING OF THE GAS- DYNAMIC ACTIVITY OF COAL SEAMS DURING PREPARATORY WORKINGS BASED ON REGIONAL FORECAST DATA

Представлен метод автоматизированного текущего контроля уровней газодинамической активности угольных пластов при проведении подготовительных выработок на основе данных геолого-разведочной информации.

Опасность инициирования газодинамических явлений, в том числе внезапных выбросов угля и газа, является основным фактором, влияющим на темпы проведения подготовительных выработок.

Указывается, что использование данных о метанообильности подготовительных выработок в качестве индикатора газодинамической активности угольного пласта с оценкой его потенциальной склонности к саморазрушению, выполненной на базе данных регионального прогноза, может положительно отразиться на повышении безопасности горных работ при отработке высокогазоносных угольных пластов. Количественная оценка уровней газодинамической активности разрабатываемого угольного пласта позволит повысить эффективность горных работ, например, в части избирательного подхода при разработке дегазационных мероприятий.

A method of automated current control of the levels of gas-dynamic activity of coal seams is presented during preparatory workings based on geological survey data.

The danger of initiating gas-dynamic phenomena, including sudden emissions of coal and gas, is the main factor affecting the pace of development workings.

It is indicated that the use of data on methane abundance of development workings as an indicator of the gas-dynamic activity of a coal seam with an assessment of its potential propensity for self-destruction made on the basis of regional forecast data may have a positive effect on improving the safety of mining when mining high-carbon coal seams. Quantifying the levels of gas-dynamic activity of a coal seam under development will improve the efficiency of mining, for example, in terms of a selective approach in the development of degassing measures.

Ключевые слова: УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ, ГАЗОДИНАМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ, МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ, ДИНАМИКА, МОНИТОРИНГ, РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.

Key words: COAL PLAST, GAS-DYNAMIC ACTIVITY, PREPARATORY WORKINGS, METHANE ABUNDANCE, DYNAMICS, MONITORING, REGIONAL FORECAST.

С увеличением глубин горных работ и производительности горного оборудования, в том числе горно-проходческого, повышается опасность газоди-

намических явлений, что требует постоянного совершенствования мер безопасности, в том числе и локального прогноза. Установлено, что качество прогноза существенно возрастает, если

на начальном этапе он согласуется с данными регионального прогноза.

В задачах прогноза и контроля динамических газопроявлений принято выделять три основные группы методов оценки опасности:

- региональный прогноз, охватывающий месторождение или горный отвод шахты;
- локальный прогноз для отдельных шахтопластов и выемочных участков;
- текущий прогноз и контроль эффективности способов предотвращения динамических газопроявлений при проведении выработок.

В основе всех видов газопроявлений лежит общий физический процесс реализации потенциальной энергии геосреды [1, 2].

Газодинамическая активность угольного пласта – потенциальная способность угольного пласта к саморазрушению при техногенном воздействии за счет энергии содержащегося в нем газа.

На изменение газодинамической активности пластов влияют как природные, так и технологические факторы. Природными факторами являются: глубина, газоносность, газопроницаемость, мощность, крепость пластов и др. Так рост глубины горных работ сопровождается повышением горного давления и газоносности пластов [3]. Эта совокупность, при прочих равных условиях, определяет нарастание потенциальной энергии геосреды, и, как следствие, газодинамической опасности при проведении выработок. К технологическим факторам относятся: способ выемки, глубина выемки за цикл заходки, скорость подвигания забоев, взаимное влияние горных работ на смежных пластах, направление проведения выработки и др. Чем интенсивнее технологическое воздействие на массив, тем динамичнее его реакция.

Повышение эффективности (с точки зрения безопасности) способов предотвращения (или снижения уровня опасности) динамических газопроявлений при проведении выработок мо-

жет быть найдено при использовании современных автоматизированных систем с качественно новым уровнем – оперативным прогнозом и контролем уровней газодинамической активности угольных пластов.

Региональный прогноз уровней газодинамической активности угольных пластов

Основным источником сведений о свойствах угольных пластов являются данные геологической разведки углеметанового месторождения. На основе геолого-маркшейдерской документации (геологические и геолого-газовые разрезы по разведочным линиям, данные прямого газового опробования, карты изогаз, показатели технического анализа углей) формируется база данных в виде электронных таблиц, содержащих информацию об отметках устьев скважин в пределах выемочного поля, стратиграфии залежи: мощности, глубины залегания, природных значений газоносности, зольности, влажности, выхода летучих веществ. Пример набора геологоразведочных данных для Чертинского месторождения Кузбасса, используемых при формировании базы данных, представлена в таблице 1.

Для исследования свойств и состояний массива горных пород с целью выявления зон с высокой вероятностью возникновения динамических газопроявлений и принятия конкретных технических решений по снижению газовой опасности при отработке угольных пластов пологого залегания необходимо выполнить оценку их свойств в пространственных плоскостях по площади и глубине массива.

Одной из основных характеристик массива горных пород является природная газоносность угольного пласта. Сформированная база геологоразведочных данных содержит ее точечные значения (в точках пересечения геологоразведочными скважинами шахтопластов). Кроме того, определение газоносности на стадии гео-

Таблица 1. Фрагмент электронной базы геологоразведочных данных

Table 1. Fragment of an electronic database of geological survey data

Номер скважины	Координаты скважины		Абс. отметка устья скважины	Наим. пласта	Мощность пласта	Глубина залегания	Природная метан-сть	Выход летучих	Зольность пласта	Влажность пласта	Угол падения
	X, м	Y, м									
№	X, м	Y, м	Z, м		m, м	H, м	X, м ³ /т с.б.м.	V ^г , %	A ^с , %	W, %	α, град.
195	4715	4075	205	50	1,97	270,0	17,50	36,5	12,2	2,0	25
2928	4610	3875	210	50	1,97	330,0	20,00	36,5	12,2	2,0	15
503	4450	3660	205	50	1,97	387,0	23,00	35,1	9,4	2,0	12
...

логоразведки носит нерегулярный характер (в среднем, пробы угля только одной из пяти скважин поступают на прямое газовое опробование). Поэтому необходимо увеличить информационную плотность исходных данных в пределах рассматриваемого участка месторождения, например, по трассе проведения выработки. Это обеспечивается соответствующими зависимостями искомого параметра от глубины залегания пласта.

В большинстве исследований при описании газокинетических свойств пластов и сорбционной метаноемкости углей, а также согласно действующим в угольной отрасли нормативным документам [4-6], расчет газоносности угля выполняется на основе положений теории сорбции – по уравнению Ленгмюра. Недостаток такого подхода, заключающийся в несоответствии расчетных и фактических значений на глубоких горизонтах, можно нивелировать, путем введения в расчетную функцию множителя, обеспечивающего изгиб графика по правилам аппроксимации фактических данных [7].

К настоящему времени в Институте угля ФИЦ УУХ СО РАН созданы основы метода количественного определения газодинамической активности пластов, обеспечивающие единство подхода к анализу динамики реализации энергии газа (от метанообильности до внезапных выбросов) от природных свойств пласта [8].

При подземной угледобыче в зонах развивающихся геомеханических и газокинетических процессов происходит нарушение структуры угольного пласта. Нарушение структуры – это затраты энергии, связанные с развитием дислокаций и образованием микротрещин. Образование энергии происходит в процессе снижения природных напряжений в пласте и его распада [9, 10] на уголь и метан.

Энергия газа, реализующаяся из угольного пласта в процессе техногенного воздействия на него, определяется по формуле:

$$E = 0,25 \frac{X_p}{B}, \quad (1)$$

где E – показатель газодинамической активности угольного пласта, кДж/кг; X_p – расчетная природная газоносность пласта, м³/т; B – константа метаносности, 1/МПа; 0,25 – эмпирический коэффициент.

Установлено, что обобщающим показателем газодинамических следствий разгрузки (деструкции) углеметановых пластов от горного давления служит эмпирическая зависимость вида:

$$P_d = 0,16 \left[\frac{E}{f} \right]^{0,83}, \quad (2)$$

где P_d – показатель газодинамической деструкции угольного пласта, м²/кг; f – коэффициент крепости угля по М.М. Протодыяконову; 0,16 – эмпирический коэффициент, м²/кг.

Структура и величина показателя газодинамической активности позволяет выполнять зонирование углеметановых пластов по уровням их опасности и газодинамической активности.

В таблице 2 представлены уровни газодинамической активности и опасности угольных пластов (по видам газопроявлений) в зависимости от показателей E и P_d . Энергетический показатель E интегрирует совокупное влияние свойств пласта и позволяет выделить границы перехода опасности от газовой к газодинамической. Установлено, что значения показателя газодинамической активности (газодинамической деструкции) более 40 (4,6) и менее 100 (9,8) единиц на особо выбросоопасных пластах при пересечении зон геологических нарушений соответствуют условиям возникновения газодинамических явлений силой до 20 тонн угля (высыпания, выдавливания угля с повышенным притоком метана в выработку, слабые внезапные выбросы). При значениях $E \geq 100$ ($P_d \geq 9,8$) возможны внезапные выбросы угля, породы и газа значительной силы.

По величине показателя газодинамической активности пласта, рассчитанного по формуле (1), выполнено зонирование пласта 5 Чертинского месторождения в пределах рассматриваемого шахтного поля (рисунок 1).

Зеленый, желтый и красный цвета на карте рисунка 1 соответствуют уровням 1, 2, 3, указанным в таблице 2.

Определение показателя газодинамической активности предоставляет возможность на любой стадии освоения месторождения увидеть границы технологически достижимой безопасности горных работ и своевременно совершенствовать методы и средства управления состоянием пласта.

Основы метода автоматизированного текущего контроля уровней газодинамической активности угольных пластов при проведении подготовительных выработок

В промышленности принят единый для всех условий подход к определению мероприятий по предупреждению внезапных выбросов. В его основе лежит определение выбросоопасной глубины ведения горных работ с ежегодными ее

Таблица 2. Показатели и уровни газодинамической опасности и активности угольных пластов
 Table 2 - Indicators and levels of gas-dynamic hazard and activity of coal seams

Показатель газодинамической		Номер уровня	Уровень газодинамической		Вид газопроявлений
активности пласта E , кДж/кг	деструкции пласта P_D , м ² /кг		опасности пласта	активности пласта	
0÷20	0÷2,6	1	газовый	слабый	метанообильность шахт и участков
20÷40	2,6÷4,6				суфляры
40÷100	4,6÷9,8	2	газодинамический	средний	высыпания, выдавливания угля с повышенным метановыделением, слабые внезапные выбросы
> 100	>9,8	3			высокий

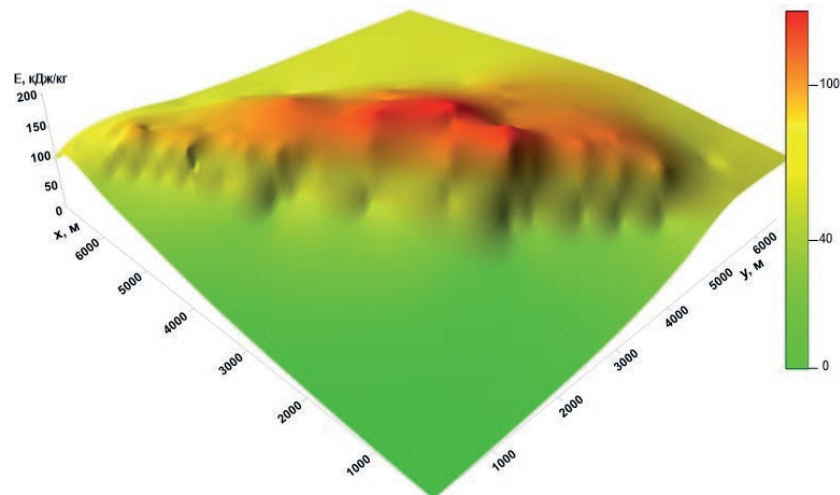


Рисунок 1 – Карта уровней и показателя газодинамической активности пласта 5 Чертинского месторождения x – направление на север, м; y – направление на восток, м
 Figure 1 - Map of levels and indicator of the gas-dynamic activity of the reservoir 5 Chertinskoye field, x - direction to the north, m; y - east direction, m

экспертными уточнениями для каждой шахты. Но их решения носят качественный характер («опасно», «неопасно») в связи с отсутствием объективных количественных показателей уровня газодинамической активности планируемой к отработке зоны пласта или трассы проведения подготовительной выработки. Ответом на необходимость повышения надежности решений этой научно-технологической задачи может быть метод, обеспечивающий количественное сопоставление уровней газодинамической активности пласта по трассе проектируемой выработки.

