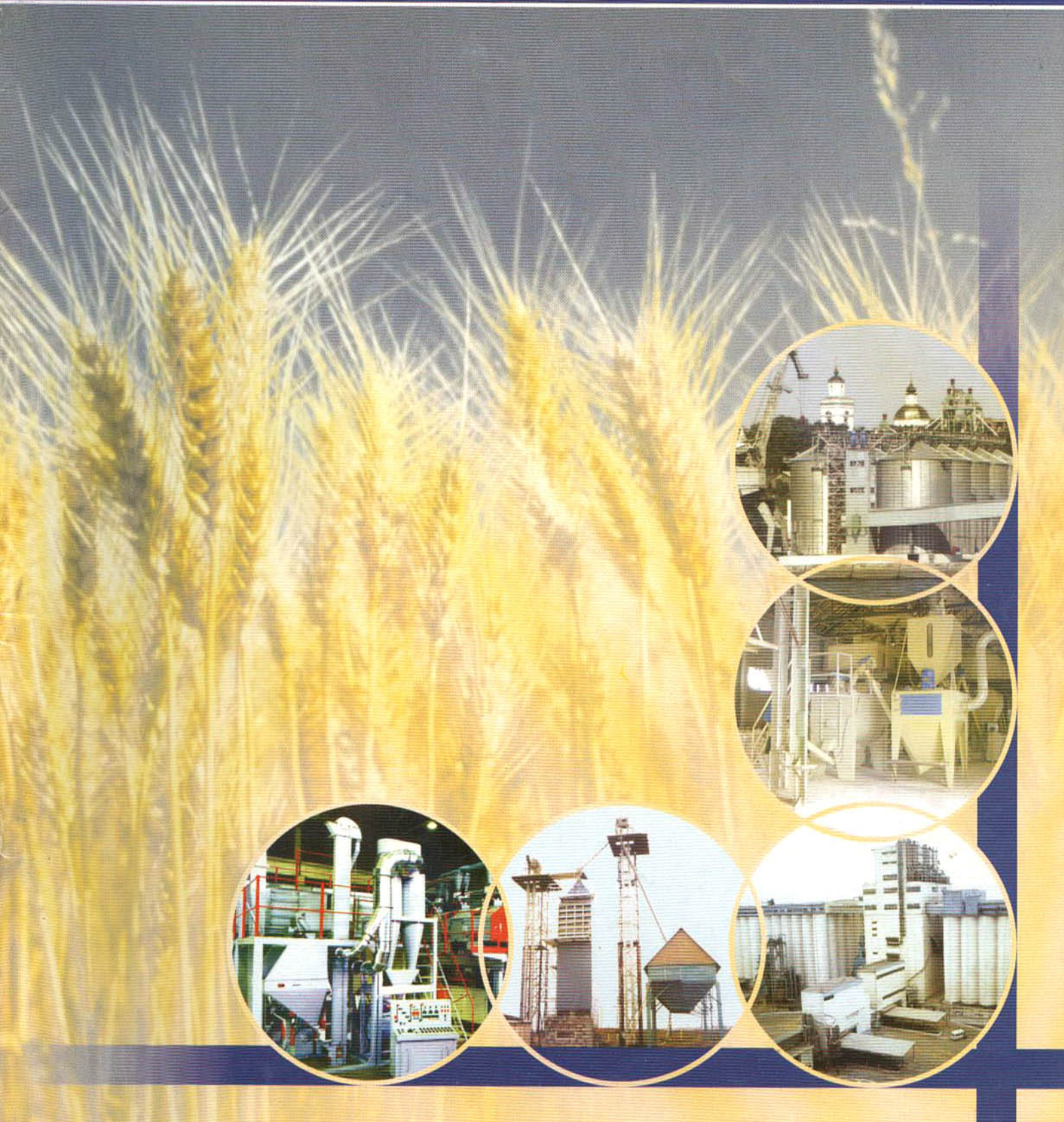
ISSN 0409-2961

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

10.2004

Ежемесячный массовый научно-производственный журнал широкого профиля



Обмен опытом

УДК 622.244.2:622.817:622.818:622.235.3
© Коллектив авторов, 2004

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ВЗРЫВОПОДАВЛЕНИЯ — ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ МЕТАНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ И УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ

А.В. ДЖИГРИН, д-р техн. наук, Ю.В. ГОРЛОВ, К.В. ГОРЛОВ, кандидаты техн. наук (МВК по взрывному делу при АГН), В.Д. ЧИГРИН, канд. техн. наук