В плоскости выбросоопасного пласта принято [11, 12] условно выделять три зоны, привязанные, как правило, к оси сместителя:

- невыбросоопасная – характеризуется высокой и достаточно выдержанной прочностью

угля;

- выбросоопасная – представлена интенсивно перемятым углем по всей мощности пласта или значительным увеличением мощности его выбросоопасной пачки;

- переходная – область между невыбросоопасной и выбросоопасной зонами.

Одним из основных признаков выбросоопасности пластов является повышенная изменчивость их свойств и условий залегания.

Результаты показывают, что значения показателя газодинамической деструкции в зонах геологических нарушений в 2 – 4 раза больше, относительно этих значений для ненарушенных интервалов ($f \geq 0,75$), а влияние изменений газокинетических свойств пласта находится в пределах 10 – 15 % от среднего по выработке.

Таким образом, полученные зависимости для количественной оценки газодинамической активности пласта обеспечивают ранжирование интервалов проектируемой трассы подготовительных выработок по уровню опасности на основании геологоразведочных данных. В тоже время высокая изменчивость свойств и состояний пласта требует дополнения метода локального прогноза текущим (в процессе проведения выработки) контролем фактической реакции пласта на движение забоя с целью уточнения конкретных горнотехнологических особенностей, влияющих на степень выбросоопасности.

Основы метода автоматизированного текущего контроля газодинамической активности угольных пластов при проведении подготовительных выработок по данным регионального и локального прогнозов представлены на рисунке 2.

По геологоразведочным данным о свойствах и состоянии угольного пласта рассчитываются уровни их потенциальной газодинамической активности, зависящие, в том числе, от природной газоносности (формула 1). Выполняется зонирование углетановых пластов по уровням их опасности и газодинамической активности с построением соответствующих карт. На карту наносится трасса проведения подготовительной выработки. В случае прохождения выработки в зоне высокого уровня газодинамической активности пласта, необходимо снизить этот уровень до среднего. Снижение и контроль газодинамической активности пласта по трассе выработки достигается управлением ее метанообильностью.

Коэффициент необходимого снижения метанообильности проводимой подготовительной выработки для обеспечения безопасных (по проявлению опасных газодинамических явлений) условий проведения определяется по формуле:

$$K_{\text{сниж}} = 1 - \frac{P_{\text{Д.К}}}{P_{\text{Д.М}}} = 1 - 45E_{\text{max}}^{-0,83}, \quad (\text{при } P_{\text{Д.М}} < P_{\text{Д.К}} K_{\text{сниж}} = 1), \quad (3)$$

где $K_{\text{сниж}}$ – коэффициент необходимого снижения метанообильности проводимой подготовительной выработки для обеспечения безопасных (по проявлению опасных газодинамических явлений) условий проведения; $P_{\text{Д.К}}$ – критический уровень показателя газодинамической деструкции, $\text{м}^2/\text{кг}$; $P_{\text{Д.М}}$ – максимальная величина показателя $P_{\text{Д}}$, превышающая $P_{\text{Д.К}}$, $\text{м}^2/\text{кг}$; E_{max} – максимальная величина показателя газодинамической активности угольного пласта по трассе выработки, $\text{кДж}/\text{кг}$.

Критический уровень метанообильности,

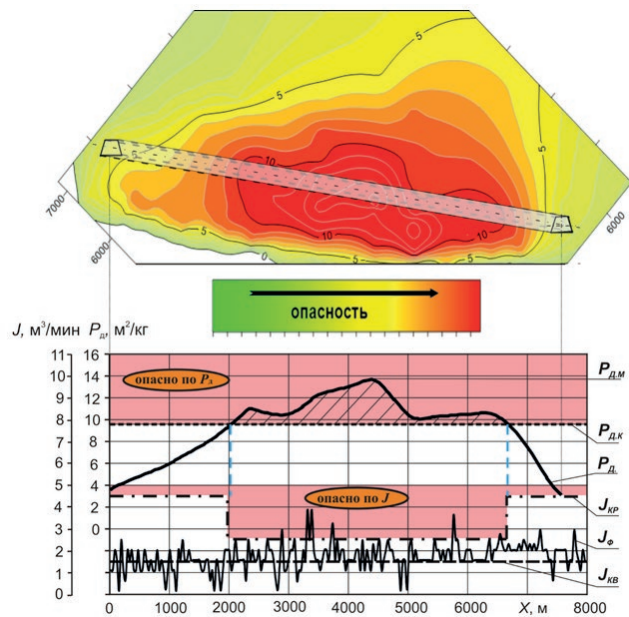


Рисунок 2 – Основы метода автоматизированного текущего контроля газодинамической активности угольных пластов при проведении подготовительных выработок на основе данных регионального и локального прогнозов

газодинамической деструкции, $\text{м}^2/\text{кг}$; $P_{\text{Д.М}}$ – максимальная величина показателя $P_{\text{Д}}$, превышающая $P_{\text{Д.К}}$, $\text{м}^2/\text{кг}$; $P_{\text{Д}}$ – показатель газодинамической деструкции, $\text{м}^2/\text{кг}$; $J_{\text{кр}}$ – критический уровень метанообильности, $\text{м}^3/\text{мин}$; $J_{\text{ф}}$ – фактическая метанообильность, $\text{м}^3/\text{мин}$; $J_{\text{кв}}$ – квазистатическая метанообильность, $\text{м}^3/\text{мин}$

Figure 2 - Basics of the method of automated current control gas-dynamic activity of coal seams during preparatory workings based on regional and local forecasts of gas-dynamic destruction, m^2 / kg ; $P_{\text{Д.М}}$ - the maximum value of the indicator $P_{\text{Д}}$ exceeding $P_{\text{Д.К}}$, m^2 / kg ; $P_{\text{Д}}$ - indicator of gas-dynamic destruction, m^2 / kg ; $J_{\text{кр}}$ - critical level of methane abundance, m^3 / min ; $J_{\text{ф}}$ - actual methane content, m^3 / min ; $J_{\text{кв}}$ - quasistatic methane abundance, m^3 / min

при превышении которого повышается вероятность проявления газодинамических явлений с учетом оценки склонности угля к саморазрушению, вычисляется по формуле:

$$J_{\text{кр}} = 2,82J_{\text{кв}}K_{\text{сниж}}, \quad (4)$$

где $J_{\text{кр}}$ – критический уровень метанообильности, при превышении которого повышается вероятность проявления газодинамических явлений с учетом оценки склонности угля к саморазрушению, $\text{м}^3/\text{мин}$; $J_{\text{кв}}$ – квазистатическая метанообильность выработки определяется на основании разработанного алгоритма [13], $\text{м}^3/\text{мин}$.

Выводы:

Представленный метод автоматизированного текущего контроля газодинамической активности угольных пластов, в значительной мере количественно объясняет почему при проведении подготовительных выработок ситуация даже при умеренном (стабильном) метановыде-

лении из призабойной части угольного пласта может считаться опасной по проявлению опасных газодинамических явлений.

Количественная оценка газодинамической активности угольного пласта позволит избира-

тельно мотивировать выполнению дегазационных мероприятий как средства по предотвращению газовой и газодинамической опасности, в том числе на стадии проектирования горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шинкевич, М.В. Реализация газового потенциала в процессе разрушения угля и его роль в структуризации поверхности частиц и порового пространства / М.В. Шинкевич, Р.И. Родин // Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2017. – № 6. – С. 54-61.
2. Черданцев, Н.В. Влияние порового давления метана на геомеханическое состояние массива в окрестности пластовой выработки / Н.В. Черданцев // Безопасность труда в промышленности, 2018. – № 10. – С. 7-13.
3. Тайлаков, О.В. Оценка газоносности и проницаемости угольных пластов в шахтных условиях / О.В. Тайлаков, А.Н. Кормин, Е.А. Уткаев // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2018. – № S49. – С. 148-157.
4. Инструкция по применению схем проветривания выемочных участков шахт с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок. Серия 05. Выпуск 21. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2017. – 128 с.
5. Руководство по безопасности «Рекомендации по определению газоносности угольных пластов». Серия 05. Выпуск 48. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2016. – 44 с.
6. Инструкция по дегазации угольных шахт. Серия 05. Выпуск 22. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2015. – 250 с.
7. Рябцев, А.А. Подготовка данных о газоносности пластов для электронного картирования / А.А. Рябцев // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2011. – №2. – С.120–124.
8. Плаксин, М.С. Оценка газодинамической активности углетановых пластов при ведении горных работ и планирование объемов извлечения попутного метана / М.С. Плаксин, А.А. Рябцев, В.А. Сухоруков // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2010. – № 1. – С. 43–50.
9. Малышев, Ю. Н. Фундаментально-прикладные методы решения проблемы угольных пластов / Ю. Н. Малышев, К. Н. Трубецкой, А. Т. Айруни. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. – 519 с.
10. Козырева, Е.Н. Влияние температуры на сорбционную метаноемкость коксующихся углей Кузбасса / Е.Н. Козырева, Е.С. Непейна, М.В. Шинкевич // Кокс и химия. – 2018. – № 3. – С. 38–42.
11. Бобров, И. В. Борьба с внезапными выбросами угля и газа / И. В. Бобров, Р. М. Кричевский. – Киев: Техника. – 1964. – 328 с.
12. Инструкция по ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа: (РД 05-350-00). – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2000. – С. 120-303.
13. Плаксин, М. С. Разработка алгоритма расчета метанообильности подготовительных выработок с целью уточнения метода контроля газодинамической активности угольного пласта / М. С. Плаксин // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2018. – № 3. – С. 14-19.

REFERENCES

1. Shinkevich, M. V., & Rodin, R. I. (2017). Realizatsiya gazovogo potentsiala v protsesse razrusheniya uglya i yego rol' v strukturizatsii poverkhnosti chastits i porovogo prostranstva [Realization of gas potential in the process of coal destruction and its role in structurization of the surface of particles and pore space]. *Vestnik Kuzbasskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta - Bulletin of the Kuzbass State Technical University*, (6), 54-61. [In Russian]
2. Cherdancev, N. V. (2018). Vliyaniye porovogo davleniya metana na geomekhanicheskoye sostoyaniye massiva v okrestnosti plastovoy vyrabotki [Influence of the pore pressure of methane on the geomechanical state of the massif in the vicinity of the reservoir production]. *Bezopasnost' Truda v Promyshlennosti - Safety in Industry*, (10), 7-13. [In Russian]
3. Taylakov, O. V., Kormin, A. N., & Utkaev, E. A. (2018). Otsenka gazonosnosti i pronitsayemosti ugol'nykh plastov v shaxtnyx usloviyax [Evaluation of gas content and permeability of coal seams in mine conditions]. *Gornyye Informatsionno-analiticheskiy Byulleten' - Mining Information and Analytical Bulletin*, (S49), 148-157. [In Russian]
4. Instruktziya po primeneniyu skhem provetrivaniya vyyemochnykh uchastkov shakht s izolirovannym otvodom metana iz vyrabotannogo prostranstva s pomoshch'yu gazootsasyvayushchikh ustanovok. Seriya 05. Vypusk 21. [Instructions for the use of schemes for ventilation of excavation areas of mines with isolated removal of methane from the open space with the help of gas suction units. Series 05. Release 21.] (Vol. 21, Ser. 5). (2017). Moscow: Closed Joint-Stock Company "Scientific and Technical Center for Industrial Safety Studies". [In Russian]
5. Rukovodstvo po bezopasnosti «Rekomendatsii po opredeleniyu gazonosnosti ugol'nykh plastov». Seriya 05. Vypusk 48. [Safety Guide "Recommendations for determining the gas content of coal seams." Series 05. Issue 48.] (Vol. 48, Ser. 5). (2016). Moscow: Closed Joint-Stock Company "Scientific and Technical Center for Industrial Safety Studies". [In Russian]
6. Instruktziya po degazatsii ugol'nykh shakht. Seriya 05. Vypusk 22. [Instructions for the degassing of coal mines. Series 05. Issue 22.] (Vol. 22, Ser. 5). (2015). Moscow: Closed Joint-Stock Company "Scientific and Technical Center for Industrial Safety Studies". [In Russian]
7. Ryabtcev, A. A. (2011). Podgotovka dannyykh o gazonosnosti plastov dlya elektronnoy kartirovaniya [Preparation of gas-bearing formation data for electronic mapping]. *Bulletin Of Research Center For Safety In Coal Industry*, (2), 120-

124. [In Russian].
8. Plaksin, S. M., Rjabtcev, A. A., & Suhorukov, V. A. (2010). Otsenka gazodinamicheskoy aktivnosti uglemetanovykh plastov pri vedenii gornykh rabot i planirovaniye ob'yemov izvlecheniya poputnogo metana [Evaluation of the gas-dynamic activity of coal-methane reservoirs during mining operations and planning of associated methane extraction volumes]. *Bulletin Of Research Center For Safety In Coal Industry*, (1), 43-50. [In Russian]
 9. Malyshev, J. N., Trubetskoy, K. N., & Ayruni, A. T. (2000). Fundamental'no-prikladnyye metody resheniya problemy ugol'nykh plastov [Fundamental applied methods for solving coal seam problems]. Moscow: Izd-vo Akademii gornykh nauk. [In Russian]
 10. Kozyreva, E. N., Neyepina, E. S., & Shinkevich, M. V. (2018). Vliyaniye temperatury na sorbtsionnyuyu metanoyemkost' koksuyushchikhsya ugley Kuzbassa [The effect of temperature on the sorption methane capacity of coking Kuzbass coal]. *Koks I Himiya - Coke and Chemistry*, (3), 38-42. [In Russian]
 11. Bobrov, I. V., & Krichevskiy, R. M. (1964). Bor'ba s vnezapnymi vybrosami uglja I gaza [Combating sudden coal and gas emissions]. Kiev: Tehnika. [In Russian].
 12. Instruktsiya po vedeniyu gornykh rabot na plastakh, opasnykh po vnezapnym vybrosam uglja (porody) i gaza: (RD 05-350-00) [Instructions for mining operations on seams hazardous from sudden coal (rock) and gas emissions: (RD 05-350-00)] (2000). Moscow: NTC "Promyshlennaja bezopasnost'". [In Russian]
 13. Plaksin, S. M. (2018). Razrabotka algoritma rascheta metanoobil'nosti podgotovitel'nykh vyrabotok s tsel'yu utochneniya metoda kontrolya gazodinamicheskoy aktivnosti ugol'nogo plasta [Development of an algorithm for calculating the methane content of development workings in order to clarify the method for monitoring the gas-dynamic activity of a coal seam]. *Bulletin Of Research Center For Safety In Coal Industry*, (3), 14-19. [In Russian]



ПРИБОР КОНТРОЛЯ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА ПКА-01

Прибор предназначен для измерения массовой концентрации пыли при технологическом, производственном и гигиеническом контроле воздуха.



Прибор может использоваться для измерения массовой концентрации витающей пыли любого происхождения во всех отраслях промышленности.



INDSAFE.RU

IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ IV. PROBLEMS AND OPINIONS



Е.В. Милкина // E.V. Milkina
mikaterina@mail.ru

канд. юрид. наук, доцент кафедры истории России и права МИРЭА-Российский технологический университет, Россия, 119454, Москва, Проспект Вернадского, д. 78
 candidat of law sciences, Associate Professor, Department of Russian History and Law, MIREA-Russian University of Technology, 78, Vernadsky avenue, VNIIPО, Balashikha, Moscow, 119454, Russia

УДК 331.456

РАЗВИТИЕ НОРМАТИВНЫХ ОСНОВ ОХРАНЫ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

DEVELOPMENT OF STANDARD BASES OF LABOR PROTECTION IN THE RUSSIAN FEDERATION

В настоящее время, в период организации процесса импортозамещения в рамках проведения анти-санкционной политики, необходимо развитие конкурентоспособных предприятий на территории Российской Федерации. Уровень высокотехнологичных производств, соответствующих Европейским стандартам качества, должен так же соответствовать Европейскому уровню охраны труда на предприятиях. Поэтому в рамках настоящей статьи, автором предпринята попытка научного осмысления на основе критического анализа и обобщения, развития нормативных основ охраны труда в РФ и внесение предложений по совершенствованию данного процесса.

Now, in the period of the organization of process of import substitution within carrying out anti-sanctions policy, development of the competitive enterprises in the territory of the Russian Federation is necessary. Level of the hi-tech productions conforming to the European quality standards has to correspond also to the European level of labor protection at the enterprises. Therefore within the present article, the author has made an attempt of scientific judgment on the basis of the critical analysis and generalization, development of standard bases of labor protection to the Russian Federation and introduction of suggestions for improvement of this process.

Ключевые слова: ОХРАНА ТРУДА, РАЗВИТИЕ, СНИЖЕНИЕ ТРАВМАТИЗМА, НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ, РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД, ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ.

Key words: LABOR PROTECTION, DEVELOPMENT, DECREASE IN TRAUMATISM, STANDARD BASES, RISK - THE FOCUSED APPROACH, TRAINING OF STUDENTS.

В настоящее время надзорные органы Российской Федерации, в том числе в области охраны труда, реформируются в части изменения подходов к организации проверок. В целях оптимизации финансово-экономических затрат на проверки законодательными актами введен риск-ориентированный подход при планировании проверок [1].

При реализации риск-ориентированного подхода в Российской Федерации осуществляется выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю с учетом возможного социально-экономического ущерба в результате действий

(бездействий) юридического или физического лица.

В настоящее время контроль за соблюдением правил охраны труда и за обеспечением безопасности работников осуществляется на основе риск-ориентированного подхода [2]. В целях применения данного подхода, используемые юридическими и физическими лицами объекты, являющиеся объектами защиты, подлежат отнесению к одной из категорий риска с учетом их классификации по функциональной промышленной опасности [3].

Объект защиты – здание или сооружение физического или юридического лица (включая

объекты, расположенные на территориях поселений, а также здания, сооружения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которым установлены или должны быть установлены требования охраны труда и безопасности персонала от отравления и травмирования. В свою очередь, здания, сооружения, отсеки и части зданий, сооружений (помещения или группы помещений, функционально связанные между собой) подразделяются по классу функциональной опасности в зависимости от их назначения, а также от возраста, физического состояния и количества персонала, находящихся в здании (сооружении).

С учетом вышеизложенного на территории одного предприятия могут располагаться несколько объектов различных классов функциональной опасности. Как следствие, в отношении таких предприятий должны проводиться плановые проверки с различной периодичностью по каждому зданию и сооружению с учетом их функционального назначения. Данные обстоятельства приведут к увеличению количества и времени проверок, что негативно повлияет на оптимизацию использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов и, как следствие, приведет к увеличению издержек юридических и физических лиц, т. е. не на должном уровне будет наблюдаться ослабление избыточных административных барьеров со стороны государства.

В целях решения вышеизложенной проблемы необходимо гармонизировать понятие объекта как предприятия и объекта защиты, как здания или сооружения, имеющего класс функциональной опасности.

Законодательством Российской Федерации в части выбора периодичности проведения плановых проверок определен ряд критериев отнесения объектов защиты к соответствующим категориям риска, таких как функциональное назначение объектов, их опасность, численность пребывающих работников и высота (этажность) строения.

Вместе с тем формы и продолжительность проведения мероприятий по надзору за соблюдением предприятиями требований в области охраны труда и обеспечения безопасности с учетом риск-ориентированного подхода не регламентированы. Не учтены наиболее опасные производственные факторы, риски, условия обеспечения безопасности работников на объекте защиты, количество и время пребывания персонала в зданиях, объемно-планировочные решения зданий и сооружений, имеющиеся наруше-

ния требований в области обеспечения безопасности труда, организационный и технический характер предъявляемых требований и т. д.

В целях решения проблем, возникших перед государственными надзорными органами по контролю за безопасностью условий трудовой деятельности работников при реализации риск-ориентированного подхода, необходимо проделать значительную работу в законодательных и нормативно-правовых актах, регламентирующих требования и условия соответствия объекта защиты.

Предусмотреть законодательными актами Российской Федерации, регламентирующими организацию надзорной деятельности, планирование предприятий угольной промышленности по наиболее опасным объектам, расположенным на их территории. Планировать проверки из наихудших возможных условий, произошедших при возникновении опасных производственных факторов [4].

В соответствии с нормативно-правовыми актами Российской Федерации проверки осуществляются органами надзора в выездной форме. Данное ограничивает возможности организаций в части проведения проверки в документарной форме и предоставления документов без выделения дополнительного времени на присутствие при визуальном осмотре объекта защиты. Присутствие при проверках представителей организации отвлекает от основного вида деятельности, наносит материальный ущерб предприятию. Как следствие, необходимо предусмотреть документарные проверки.

Законодательно определена продолжительность проверок с учетом отнесения организаций к малым и средним предприятиям. Срок проведения проверок не может превышать 20 рабочих дней [5]. Правительством Российской Федерации в отношении отдельных видов государственного надзора может быть установлен сокращенный срок проведения проверки в случае, если деятельность юридического лица, индивидуального предпринимателя и используемые ими производственные объекты отнесены к определенной категории риска, определенному классу опасности [6]. Таким образом, законодательством предусмотрено варьирование продолжительности проверок с учетом риск-ориентированного подхода к мероприятиям по проверкам, но подзаконные акты отсутствуют. В настоящее время не приняты требования в части, касающейся порядка сокращения проведения проверок с учетом категории риска объектов.

В целях устранения возникших вышепри-

веденных препятствий при реализации риск-ориентированного подхода по осуществлению государственного надзора за выполнением требований по охране труда, промышленной и пожарной безопасности, необходимо дополнить постановления Правительства Российской Федерации критериями, влияющими на продолжительность проверок [7].

Данные критерии должны быть основаны на выводе об оценке соответствия объекта установленным требованиям в соответствующих сферах деятельности.

Государственные надзорные органы являются не единственной формой подтверждения соответствия объекта, вследствие чего у поднадзорных объектов существует альтернатива выбора других форм подтверждения соответствия без вмешательства государства, т. е. государственным надзорам нет необходимости в использовании всего времени проверки, установленного законодательством, при наличии таких форм оценок, как декларирование или независимая оценка риска.

В данном случае достаточно проведения документарной проверки с минимальными временными затратами, необходимыми лишь на проверку декларации или заключения.

Как мы видим, работа по реализации риск-ориентированного подхода не завершена. Необходимо дальнейшее развитие и применение данной системы для всех видов надзора Российской Федерации. Актуальна разработка дополнительных, доступных для широкого круга работников критериев отнесения объектов к той или иной категории риска. Применение риск-ориентированного подхода должно иметь адресный характер для соответствующего вида государственного надзора.

При обосновании экономического обеспечения охраны труда необходимо выделить особое место анализу такого социально-экономического процесса, происходящего в данной сфере, как распределение прямых трудоохранных затрат при реализации мероприятий улучшающих условия и охрану труда и образование косвенных затрат при несоблюдении требований охраны труда.

Работа во вредных условиях труда на основании ТК РФ предполагает следующие разновидности компенсаций: повышенные тарифные ставки (оклады) и доплаты (статья 147 ТК РФ), дополнительный отпуск (статья 117 ТК РФ), сокращенный рабочий день (статья 92 ТК РФ), бесплатное лечебно-профилактическое питание (статья 222 ТК РФ), бесплатное получение моло-

ка и других равноценных продуктов (статья 222 ТК РФ) [8].

Работникам, пострадавшим от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний возмещение вреда, как правило, осуществляется страховщиком (в рамках обязательного и добровольного социального страхования от несчастных случаев на производстве) в виде различного рода выплат.

Все затраты по охране труда на сегодняшний день можно разделить на два вида: предзатраты и постзатраты. Предзатраты по своей сути являются издержками предотвращения, а постзатраты – материальными потерями, связанными с нарушением требований охраны и безопасности труда [9].

Особого внимания требуют затраты работодателя, возникающие из-за несчастных случаев на производстве. В 1930-х годах Х. В. Хайнрих (H. W. Heinrich) один из пионеров американской промышленной безопасности, в работе «Профилактика промышленных аварий: научный подход» была представлена «теория Айсберга» или «Треугольник», в соответствии с которой, потери организации, разделяются на прямые и косвенные. Показывается взаимосвязь между количеством несчастных случаев, которые приводят к серьезным травмам, незначительным травмам или без травм [10].

Надводная часть потерь айсберга достаточно очевидна и предсказуема, в отличие от подводной части, которая работодателем не осознана и экономическим прогнозам доступна в меньшей мере.