Как известно, цель локализации взрывов метана и (или) угольной пыли в подземных горных выработках — максимально возможное ограничение области распространения фронта пламени и ударно-воздушной волны (УВВ). В настоящее время эта цель достигается путем осланцевания или побелки горных выработок, установки сланцевых заслонов, а в обводненных выработках, в которых наблюдается капеж и применяется гидропылевзрывозащита, — водяных заслонов. Эти заслоны (сланцевые или водяные) должны срабатывать под действием ударной волны, образованной в результате взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли, и предотвращать распространение дальнейших взрывов по сети горных выработок.

Механизм действия основных заслонов следующий. Фронт УВВ, образующийся при слабых, сильных и очень сильных взрывах, подходящий к заслону, полностью разрушает его. При этом создается плотное облако инертной пыли (или, в случае водяных заслонов, водяных капель), длина которого в 1,5–2 раза больше ширины заслона, и гасит действие фронта пламени, следующего за УВВ.

Основные заслоны по сети горных выработок устанавливают на прямолинейных участках с выдержанным сечением выработок, не имеющих пустот за крепью, причем расстояние между заслонами должно быть менее или равно 300 м. Оно устанавливается расчетным путем в зависимости от прогнозируемой силы взрыва, который должен быть локализован (слабый, сильный или весьма сильный) на этом участке.

Главный недостаток применяемого в настоящее время способа локализации взрывов с использованием водяных и сланцевых заслонов — сложность достижения наибольшей их эффективности, требующей обеспечения полного перевода всей массы инертной пыли (воды) во взвешенное состояние и сохранения инертной пыли (воды) во взвешенном состоянии до момента прихода фронта пламени.

Первое условие обеспечивается применением наиболее легко разрушаемых конструкций полок (или сосудов), а также расположением заслонов на оптимальном расстоянии от места возникновения взрыва или входа фронта пламени в выработку. При расстояниях от 100 до 220 м для создания надежной локализации взрывов пыли необходима удельная весовая нагрузка 50–150 кг на 1 м^2 площади поперечного сечения выработки. В случае расположения заслонов ближе к возможному месту возникновения взрыва или, напротив, далее 250 м для гашения взрывов требуются все бóльшие весовые нагрузки и соответственно большее количество инертной пыли, размещаемой в подземной горной выработке, что практически выполнить сложно. В результате эффективность применения заслонов снижается.

Второе условие достигается расположением рядов полок (сосудов) заслона на оптимальном расстоянии друг от друга (2–3 м), что соответствует времени существования облака 0,4–0,6 с. Если условия не позволяют обеспечить такое расположение заслонов, необходимо сократить расстояние до 1 м, но при этом надежность заслона снизится. При меньших расстояниях концентрация инертной пыли (воды) в облаке становится настолько велика (20–25 кг/м^3), что за 0,05–0,1 с оно оседает и к моменту подхода фронта пламени не сохраняется. Увеличение расстояния между рядами полок (сосудов) более 5 м нерационально, так как снижаются концентрация инертной пыли (воды) и эффективность действия заслона.

Эффективность данных заслонов носит вероятностный характер, и даже при полном соблюдении указанных оптимальных параметров вероятность отказа составляет 1/300 (т.е. из 300 взрывов один проходит заслон). Допустимые отступления от оптимальных параметров установки заслонов увеличивают вероятность отказа до 1/100. Однако в шахте вероятность отказа заслонов всегда выше вследствие определенных неточностей в установке и недостатков в эксплуатации заслонов.

Кроме того, принцип действия применяемых заслонов — пассивный, и время их срабатывания несравнимо со скоростью распространения фронта пламени по горным выработкам при взрывах метана и угольной пыли, изменяемой в широких пределах: от 40 до 340 м/с — для слабых взрывов и от 1000 до 2500 м/с — для весьма сильных и детонационных взрывов. При этом скорость распространения ударной волны не может быть менее скорости звука, составляющей 340 м/с, а для наиболее