Прямые потери видимые и составляют в данной теории один, против четырех косвенных (1:4). В данной теории в зависимости от информационного источника могут различаться виды потерь. Исходя из современной экономической ситуации в Российской Федерации, данную теорию можно дополнить следующими позициями, относящимися к подводной части айсберга:

- потеря скидки к страховому тарифу или возможности ее получения;

- потеря доверия со стороны стейкхолдеров (государственные контролирующие и надзорные органы; организации, проводящие тендерные заказы – так как документация в области охраны труда, в частности статистика 7Т-травматизм и статистика 1Т - «условия труда», фигурируют в составе тендерной документации; саморегулируемые организации; партнеры по бизнесу);

- потеря сертификата доверия работодателю, полученного в рамках программы «Декла-

рирование деятельности предприятий по реализации трудовых прав работников и работодателей»;

- создание препятствий при получении международного сертификата и признания деятельности организации по стандартам серии OHSAS 18000.

При этом стоит принять во внимание значимый социальный аспект несчастных случаев на производстве – трудовое увечье, инвалидность (возможная утрата трудоспособности), болезни (утрата здоровья), горе в следствии летального исхода работника.

Особые трудовоохранные затраты возникают вследствие административных и уголовных штрафов. В соответствии со статьей 143 Уголовного Кодекса РФ за нарушение трудовоохранного законодательства может быть наложен штраф в размере до четырехсот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до восемнадцати месяцев¹⁰.

Что касается Кодекса об административных правонарушениях РФ (КоАП РФ), в нем статья 5.27 гласит о том, что нарушение трудовоохранного законодательства влечет административный штраф с дифференцированным размером или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток [11].

Новая редакция КоАП РФ, которая вступила в силу 1.0.1.2015 года, демонстрирует статью 5.27.1 с дифференциацией штрафов за нарушение требований охраны труда. Произошло существенное увеличение штрафа для юридического лица. А также приведены наказания за конкретные нарушения требований охраны труда: например, необеспечение работников СИЗ гарантирует штраф должностному лицу в размере от 20 до 30 тысяч рублей, юридическому – от 130 до 150 тысяч рублей.

Причем штраф за допуск к работе необученных лиц в области охраны труда и непрошедших медицинский осмотр подразумевается за каждого такого допущенного работника. За повторное нарушение трудовоохранного законодательства следует увеличение штрафа или дисквалификация, а также дополнительное приостановление деятельности на срок до 90 суток.

В связи с вступившими в силу изменениями работодателю будет крайне не выгодно уплачивать возросшие суммы штрафов так, как затраты становятся существенными в суммарном выражении. За одну проверку государственным инспектором труда организация может получить штраф размером 500 тысяч, один миллион рублей и более.

В конечном итоге все равно придется приводить условия труда в соответствии с государственными нормативными требованиями, исправлять предписания и в связи с этим нести колоссальные потери в двойном размере. Таким образом, в разы повышается экономическая привлекательность организации охраны труда.

Несмотря на обширный аналитический функционал в области оценки и анализа трудовоохранных затрат, на данный момент в российской практике отсутствует методика, позволяющая оценить влияние всех видов таких затрат на состояние охраны труда в организации. Это, в том числе, говорит о несовершенстве имеющихся теоретических и методических представлений об экономическом обеспечении охраны труда.

Автором настоящей статьи предлагается частно-государственное партнерство (ЧГП) между работодателем и государственными органами исполнительной власти. Предлагаемый вариант ЧГП заключается в интеграции экономической деятельности организаций малого предпринимательства с учебно-образовательным процессом государственных вузов, осуществляющих профессиональную подготовку по направлениям Техносферная безопасность, Безопасность жизнедеятельности в техносфере и аналогичные. Способы такой интеграции в сфере развития сектора реального бизнеса демонстрируют особую актуальность.

Целью частно-государственного партнерства является повышение экономической значимости охраны труда в секторе малого бизнеса. Результатом такого партнерства является трехсторонняя практическая выгода: студенты (обучающиеся) получают возможность практико-ориентированного образования, в частности развития особых прикладных компетенций; организации реализуют нормативные требования охраны труда, посредством чего уменьшается вероятность проявления профессионального риска; государство получает высококвалифицированных работников и снижение социально-экономических потерь.

Исполнителем выступает профильный вуз, выпускающий обучающихся по направлению подготовки «Техносферная безопасность», «Безопасность труда», «Безопасность технологических процессов и производств» и профильные кафедры, ведущие предметы, связанные с инженерной безопасностью и безопасностью труда.

Получателем (можно сказать и выгодоприобретателем) такого взаимодействия являются организации сферы малого и микро бизнеса,

имеющие в области безопасности и охраны труда льготы в виде отсроченных проверок государственных контролирующих органов в течение трех лет с момента создания [12].

Таким образом, работодатель может преднамеренно не выполнять требования охраны труда, пожарной безопасности, электробезопасности и т.д., исходя из экономии денежных средств или оппортунистического отношения к сохранению жизни и здоровья работников. Повторимся еще раз: уровень производственного травматизма с летальным исходом в данном секторе экономики на протяжении последних пяти лет, как по стране так и по НСО, превышает практически в два раза показатели такого травматизма в среднем и крупном бизнесе.

К тому же присутствует еще одна проблема - это преднамеренное банкротство или закрытие организации, с дальнейшей его реорганизацией и функционированием. В таком случае и проверке не подвергаются и как следствие с высокой степенью вероятности не обеспечивают государственные нормативные требования безопасности труда. Однако ситуация изменилась с ужесточением законодательства по поводу процедуры банкротства. Поэтому как никогда необходимо в течение первых трех лет существования организации внедрить систему управления охраной труда [13].

В рамках ЧГП участники осуществляют следующие функции:

- заказчик осуществляет материальное обеспечение данного партнерства в виде предоставляемых стипендий исполнителям или материального поощрения по итогам работы; осуществляет прием заявок от получателей такого партнерства или же формирует список организаций, которым необходимо предложить партнерство, по результатам статистической информации или запроса в государственную инспекцию труда региона о фактах регулярных нарушений трудового законодательства конкретными организациями;

- исполнитель посредством формирования студенческих активных групп под руководством опытных специалистов (ведущих преподавателей) осуществляет функцию управления охраной труда, в том числе аутсорсинг при полном отсутствии организации охраны труда или ее аудит с дальнейшими действиями по корректировке состояния охраны труда.

- получатель – подает заявки заказчику или непосредственно исполнителю для осуществления ЧГП в области охраны труда, предоставляет Исполнителю необходимые сведения о

состоянии безопасности и охраны труда, соблюдает требования охраны труда в соответствии с ее правовым обеспечением.

Таким образом, происходит интеграция образовательного процесса с бизнес средой субъекта Федерации. Преимущества такого варианта частно-государственного партнерства очевидны и представлены ниже.

Обеспечиваемые преимущества:

- повышение уровня грамотности и практических навыков студентов, увеличение вероятности их трудоустройства по профессиональному направлению;

- повышение привлекательности высших учебных заведений, реализующих частно-государственное партнерство, для абитуриентов;

- повышение уровня правовой и экономической грамотности работодателей и снижение случаев проявления трудового оппортунизма в отношении охраны труда;

- обеспечение выполнения требований охраны труда в секторе малого предпринимательства;

- снижение уровня профессиональных заболеваний и травматизма на производстве;

- обеспечение профессионального риска на приемлемом уровне в соответствии с требованиями программы Нулевого травматизма;

- повышение социально-экономической привлекательности охраны труда;

- продвижение культуры безопасного труда и безопасной производственной деятельности, непрерывная пропаганда трудоохранной культуры и принципов;

- повышение эффективности экономической деятельности организаций и снижение трансакционных издержек оппортунистического поведения;

- обеспечение непрерывного роста производительности труда за счет улучшения состояния условий и охраны труда, в том числе внедрения методов бережливого производства или эргономических программ;

- ожидается снижение потерь фонда рабочего времени, за счет снижения показателей травматизма и профзаболеваемости;

- снижение вероятности сокрытия несчастных случаев на производстве;

- уменьшение вынужденных затрат у работодателя, связанных с дополнительными взносами в ПФ РФ, в ФСС РФ, доплатами за вредные условия труда, при проведении СОУТ;

- уменьшение вероятности возникновения ранней инвалидности и сокращение связанного с ней Пенсионного обеспечения,

- снижение затрат ФСС РФ, связанных с несчастными случаями и профессиональными заболеваниями;

- улучшение качества трудовой жизни населения, работающего в сфере малого и микро бизнеса;

- снижение потерь ВВП страны.

Повышение уровня конкурентоспособности будущих специалистов
Повышение бизнес-привлекательности и эффективности вузов
Снижение транзакционных издержек организаций
Снижение транзакционных издержек государства.
Рост высоко квалифицированных кадров.

Исходя из обеспечиваемых преимуществ,

можно сделать вывод о выгоде данного партнерства для всех его участников. Неоспоримым фактом является то, что ЧГП в таком виде способствует популяризации культуры безопасности и охраны труда, усиливает пропаганду безопасных условий труда и ценности жизни и здоровья работающего населения. Особо экономически выгодным преимуществом ЧГП для работодателей является снижение вынужденных затрат, в том числе и транзакционных издержек, связанных с обеспечением охраны труда, соответственно следует ожидать и снижение транзакционных издержек на уровне государства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бесперстов Д.А., Попова Е.А., Туманова Т.А., Попова С.К., Сайбель С.Ю. Препятствия при реализации риск-ориентированного подхода в деятельности федерального государственного пожарного надзора // Проблемы техносферной безопасности – 2017: Материалы VI-й международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 32.
2. О федеральном государственном пожарном надзоре: Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290
3. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 29.07.2017). – М.: Собрание законодательства РФ. - 1994. – № 35 – Ч. 1. – Ст. 3649.
4. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности: Приказ МЧС России от 30.11.2016 № 644
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 22.02.2017).
6. Об утверждении перечня видов деятельности в сфере здравоохранения, сфере образования и социальной сфере, осуществляемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, в отношении которых плановые проверки проводятся с установленной периодичностью: Постановление Правительства РФ от 23.11.2009 № 944.
7. Бесперстов Д.А., Попова Е.А., Туманова Т.А., Попова С.К., Сайбель С.Ю. Препятствия при реализации риск-ориентированного подхода в деятельности федерального государственного пожарного надзора // Проблемы техносферной безопасности – 2017: Материалы VI-й международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 43.
8. Трудовой кодекс РФ (ТК РФ) от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. 11.10.2018)
9. Хайруллина, Л.И. Экономические механизмы мероприятий по улучшению условий труда / Л.И. Хайруллина, В.С. Гасилов// *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 11-1. – С. 208-212.
10. Martin Anderson, Michael Denki «The Heinrich Accident Triangle - Too Simplistic A Model For HSE Management in The 21st Century?» Society of Petroleum Engineers//SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, 12-14 April, Rio de Janeiro, Brazil, 2010 ISBN 978-1-55563-286-1
11. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях. От 30.12.2001 N 195-ФЗ
12. Федеральный закон № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) муниципального надзора»
13. Усикова О.В. Развитие принципа «частно-государственное партнерство» в области охраны труда /// О.В. Усикова / *Безопасность и охрана труда*. 2018. № 2 .- С. 19-21

REFERENCES

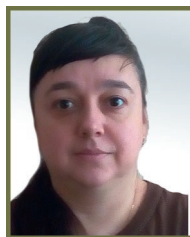
1. Besperstov, D. A., Panova, E. A., Tumanova, T. A., Popova, S. K., & Saybel', S. J. (n.d.). Obstacles to the implementation of a risk-based approach in the activities of the federal state fire supervision. *Problems of Technosphere Safety - 2017: Materials of the VIth International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists*. Moscow.:

- Akademiya GPS MCHS Rossii. [In Russian]
2. O federal'nom gosudarstvennom pozharom nadzore: Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 12.04.2012 № 290 [On the Federal State Fire Supervision: Resolution of the Government of the Russian Federation of 12.04.2012 No. 290] (2012). [In Russian]
 3. O pozharoy bezopasnosti: Federal'nyy zakon ot 21.12.1994 № 69-FZ (s izm. i dop., vstup. v silu s 29.07.2017). [On fire safety: Federal Law dated 21.12.1994 No. 69-ФЗ (as amended and added, entered into force on July 29, 2017). (1994). (35, Ch 1) Moscow.: Sobraniye zakonodatel'stva RF. [In Russian].
 4. Ob utverzhdenii Administrativnogo reglamenta Ministerstva Rossiyskoy Federatsii po delam grazhdanskoy oborony, chrezvychaynym situatsiyam i likvidatsii posledstviy stikhiynykh bedstviy ispolneniya gosudarstvennoy funktsii po nadzoru za vypolneniyem trebovaniy pozharoy bezopasnosti: Prikaz MCHS Rossii ot 30.11.2016 № 644 [On approval of the Administrative Regulations of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of the Consequences of Natural Disasters in the performance of the state function to supervise the fulfillment of fire safety requirements: Order of the Russian Emergencies Ministry of 30.11.2016 No. 644]. (2016). [In Russian].
 5. O zashchite prav yuridicheskikh lits i individual'nykh predprinimateley pri osushchestvlenii gosudarstvennogo kontrolya (nadzora) i munitsipal'nogo kontrolya: Feder. zakon ot 26.12.2008 № 294-FZ (red. Ot 22.02.2017) [On the protection of the rights of legal entities and individual entrepreneurs in the implementation of state control (supervision) and municipal control: Feder. Law of December 26, 2008 No. 294-FZ (as amended on February 22, 2017)]. (2017). [In Russian].
 6. Ob utverzhdenii perechnya vidov deyatel'nosti v sfere zdavookhraneniya, sfere obrazovaniya i sotsial'noy sfere, osushchestvlyayemykh yuridicheskimi litsami i individual'nymi predprinimateleyami, v otnoshenii kotorykh planovyye proverki provodyatsya s ustanovlennoy periodichnost'yu: Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 23.11.2009 № 944 [On approval of the list of activities in the field of healthcare, education and social sphere, carried out by legal entities and individual entrepreneurs, for which scheduled inspections are carried out with an established frequency: Resolution of the Government of the Russian Federation of 23.11.2009 No. 944]. (2009). [In Russian].
 7. Bepersotv, D.A., Popova, E.A., Tumanova T.A., Popova, S.K., Syabel, S.Ju. (2017). Obstacles to the implementation of a risk-based approach in the activities of the federal state fire supervision. Problems of Technosphere Safety - 2017: Materials of the VIth International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists. Moscow.: Akademiya GPS MCHS Rossii. [In Russian]
 8. Labor Code of the Russian Federation (Labor Code of the Russian Federation) of December 30, 2001 No. 197-ФЗ (rev. October 11, 2018). (2018). [In Russian]
 9. Hayrullina, L.I. (2015). Ekonomicheskiye mekhanizmy meropriyatiy po uluchsheniyu usloviy truda [Economic mechanisms for improving working conditions]. *Fundamental'nyye issledovaniya - Basic research*, 11-1. 208-212.
 10. Martin Anderson, Michael Denkl «The Heinrich Accident Triangle - Too Simplistic A Model For HSE Management in The 21st Century?» Society of Petroleum Engineers//SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, 12-14 April, Rio de Janeiro, Brazil, 2010 ISBN 978-1-55563-286-1
 11. Kodeks Rossiyskoy Federatsii ob administrativnykh pravonarusheniyakh. Ot 30.12.2001 N 195-FZ [Code of the Russian Federation on administrative offenses. From 30.12.2001 N 195-FZ]. (2001). [In Russian].
 12. Federal'nyy zakon № 294-FZ «O zashchite prav yuridicheskikh lits i individual'nykh predprinimateley pri osushchestvlenii gosudarstvennogo kontrolya (nadzora) munitsipal'nogo nadzora» [Federal Law No. 294-ФЗ "On the Protection of the Rights of Legal Entities and Individual Entrepreneurs in the Implementation of State Control (Supervision) of Municipal Supervision"] (n.d.). [In Russian].
 13. Usikova, O.V. (2018). Razvitiye printsipa «chastno-gosudarstvennoye partnerstvo» v oblasti okhrany truda [Development of the principle of "public-private partnership" in the field of labor protection]. *Bezopasnost' i okhrana truda - Safety and labor protection*, 2 . 19-21. [In Russian]



А.Н. Кроль // A.N. Krol'
anna.krol.79@mail.ru

канд.техн.наук, доцент ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47
candidate of technical sciences, associate professor of FGBOU VO "Kemerovo State University", 650056, Kemerovo, Boulevard Stroiteley, 47



В.В. Романова // V.V. Romanova
romvvaer@mail.ru

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47
candidate of technical sciences, associate professor of FGBOU VO "Kemerovo State University", 650056, Kemerovo, Boulevard Stroiteley, 47.



О.А. Сергеев // O.A. Sergeev

технический директор АО «НИИГД», 650002, Россия, г. Кемерово, пр-т Шахтеров, 14
technical director of AO "NIIGD", 14, Shakhterov Av., Kemerovo, 650002, Russia



Е.А. Попова // Ye.A. Popova

канд.техн.наук, доцент ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47
candidate of technical sciences, associate professor of FGBOU VO "Kemerovo State University", 650056, Kemerovo, Boulevard Stroiteley, 47



А.В. Сачков // A.V. Sachkov

начальник проектного отдела АО «НИИГД», 650002, Россия, Кемерово, пр-т Шахтеров, 14
project department head of AO "NIIGD", 650002, Russia, Kemerovo, Prospekt Shakhterov, 14



Р.В.Котляров // R.V. Kotlyrov

канд.техн.наук, доцент ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47
candidate of technical sciences, associate professor of FGBOU VO "Kemerovo State University", 650056, Kemerovo, Boulevard Stroiteley, 47

УДК 331.456

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ «СИСТЕМЫ - 112», КАК ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИЩЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

PERFECTION OF TECHNICAL SUPPORT OF "SYSTEM-112" OPERATORS, AS A WAY TO IMPROVE THE SAFETY AND SECURITY OF THE POPULATION OF RUSSIA

В статье рассматривается вопрос повышения эффективности механизма реагирования на возникающие угрозы природного, техногенного и социального характера, влияющие на безопасность жизни населения и стабильное социально-экономическое развитие страны. Предложены меры по совершенствованию функционирования «Системы - 112», направленные на формирование единого информационного пространства. Единое информационное пространство позволяет устанавливать информационный обмен оперативными данными между «Системой - 112» и ведомственными автоматическими системами информирования. Применение модернизированной «Системы - 112» в различных муниципальных образованиях (категорированных и некатегорированных городах, муниципальных районах) значительно повысит уровень безопасности населения.

The article discusses the issue of improving the efficiency of the response mechanism to emerging threats of a natural, man-made and social nature that affect the safety of people's lives and the stable socio-economic development of the country. Proposed measures to improve the functioning of "System - 112", aimed at the formation of a single information space. A single information space allows you to set the information exchange of operational data between the "System - 112" and departmental automatic information systems. The use of the modernized "System - 112" in various municipalities (categorized and uncategorized cities, municipal districts) will significantly increase the level of public safety.

Ключевые слова: ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ, «СИСТЕМА - 112», ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СЛУЖБА, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ ПОДСИСТЕМА, ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДСИСТЕМА, ПОДСИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Key words: EMERGENCY SITUATION, "SYSTEM - 112", DUTY AND DISPATCH SERVICE, TELECOMMUNICATIONS SUBSYSTEM, GEO-INFORMATION SUBSYSTEM, INFORMATION SECURITY SUBSYSTEM

Список сокращений: МЧС России – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий; ЧС – чрезвычайная ситуация; РСЧС – Единая государственная (Российская) система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; РЦ МЧС – региональный центр МЧС РФ; КЧС – комиссия по чрезвычайным ситуациям; ЕДДС – единые дежурно-диспетчерские службы; ФЦП – Федеральная целевая программа; «ЭРА-ГЛОНАСС» – Российская государственная система экстренного реагирования при авариях; РИВП – распределенная информационно-вычислительная платформа; РЦОВ – резервный центр обработки вызовов «Системы-112»; «Система-112» – система обеспечения вызова оперативных служб по единому номеру «112» субъекта Российской Федерации; СПО – специальное программное обеспечение; ЦОВ-АЦ – центр обработки вызовов «Системы-112», развернутый на базе единой дежурно-диспетчерской службы административного центра субъекта Российской Федерации; ЦОВ-ЕДДС – центр приема и обработки вызовов «Системы-112», развернутый на базе единой дежурно-диспетчерской службы муниципального образования субъекта Российской Федерации; ЦУКС – Центр управления кризисными ситуациями; ГИС – географическая информационная система.

В результате чрезвычайных ситуаций в нашей стране ежегодно гибнут около 70 тысяч человек (с учетом дорожно-транспортных происшествий) и разрушаются более 300 ценных объектов природного и культурного наследия. Ежегодный экономический ущерб от чрезвычайных ситуаций составляет около 3 процентов объема валового внутреннего продукта.

Организация и проведение мероприятий в области защиты от чрезвычайных ситуаций (ЧС) является сложным, разносторонним делом, требующим наличие квалификационных работников и управленческих структур [1].

Забота о жизни и здоровье граждан, сохранности имущества, обеспечении личной и общественной безопасности, а также необходимость противодействия угрозам техногенного, природного характера и актам терроризма требуют развития механизма быстрого реагирования на угрозы. Повышение безопасности и защищенности населения и критически важных объектов от указанных угроз является одной из важнейших задач для обеспечения национальной безопасности и стабильного социально-экономического развития Российской Федерации. Одним из методов решения этой проблемы является создание единых дежурно-диспетчерских служб города (ЕДДС) и специальных служб, обеспечивающих оперативную помощь населению.

На федеральном уровне в качестве органа повседневного управления РСЧС действует Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России. В субъектах такими органами являются региональные центры управления в кризисных ситуациях и единые дежурно-

но-диспетчерские службы (ЕДДС), на основе которых и внедряется система обеспечения вызова населением экстренных оперативных служб по единому номеру «112». Именно эта система оповещает и информирует муниципальные руководства и население в случае возникновения какой-либо угрозы, организует взаимодействие с дежурными диспетчерами экстренных оперативных служб и организаций [2].

Для выполнения указанных задач необходимо единое информационное пространство, позволяющее устанавливать обмен оперативными данными между «Системой -112» и ведомственными автоматическими системами информирования, то есть осуществлять информационное взаимодействие. Информационное пространство не может ограничиваться только муниципальным уровнем, а повышение эффективности управления в оперативном масштабе времени невозможно достигнуть наличием разрозненных диспетчерских служб, пусть и объединяющих дежурные силы на уровне муниципальных районов, но в целом по региону (субъекту РФ) не связанных друг с другом.

По данным Минкомсвязи «Система -112» введена в постоянную эксплуатацию в 11 субъектах РФ: Воронежской, Калужской, Курской, Московской, Новосибирской и Тульской областях, Республиках Коми и Татарстан, Санкт-Петербурге, Хабаровском крае и Ханты-Мансийском автономном округе. Опытная эксплуатация системы ведется на территории более 30 субъектов РФ. До конца 2018 года «Систему-112» планируется запустить во всех регионах России в соответствии с федеральной целевой программой (ФЦП) «Создание системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по

единому номеру «112» в Российской Федерации на 2013–2018 годы». Заказчиком-координатором ФЦП является МЧС России.

Реализация программы предполагает снижение уровня смертности и числа пострадавших при происшествиях и чрезвычайных ситуациях, обеспечение роста безопасности и благополучия граждан Российской Федерации. Для достижения указанных целей в программе определены следующие задачи:

- разработать научно-методическое обеспечение создания и функционирования «Системы-112»;
- создать телекоммуникационную инфраструктуру «Системы-112»;
- создать информационно-техническую инфраструктуру «Системы-112»;
- дооснастить станции скорой медицинской помощи современными автоматизированными системами обмена информацией, обработки вызовов и управления мобильными бригадами скорой медицинской помощи;
- создать систему обучения персонала «Системы-112» и обеспечить информирование населения.

Исходя из поставленных задач для организации полноценной работы «Системы -112» необходимо обеспечить информационное взаимодействие органов повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в том числе единых дежурно-диспетчерских служб, а также дежурно-диспетчерских служб экстренных оперативных служб, перечень которых определяется Правительством Российской Федерации, включая службу пожарной охраны, службу реагирования в чрезвычайных ситуациях, службу

полиции, службу скорой медицинской помощи, аварийную службу газовой сети и службу «Анти-террор» в единую систему.