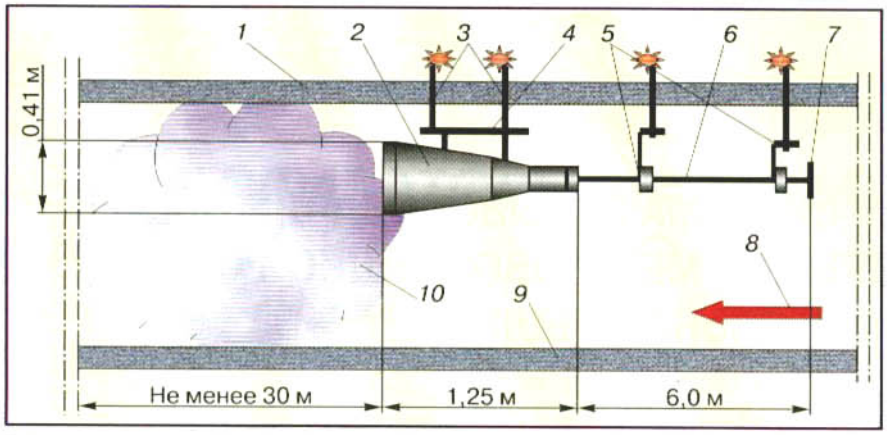


Схема установки АСВП-ЛВ в горной выработке с использованием анкерного крепления:

1, 9 — кровля и почва выработки; *2* — устройство локализации взрыва (УЛВ); *3* — анкерная крепь; *4* — подвеска; *5* — поддержки; *6* — выносная штанга; *7* — приемный щит; *8* — направление распространения взрыва (фронтов ударно-воздушной волны и пламени); *10* — облако огнетушащего порошка

сильных взрывов (детонационного типа) лишь незначительно превышает скорость распространения фронта пламени или равна ей. Расстояние между заслонами рассчитывается на основании предварительного прогноза. Как было сказано выше, при определении недостатков данного способа локализации, этот прогноз в производственных условиях имеет вероятностный характер и не всегда надежен.

Один из перспективных путей локализации взрывов метановоздушных смесей и (или) угольной пыли — применение автоматических систем взрывоподавления. В 80-е годы XX в. в СССР была доказана принципиальная возможность эффективно локализовать взрывы метана в начальной стадии их возникновения с помощью автоматической системы[1]. Так, при испытании в 1985 г. автоматической системы АВП-1, в штольне (площадь сечения 9,5 м^2) ВНИИГД «Гранит», где взрыв стехиометрической метановоздушной среды на 60-метровом тупиковом участке штольни, инициированный расположенным в забое источником воспламенения с выделением энергии от 460 до 600 Дж и температурой около 3000 °С, эффективно гасился и локализовался в пределах загазированной зоны как двумя взрывоподавителями, установленными в 20 и 40 м от тупика, так и одним, установленным в 20 м. Для устойчивого гашения взрыва потребовался удельный расход ингибитора марки П 12.13, равный 125 г на 1 м^3 защищаемого объема выработки, при этом взрывоподавляющее устройство АВП-1 снаряжалось 25 кг гасящего материала.

С 1998 по 2003 г. ЗАО «Межведомственная комиссия по взрывному делу» при Академии горных наук по заказу Министерства энергетики Российской Федерации разрабатывало автоматическую систему взрывоподавления — локализации взрывов (АСВП-ЛВ), предназначенную для применения на шахтах, опасных по газу и отрабатывающих угольные пласты, опасные по взрывам пыли (выполнение требований § 297 Правил безопасности в угольных шахтах). Относится АСВП–ЛВ к устройствам локализации взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли и ликвидации возможности распространения фронта пламени по сети горных выработок шахты.

АСВП-ЛВ состоит из устройства локализации взрыва — устройства, распыляющего огнетушащий порошок и создающего пламегасящий заслон в виде облака огнетушащего порошка во взвешенном состоянии в подземной горной выработке; автономного командного устройства (АКУ) — устройства, обеспечивающего срабатывание УЛВ. АСВП-ЛВ укомплектована также подвесками и поддержками для крепления ее на элементах крепи у кровли горной выработки. Схема установки АСВП-ЛВ в горной выработке с использованием анкерного крепления показана на рисунке.

Автоматическими системами взрывоподавления — локализации взрывов могут быть защищены (изолированы): конвейерные выработки; наклонные горные выработки, в том числе с углом наклона более 18°; горные выработки, оборудованные монорельсовым транспортом на всем протяжении; очистные выработки; подготовительные выработки, проводимые по углю или по углю и породе; крылья шахтного поля в каждом пласте; пожарные участки.