Повыполняемым функциям «Систему-112» можно разделить на следующие подсистемы:

- телекоммуникационная подсистема, обеспечивающая прохождение вызовов (сообщений о происшествиях), от пользователей (абонентов) сетей в «Систему-112», а также прохождение вызова в дежурно-диспетчерские службы соответствующих экстренных оперативных служб;
- информационно-коммуникационная подсистема, обеспечивающая хранение и актуализацию баз данных;
- подсистема консультативного обслуживания, предназначенная для оказания информационно-справочной помощи;
- геоинформационная подсистема, отображающая на основе электронных карт природно-географические, социально-демографические, экономические и другие характеристики территории, местонахождение лица, обратившегося по номеру «112»;
- подсистема мониторинга, предназначенная для приема и обработки информации и сигналов, поступающих от датчиков, при авариях «ЭРА-ГЛОНАСС» и терминалов ГЛОНАСС/GPS, установленных на транспортных средствах экстренных оперативных служб;
- подсистема обеспечения информационной безопасности, предназначенная для защиты информации и средств ее обработки в «Системе-112» [3].

Схема функционирования структуры «Системы – 112» приведена на рис. 1.

Главной проблемой на современном этапе развития «Системы-112» является вопрос

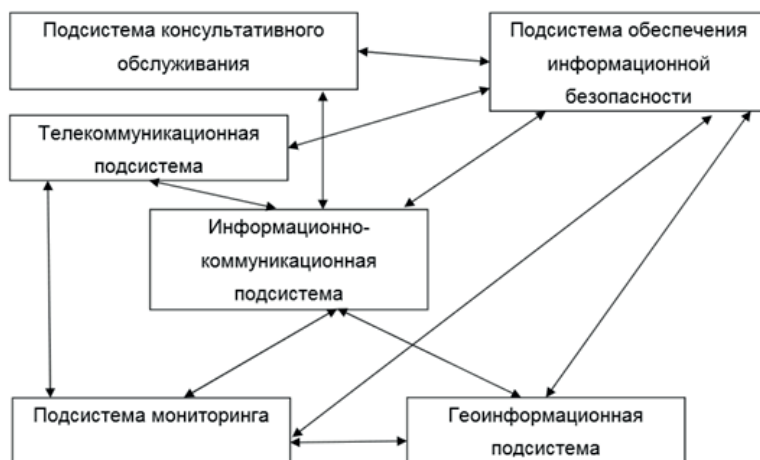


Рисунок 1 – Схема функционирования структуры «Системы – 112»
 Figure 1 - Scheme of functioning of the structure of "System - 112"

по регулированию взаимодействия сетей общего пользования при обработке вызовов, поступающих в Службу по единому номеру «112».

Для удобной и эффективной работы операторов (диспетчеров) «Системы-112» большое значение имеет наличие развитых геоинформационных сервисов, предоставляемых геоинформационной подсистемой.

Геоинформационная подсистема должна обеспечивать отображение:

- природно-географических, социально-демографических, экономических и других характеристик территории субъекта РФ;
- местонахождения лица (или абонентского устройства), обратившегося по номеру «112», в том числе зоны (сектора) при неточном позиционировании;
- места возникновения происшествия или ЧС;
- мест расположения ЦОВ-АЦ, РЦОВ, ЦОВ-ЕДДС, а также объектов, сил и средств подчинения ДДС и регионального ЦУКС МЧС России;
- мест расположения потенциально опасных и критически важных объектов; маршрутов движения между заданными объектами (после автоматической прокладки по графу дорог с использованием информации о пробках, если такая информации доступна);
- навигационной информации о составе и

местонахождении, истории перемещения сил и средств реагирования (при наличии технических возможностей использования технологий ГЛОНАСС/GPS).

В геоинформационной подсистеме должен быть предусмотрен механизм регулярного обновления электронных карт подсистемы для обеспечения актуальности картографической информации. Подсистема должна иметь механизмы взаимодействия с уже имеющимися геоинформационными системами ДДС, в том числе обеспечивать поддержку основных стандартов форматов используемых карт [4].

Фактически на данном этапе функции геоинформационной подсистемы не реализованы из-за отсутствия возможности технического обеспечения получения данных (так как не в полной мере реализованы функции телекоммуникационной подсистемы) [3].

Программное обеспечение от «ПРОТЕЙ» Ленинградского научно-исследовательского института (ООО «НТЦ Протей») дает возможность взаимодействия с ГИС различных производителей. Пример интеграции системы с ГИС приводится на рис. 2. При поступлении вызова с телефонного номера фиксированной сети осуществляется подсвечивание на электронной карте города дома/объекта, в котором установлен телефон, с которого осуществляется вызов.

Интеграция «Системы – 112» с ГИС предоставляет мощное средство по координирова-

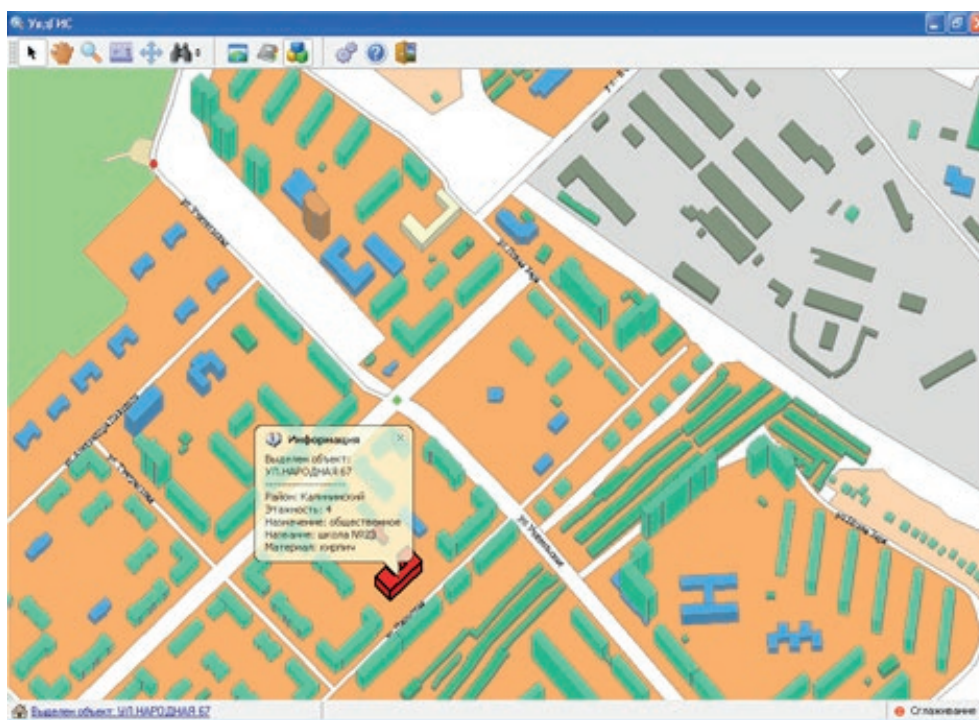


Рисунок 2 – Пример интеграции с географической информационной системой (ГИС)
Figure 2 - An example of integration with a geographic information system (GIS)

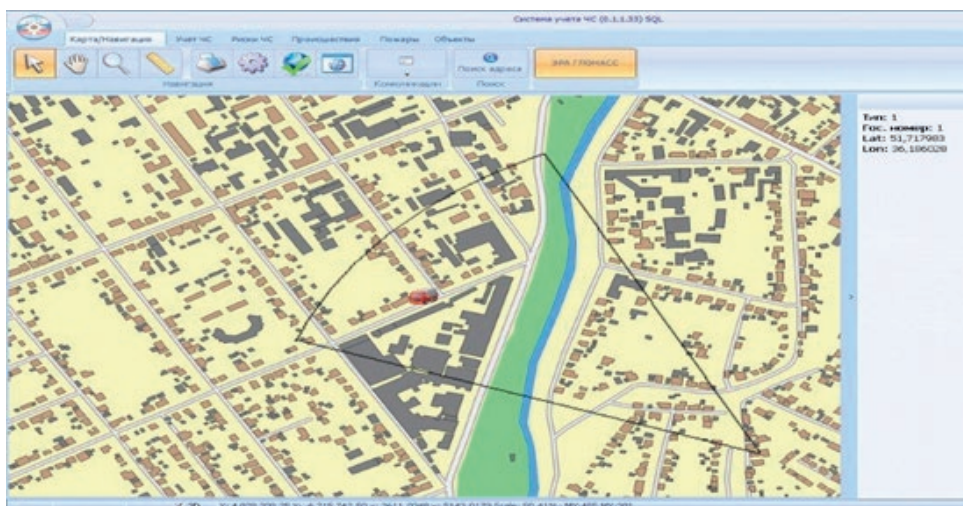


Рисунок 3 - Определение местоположения мобильного абонента
Figure 3 - Determining the location of a mobile subscriber

нию действий экстренных оперативных служб, возможность охвата и наблюдения за большой площадью, прогнозирования развития событий, анализа ситуации и оперативного принятия решения. Определение местоположения мобильных абонентов. Все большая доля обращений в экстренные службы поступает с мобильных терминалов, что по-новому ставит вопрос идентификации и локализации вызывающего абонента.

В программном комплексе ПРОТЕЙ предусмотрена специальная подсистема определения местоположения абонентов ПРОТЕЙ-LBSE (рис. 3), которая подключается к сетям операторов мобильной связи и обеспечивает выдачу на рабочее место оператора и на электронную карту по запросу информации о номере соты, в которой находится вызывающий абонент. На основании информации о географических центрах сот и азимутах секторов осуществляется отображение на карте сектора, в котором находится вызывающий абонент. Такой подход также улучшает процесс поиска потерявшихся людей в лесной местности. Формирование отчетов и сбор статистики является неотъемлемой частью любой ЕДДС 112. Благодаря грамотно сформулированным отчетам и диаграммам, можно проанализировать работу ДДС, оператора или группы. Используя накопленный материал, можно максимально точно спрогнозировать дальнейшее развитие обстановки, а также оценить эффективность работы операторов и обслуживающего персонала «Системы - 112».

Для решения этих задач в «Системе-112» от ПК ПРОТЕЙ предусмотрена мощная система формирования отчетов и сбора статистической информации. Она позволяет в удобной форме представить интересующую информацию и использовать ее для контроля работы

«Системы-112», анализа и прогнозирования ситуаций.

В системе предусмотрено формирование, хранение обширной статистической и эксплуатационной информации, а также возможность генерации отчетов реального времени и хронологических долгосрочных отчетов.

Информацию, накапливаемую в системе, можно разделить на информацию, накапливаемую в базе данных по каждому конкретному обращению на службу вызывающему абоненту и информацию, накапливаемую в процессе учета вызовов.

В системе предусмотрена возможность генерации отчетов (по согласованию с заказчиком). Возможен сбор разнообразной статистической информации по конкретному вызывающему, например:

- номер вызывающего абонента;
- характер предыдущих запросов;
- дата первого обращения и т.д.

Система позволяет формировать отчет в текстовом виде.

Кроме того, имеется возможность формирования диаграмм по различным типам происшествий.

Авторами предлагается следующая форма отчета, представленная на рис. 4, для осуществления сбора различной статистической информации поступающей в «Систему – 112»

В результате предложенных мероприятий по усовершенствованию технического обеспечения операторов «Системы – 112», формирования регламента информационного взаимодействия между ЭОС муниципальной ГО и создания таблиц отчетности ожидаются следующие положительные эффекты от работы «Системы-112» по субъекту РФ:

Дата	01.январь	02.январь	03.январь	04.январь	05.январь	31.январь	Всего за январь
3								
4	наличие погибших							0
5	наличие							0
6	наличие погибших							0
7	наличие							0
8	наличие погибших							0
9	наличие							0
10	наличие погибших							0
11	наличие							0
12	наличие погибших							0
13	наличие							0
14	наличие погибших							0
15	наличие							0
16	наличие погибших							0
17	наличие							0
18	наличие погибших							0
19	наличие							0
20	наличие погибших							0
21	наличие							0
22	наличие погибших							0
23	наличие							0
24	наличие погибших							0
25	наличие							0
26	наличие погибших							0
27	наличие							0
28	Оказание консультации							
29								
30	Информационное сообщение							
31								
32	Ложный вызов							
33								

Рисунок 4 - Форма отчёта статистической информации, поступающей в «Систему – 112»
Figure 4 - The form of the report of statistical information received in the "System - 112"

1) Режим «Одного окна» снимет с населения задачу самостоятельно решать, какая аварийная служба нужна для ликвидации последствий происшествия, перекладывая данную обязанность на квалифицированного специалиста (оператора -112), в руках которого имеется высоко организационно и технически обеспеченная «Система-112».

2) «Система-112» позволит существенно расширить оперативность доступа к ряду служб, телефонные номера которых могут быть неизвестно населению;

3) Значительно повысится качество работы операторов – «112» и диспетчеров ДДС за счет дополнительной подготовки, что снизит вероятность допущения ошибки при обслуживании населения (снижение безвозвратных потерь населения, степени вреда здоровью, размера экономического ущерба).

4) Снизятся трудозатраты на проведение статистических и аналитических расчетов за счет перехода на автоматизированное формирование отчетности средствами «Системы-112».

5) Внедрение ПК Протей инициирует применение новых средств связи и автоматизации для информационного обмена и поддержки принятия решения при ликвидации происшествий, ЧС и т.п. (в частности, спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS).

6) Подписание регламента о координирующем и информационном взаимодействии активизирует привлечение органов власти к вопро-

сам, связанным с обеспечением безопасности населения и защиты материальных ценностей на территории муниципальных образований.

7) Подписание регламента инициирует улучшение нормативного регулирования алгоритмов реагирования и информационного обеспечения принятия решений в случаях, требующих комплексного привлечения и координации взаимодействия сил и средств РСЧС на территории муниципальных образований при ликвидации происшествий, ЧС и т.п.

8) Внедрение ПО Протей – GPS ГЛОНАСС позволит контролировать показатель обитаемости бригады скорой медицинской помощи пациентом.

9) «Система-112» обеспечит гармонизацию способа вызова экстренных оперативных служб по муниципальному округу с законодательством Российской Федерации.

Применения «Системы - 112» на информационной платформе геоинформационных сервисов объединит и скоординирует различные службы, оказывающие экстренную помощь населению, повысит эффективность работы операторов благодаря удобному отображению данных, также становится возможным поиск и анализ полученной информации, позволяет автоматизировать сбор, анализ и передачу информации о происшествиях.

Надежность передачи информации о происшествиях повышается благодаря регистрации вызовов в системе, автоматическому восстанов-

лению прерванных соединений, определению местоположения абонента; позвонившие могут получить психологическую помощь или передать информацию о происшествии на иностранном языке. Автоматизируется прием и регистрация информации о происшествиях (например, автоматически заполняется информация о телефонном номере абонента, координаты точки вызова; ведется запись разговора с абонентом). Взаимодействие экстренных служб становится более

эффективным благодаря доступу к единой базе по происшествиям. Наличие общей базы происшествий дает дополнительные возможности оценки и анализа текущей ситуации в регионе.

Новые организационно-технические меры позволяют достичь основной цели «Системы-112» — обеспечение качественной и быстрой помощи населению при возникновении экстренных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68 [принят Государственной Думой 11.11.1994 г., одобрен Советом Федерации 24.12.1994].- (Актуальный закон).: Москва: 1994.-234с.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2003г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». [Текст]. – Введён 30.12.2003.: Москва, 2003 г. – 17с.
3. «Методические рекомендации по проведению государственных испытаний «Системы–112» субъектов РФ» Согласовано Минком связью России, МЧС России 14.12.2015г. № 2-4-87-54-33 [Электронный ресурс] <http://legalacts.ru/doc/> (дата обращения 24.10.2018)

REFERENCES

1. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. O zashchite naseleniya i territoriy ot CHC prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera: Federal'nyy zakon ot 21.12.1994 № 68. [Russian Federation. Laws. On the protection of the population and territories from natural and man-made emergency situations: Federal Law of December 21, 1994 No. 68]. (1994). Moscow. [In Russian]
2. Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 30.12.2003g. № 794 «O yedinoy gosudarstvennoy sisteme preduprezhdeniya i likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy» [Resolution of the Government of the Russian Federation of December 30, 2003. № 794 "On the unified state system of warning and liquidation of emergency situations".].(2003). Moscow. In Russian.
3. Methodical recommendations on conducting state tests of the "System-112" of the subjects of the Russian Federation "Agreed by the Ministry of Communications and the Ministry of Emergency Situations of Russia on 12/14/2015 No. 2-4-87-54-33. (2015, October 24). Retrieved from <http://legalacts.ru/doc/> [In Russian]

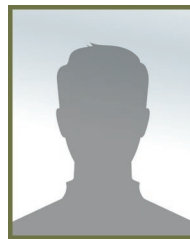
V. ПЕРВЫЕ НАУЧНЫЕ ОЧЕРКИ

V. FIRST SCIENTIFIC ESSAYS



А.П. Пашнин // A.P. Pashnin
Artemiy89@hotmail.com

ведущий конструктор ООО «Горный-ЦОТ», Россия, 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1
lead designer of "Gorniy-TSOT" Ltd, 1, Sosnoviy bulvar, Kemerovo, 650002, Russia



К.О. Сергеев // K.O. Sergeev

инженер-проектировщик ООО "ВостЭКО", Россия, 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1
design engineer "VostECO" Ltd, 1, Sosnoviy bulvar, Kemerovo, 650002, Russia



Ю.И. Переводчиков // Yu.I. Perevodchikov

заведующий лабораторией ООО "ВостЭКО", Россия, 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1
head of laboratory of "VostECO" Ltd, 1, Sosnoviy bulvar, Kemerovo, 650002, Russia

УДК 622.817

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРИБОРОВ ТИПА "ПКП" ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ОСЛАНЦЕВАНИЯ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

PRACTICE OF USING "PKP" TYPE DEVICES FOR DETERMINING THE QUALITY OF ROCK DUSTING IN COAL MINES

Более 15 лет на угольных предприятиях применяются приборы типа «ПКП». За это время было выпущено практически полторы тысячи приборов данного типа и накопился огромный опыт эксплуатации этих устройств, позволяющий заявлять о их весомом вкладе в повышение безопасности ведения горных работ. Но и эволюция «ПКП» не стоит на месте. Приборы стали эргономичнее за счет увеличения времени непрерывной работы, улучшения удобства эксплуатации и обслуживания путем применения современной элементной базы и продуманных конструктивных решений. И вот уже три поколения «ПКП» несут службу в горных выработках, помогая содержать их в надлежащем состоянии посредством оперативного контроля качества осланцевания, не допуская снижения зольности угольной пыли ниже безопасных значений.

В данной статье описываются: осланцевание, как вид борьбы с пылеотложением, характеристики, состав, правила пользования и хранения приборов типа "ПКП". На примере прибора ПКП-3 рассматриваются метрологические характеристики, основные неисправности и правила обслуживания.

For more than 15 years, coal-based enterprises have used PKP devices. During this time, almost one and a half thousand instruments of this type were released and an enormous experience of operating these devices was accumulated, making it possible to declare their significant contribution to improving the safety of mining operations. But the evolution of "PKP" does not stand still. Devices have become more ergonomic by increasing the time of continuous work, improving the ease of operation and maintenance through the use of modern components and well-thought-out design solutions. And now, three generations of PKP are serving in the mine workings, helping to maintain them in proper condition through the operational quality control of the rock dusting, avoiding a decrease in the ash content of coal dust below safe values.

This article describes: ossification, as a type of anti-dusting, characteristics, composition, use and storage of instruments of the type "control panel". Using the PKP-3 device as an example, the metrological characteristics, main faults and maintenance rules are considered.

Ключевые слова: ПЫЛЕВЗРЫВОЗАЩИТА, ОСЛАНЦЕВАНИЕ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА, ПКП, ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ, ПРАВИЛА ПОЛЬЗОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ,

ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ, ПОВЕРКА.

Key words: DUST EXPLOSION PROTECTION, ROCK DUSTING, QUALITY ASSESSMENT, PKP, MEASUREMENT ERROR, RULES OF USE AND STORAGE, MAINTENANCE, CHARACTERISTIC MALFUNCTIONS, VERIFICATION.

Осланцевание - один из видов мероприятий по борьбе с воспламенением пыли, входящих в комплекс пылевзрывозащиты, осуществляемых в сухих горных выработках и в выработках с отрицательной температурой боковых пород, где применение гидропылевзрывозащиты нецелесообразно или невозможно. Процесс заключается в искусственном увеличении зольности взрывчатой пыли, оседающей в подземных горных выработках, путем добавления к ней (нанесения на неё) инертной (негорючей) сланцевой пыли. [1]

Контроль качества осланцевания осуществляется ежедневно визуально, а также не реже одного раза в квартал, путем отбора и анализа контрольных проб пыли в осланцеванной выработке различными лабораторными методами. Параметры взрывоопасности пыли (нижние пределы взрываемости отложившейся угольной пыли и норма осланцевания) определяются для каждого вновь вводимого в разработку шахтопласта или рудного тела, а для разрабатываемых угольных пластов с выходом летучих веществ менее 15% (кроме антрацитов) - ежегодно. [4] При этом визуальный осмотр не обладает достаточной достоверностью, а проведение лабораторных испытаний не является оперативным методом.

Применение приборов типа "ПКП" предоставляет возможность произвести оценку качества осланцевания непосредственно при получении образца пыли, а длительность непрерывной работы переносного взрывозащищенного (PO Exial) прибора позволяет с достаточной частотой контролировать состояние обработанных участков (вплоть до проведения ежедневных проверок). Процедура включает отбор проб отложившейся пыли с последующим определением содержания количества инертной пыли в образце.

Принцип работы прибора заключается в измерении объема углекислого газа, выделившегося из сменной колбы с реактивом, в которую была помещена проба в пробоотборнике. [3] Показания расходомера, определяющего объем газа за фиксированный промежуток времени, соотносятся с линейной или полиномиальной математической функцией, заданной при калибровке прибора. Результат измерения отобража-

ется на дисплее прибора в процентах содержания инертной пыли в пробе.

Прибор комплектуется кистью и подложкой для получения пробы с борта, набором колб с реактивом и пробоотборниками, изделиями для переноски (сумка и пояс), а также средствами для обслуживания (зарядное устройство, влагопоглотитель, ерш для колб, салфетка, фильтры). Для наполнения колб фиксированным количеством реактива имеется мерная пробирка. В комплект документации входят сертификаты и руководство по эксплуатации. Прибор поставляется в кейсе, а колбы в ящике. Дополнительный реактив разливается в пластиковые канистры.

Прибор имеет кнопки "Пит" и "Пуск". Включение прибора производится нажатием на кнопку "Пит", после чего выполняется самодиагностика и переход в режим готовности к измерению. Для осуществления оценки качества осланцевания в подложку кистью собирается отложившаяся на исследуемой поверхности пыль и заполняется в пробоотборник. Затем пробоотборник помещается в колбу с реактивом. Колба, в свою очередь, герметично присоединяется к пробке прибора. После этого, нажатием кнопки "Пуск", запускается процесс измерения, продолжающийся 10 минут. На дисплее отображается время до завершения оценки, по окончании которой, появление результата на дисплее сопровождается звуковым сигналом. В процессе измерения прибор должен располагаться вертикально.

Особенностью использования приборов типа "ПКП" является необходимость произведения первичного измерения после включения прибора, для заполнения измерительной камеры углекислым газом. Результаты первичного измерения, при этом, во внимание не принимаются.

Для достижения высокой достоверности результатов рекомендуется производить два измерения из одной пробы пыли, а действительным принимать большее значение. Обусловлено это возможностью неполного растворения пыли из-за неравномерного спрессовывания пробы в пробоотборнике.

Пределы допускаемой приведенной погрешности прибора не более $\pm 10\%$ в диапазоне измерений массовой доли инертной пыли 0-100% с дискретностью показаний 1%. Но, практика применения прибора ПКП-3 позволяет

говорить, что в 75% случаев измерений приведенная погрешность не превышает 3%.

Сброс показаний и переход в режим готовности к следующему измерению осуществляется кратковременным нажатием кнопки "Пит". Для выключения следует зажать кнопку "Пит" до отключения дисплея, сопровождающегося звуковым сигналом.

Хранение и транспортировка прибора должна осуществляться при температуре от 0 до 40°C, срок хранения реактива - 12 месяцев с момента поставки. При долговременном хранении прибора необходимо избегать полной разрядки аккумуляторной батареи. Эксплуатация прибора должна осуществляться в диапазоне температур окружающего воздуха от 2 до 35°C, что указано в маркировке на корпусе прибора.

Корпус прибора по степени защищенности от внешних воздействий соответствует IP54 по ГОСТ 14254-2015. [2]

Входящие в состав реактива вещества относятся к малотоксичным, обладают слабо выраженным действием на кожу и слизистые оболочки, но при попадании в глаза и на кожу необходимо промыть большим количеством воды и, при необходимости, направить пострадавшего к врачу.

Реактив является взрыво- и пожаробезопасным.

Практика применения в условиях угольных шахт показывает, что наиболее часто возникающие неисправности вызваны опрокидыванием прибора с колбой, в которой находятся реактив с исследуемой пылью. Жидкие продукты реакции попадают в тонкие каналы прибора и затвердевают там, осложняя или вовсе делая невозможным прохождение углекислого газа через измерительную камеру. Даже незначительное изменение сечения каналов, а как следствие изменение пневматического сопротивления измерительной камеры, способны негативно повлиять на качество результатов измерений. В целях снижения губительного для прибора влияния опрокидывания используются

самоклеющиеся воздухопроницаемые фильтры. Они размещаются на пробке и осложняют попадание жидких продуктов реакции в измерительную камеру. В случае опрокидывания прибора необходимо прервать измерение, заменить фильтр и проверить работоспособность прибора на чистой инертной пыли. Если при этом прибор не показывает удовлетворительных результатов измерения, то он должен быть направлен на предприятие-изготовитель для ремонта и обслуживания. [2]

Причиной еще одного часто встречающегося случая выхода из строя прибора является использование зарядного устройства, не предназначенного для приборов типа "ПКП". При этом выходят из строя предохранители, и прибор перестает заряжать аккумуляторную батарею или вовсе функционировать. Важно использовать только зарядные устройства, предназначенные для приборов типа "ПКП".

При внешних физических воздействиях может быть поврежден корпус, измерительная камера или дисплей прибора. Не допускается использование устройства при нарушении целостности элементов корпуса, так как это может привести к нарушению средств взрывозащиты или повлиять на достоверность показаний.

Для диагностики, ремонта, обслуживания и ежегодной поверки приборы типа "ПКП" должны направляться на предприятие-изготовитель. Только оно может гарантировать исправность и требуемые метрологические характеристики на протяжении всего срока службы. Обозначенный срок службы приборов - 5 лет, но в случае ежегодного обслуживания именно на предприятии-изготовителе зафиксированы факты работы приборов на протяжении 15 и более лет.

Исходя из практики применения приборов типа "ПКП" для определения качества осланцевания на угольных шахтах можно утверждать, что устройства зарекомендовали себя как надежные и сохраняющие заданные метрологические характеристики при правильном их использовании.

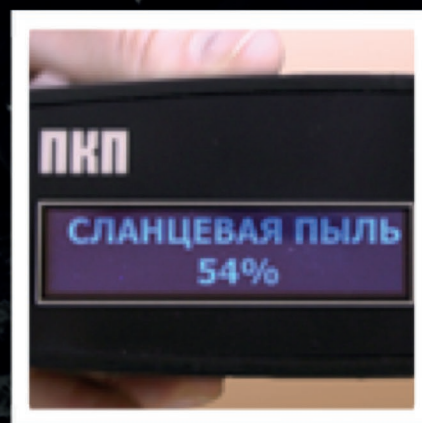
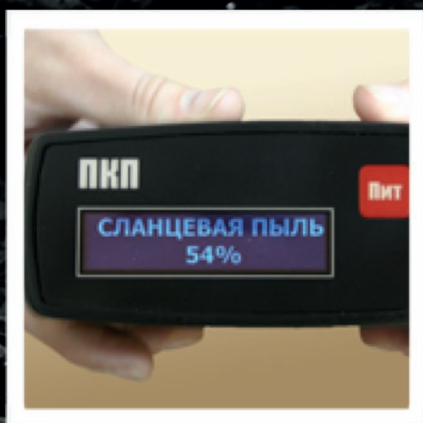
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горная энциклопедия. Глав. Ред.: Козловский Е.А. [Электронный ресурс] URL: <http://www.mining-enc.ru/o/oslanцевание/> (дата обращения: 28.02.2019).
2. Прибор контроля пылевзрывобезопасности горных выработок ПКП. Руководство по эксплуатации. ПКП 000.001. РЭ. Кемерово : ООО «Горный ЦОТ», 2007. 19с.
3. Ворошилов, Я.С. Разработка, модернизация и производство приборов контроля параметров безопасности ведения горных работ [Электронный ресурс] / Я.С. Ворошилов, М.С. Попов, Д.А. Трубицына, Р.С. Самсонов. — Электрон. журн. — Режим доступа: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwjYI4LLtY7hAhXok4sKHXLsAmgQFjABegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fcyberleninka.ru%2Farticle%2F%2Frazrabotka-modernizatsiya-i-proizvodstvo-priborov-kontrolya-parametrov-bezopasnosti-vedeniya-gornyh-rabot.pdf&usq=AOvVaw0tJUTfCdKMNCYfxmaHS6LT>
- 4.

5. Романченко, С.Б.. Современные средства обеспечения пылевзрывобезопасного состояния горных выработок [Электронный ресурс] / С.Б. Романченко, В.Н. Костеренко, П. Цисьлик, Я. Цисьлик и др.. — Электрон. журн. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sredstva-obespecheniya-pylevzryvobezopasnogo-sostoyaniya-gornyh-vyrabotok>

REFERENCES

1. Rock Dusting. (n.d.). Retrieved from <http://www.mining-enc.ru/o/oslancevanie/>
2. Pribor kontrolya pylevzryvobezopasnosti gornyh vyrabotok PKP. Rukovodstvo po ekspluatatsii. PKP 000.001.RE. [The control device of dust and explosion safety of mine workings of the control panel. Manual. PKP 000.001.RE.] Kemerovo: ООО «Gornyy TSOT». [In Russian]
3. Voroshilov, J. S., Popov, M. S., Trubitsyna, D. A., & Samsonov, R. S. (n.d.). Development, modernization and production of instruments for monitoring the safety parameters of mining operations. Retrieved from <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwjYI4LLtY7hAhXok4sKHXLsAmgQFjABegQICRAC&url=http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-modernizatsiya-i-proizvodstvo-priborov-kontrolya-parametrov-bezopasnosti-vedeniya-gornyh-rabot.pdf&usq=AOvVaw0tJUTfCdKMNcYfxmaHS6LT>
4. Romanchenko, S. B., Kosterenko, V. N., Ciešlik, P., Ciešlik, J., & Dremov, A. V. (n.d.). Modern means of ensuring the explosion-proof state of mine workings. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sredstva-obespecheniya-pylevzryvobezopasnogo-sostoyaniya-gornyh-vyrabotok>



INDSAFE.RU

ПКП

ПРИБОР КОНТРОЛЯ ПЫЛЕВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

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.

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 Times New Roman, размер шрифта 12, для заголовка 16, полуторный интервал, абзацный отступ 1,25 см, формат листа А4. Поля с левой стороны 3 см, сверху и снизу и справа 2 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

СЛОВО РЕДАКТОРА // EDITORIAL

5 Трубицына Н. Trubitsyna N.

5 Трубицына Н. Trubitsyna N.

АКТУАЛЬНО // IMPORTANT

6 А.А. Христофоров, М.С. Гончаров, В.В. Соболев. Система пневмогидравлического орошения.

A.A. Hristoforov, M.S. Goncharov, V.V. Sobolev. Pneumo hydraulic irrigation system

**I. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ГЕОМЕХАНИКА // INDUSTRIAL SAFETY AND GEOMECHANICS**

18 В.В. Иванов, В.В. Семенов, К.Х. Ли. Определение удельного давления на крепь с учетом зоны разрушения пород вокруг подготовительной выработки

V.V. Ivanov, V.V. Sementsov, K.KH. Li.. Specific pressure on the support estimation with the account of rock destruction zone around the development working

II. ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ // FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY

22 С.Б. Романченко, П. Я. Цесьлик. Испытания интегрированных модулей для тушения подземных пожаров и предупреждения взрывов угольной пыли

S. B. Romanchenko, P. Ciešlik. Testing of integrated modules for extinguishing underground fires and preventing coal dust explosions

29 А.И. Фомин, Т.Б. Грунской. Особенности формирования профессиональных заболеваний работников при разработке месторождений тяжелой нефти подземным способом

A.I. Fomin, T.V. Grunskoj. Employees occupational diseases forming distinctive features during heavy oil deposits development by underground method

35 А.И. Фомин, Т.Б. Грунской. Бальная оценка профессионального риска работников нефтяных шахт ярегского месторождения

A.I. Fomin, T.V. Grunskoj. Point method risk evaluation of yarega deposit oil mines workers

42 А.С. Голик, В.Б. Попов, А. С. Ярош, В.А. Огурецкий, В.В. Огурецкий, А.В. Огурецкий.

Горноспасательные дела в России

A.S. Golik, V.B. Popov. A.S. Yarosh, V.A. Oguretskiy, V.V. Oguretskiy, A.V. Oguretskiy. Mining rescue cases in Russia

50 А.С. Ярош, М.Н. Чалаташвили, А.Н. Кроль, Е.А. Попова, В.В. Романова, А.В. Сачков/. Анализ математических моделей развития опасных факторов пожара в системе зданий и сооружений

A.S. Yarosh, M.N. Chalatashvili, A.N. Krol', Ye.A. Popova, V.V. Romanova, A.V. Sachkov. The system of buildings and structures dangerous fire factors development mathematical models alysis

57 О.В. Аверин, В.О. Аверин. Концептуальная модель процесса возникновения несчастных случаев на опасном производственном объекте и возможность её практического применения

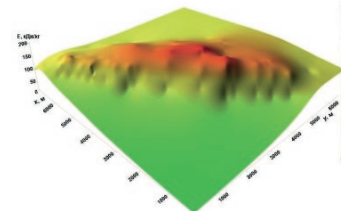
O.V. Averin, V.O. Averin. Conceptual model of the process of the appearance of accidents in a dangerous industrial object and the possibility of its practical application

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

62 В.П. Кравцов, А.Н. Стародубов. Принципиальная схема стенда для исследования и контроля процесса пылеподавления с использованием энергии водных струй и воздушных потоков
V.P. Kravtsov, A.N. Starodubov. The stand principle scheme for research and control of dust reduction process with use of water jets and air flows energy

70 С.Б. Романченко, П. Я. Цесьлик, Б. Величкова, В. Н. Костеренко. Модульный комплекс обеспечения аварийно- спасательных работ в шахтах и рудниках
S. B. Romanchenko, P. Cieřlik, B. Velichkova V. N. Kosterenko. Modular complex for ensuring emergency-rescue works in mine and mines

82 А.А. Рябцев, М. С. Плаксин. Метод автоматизированного текущего контроля газодинамической активности угольных пластов при проведении подготовительных выработок на основе данных регионального прогноза
A.A. Rjabtsev, M.S. Plaksin. The method of automated monitoring of the gas- dynamic activity of coal seams during preparatory workings based on regional forecast data



IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ // PROBLEMS AND OPINIONS

89 Е.В. Милкина. Развитие нормативных основ охраны труда в Российской Федерации
E.V. Milkina. Development of standard bases of labor protection in the Russian Federation

96 А.Н. Кроль, В.В. Романова, О.А. Сергеев, Е.А. Попова, А.В.Сачков, Р.В.Котляров. Совершенствование технического обеспечения операторов «Системы - 112», как путь повышения безопасности и защищенности населения России
A.N. Krol', V.V. Romanova, O.A. Sergeev, Ye.A. Popova, A.V. Sachkov, R.V. Kotlyrov. Perfection of technical support of "System-112" operators, as a way to improve the safety and security of the population of Russia

V. ПЕРВЫЕ НАУЧНЫЕ ОЧЕРКИ // FIRST SCIENTIFIC ESSAYS

103 А.П. Пашнин, К.О. Сергеев, Ю.И. Переводчиков . Практика применения приборов типа "ПКП" для определения качества осланцевания на угольных шахтах
A.P. Pashnin, K.O. Sergeyev, YU.I. Perevodchikov. Practice of using "PKP" type devices for determining the quality of rock dusting in coal mines

107 ТРЕБОВАНИЯ К РЕКЛАМНЫМ МАТЕРИАЛАМ // ADVERTISING MATERIALS REQUIREMENTS

108 ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ // DEMANDS TO ARTICLES

110 СОДЕРЖАНИЕ // CONTENT

Подписано в печать 19.03.2018. Тираж 1000 экз. Формат 60х90 1/8.
Выпуск 1-2019, дата выхода в свет 25.03.2019
Объем 10 п. л. Заказ № 1 2019 г. Цена свободная.
Типография ООО «ИНТ».
650065, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, пр-т Октябрьский, 28 офис 215
Тел. 8 (3842) 657889.