Эксплуатируются АСВП-ЛВ в ждущем режиме. Под воздействием фронта УВВ, образованной в результате взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли, приемный щит АКУ (через выносные штанги) передает механический импульс на УЛВ. После срабатывания этого устройства сжатый под большим давлением воздух, находящийся в рабочей полости УЛВ, через выхлопные отверстия поступает в импульсном режиме в промежуточную камеру и бункер УЛВ, подхватывает расположенный в них огнетушащий порошок, разрывает пленочную диафрагму и выбрасывает огнетушащий порошок в горную выработку. При этом в выработке по всему ее поперечному сечению на пути распространения фронта пламени формируется пламегасящий заслон в виде облака огнетушащего порошка во взвешенном состоянии длиной не менее 30 м. Этот заслон ликвидирует подошедший фронт пламени (гасит его) и прекращает (локализует) процесс распространения взрывов по сети горных выработок.

В соответствии с Инструкцией о порядке выдачи разрешений на серийный выпуск и применение горношахтного оборудования, взрывозащищенных и в рудничном нормальном исполнении электротехнических изделий Федеральным горным и промышленным над-

[1] Отчет НИР «Разработать автоматическую систему локализации взрывов метана и угольной пыли по сети горных выработок». — Макеевка: МакНИИ. — 1986. — 105 с.

зором России (РД 03-67—94), утвержденной постановлением Госгортехнадзора России от 02.06.94 № 37, АСВП-ЛВ прошла все стадии разработки нового оборудования.

Установочные серии АСВП-ЛВ были испытаны на соответствие требованиям безопасности в 2003 г. на научно-производственном предприятии «Маштест» (г. Королев), имеющем лицензии Госгортехнадзора России на проведение экспертизы промышленной безопасности (технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте) и осуществление деятельности по эксплуатации и техническому освидетельствованию сосудов, работающих под давлением до 100 МПа, в случаях, предусмотренных Правилами безопасности в угольных шахтах и Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Результаты гидравлических испытаний показали, что основные узлы АСВП-ЛВ прочны (пробное давление $P_{пр}$ = 45 МПа) и герметичны (рабочее давление сжатого воздуха $P_{пр}$ = 15 МПа), выделение влаги на поверхности стыковочных соединений не происходило.

Представленные на испытания три основных узла (источники высокого давления сжатого воздуха) УЛВ составной части установочной серии АСВП-ЛВ показали работоспособность и соответствовали заявленной технической характеристике.

Определение рабочих и технологических параметров установочной серии проводилось в специализированной взрывной камере на стендовой базе Центра прочности ЦНИИМаша (г. Королев), оборудованной необходимыми измерительными приборами и аппаратурой.

Испытания установочной серии АСВП-ЛВ подтвердили ее работоспособность и соответствие заявленным техническим характеристикам. При рабочем давлении сжатого воздуха в основном узле (камере высокого давления) — 12 МПа и длине выносных штанг от 2 до 6 м время срабатывания АСВП-ЛВ составляет от 11,3 до 13,6 мс. Оценка скорости распространения переднего фронта пламегасящего порошка П-АГС ТУ 2149-001-00159158—99 показала, что на расстоянии от 0,6 до 6 м от сопла бункера скорость распространения аэрозольного пламегасящего порошка падает с 462 до 362 м/с. Это сопоставимо со скоростью распространения ударно-воздушных волн уже развившихся взрывов метановоздушных смесей и угольной пыли. Видеосъемка распространения пламегасящего облака и фотографическая съемка оседания пламегасящего порошка показывают, что время «жизни» пламегасящего облака более 15 мин.

Эксплуатационные испытания установочной серии из трех АСВП-ЛВ были проведены в ОАО «Шахта «Первомайская» ОАО «Компания «Кузбассуголь» с 15 августа по 11 декабря 2003 г. Их цель — определение функциональной работоспособности системы, уточнение вариантов крепления в различных горных выработках, установление периодов дозаправок системы сжатым воздухом, сроков контрольных проверок и профилактического обслуживания, определение ее состояния при эксплуатации в шахтной атмосфере.

На поверхности шахты оборудование АСВП-ЛВ расконсервировали и собрали в три узла, которым присвоили порядковые номера. После спуска в шахту изделие № 1 установили в транспортном квершлаге в 10 м от сбойки с породной ямой, изделие № 2 — в конвейерном штреке № 31 в 10 м от сбойки на конвейерный уклон № 3, изделие № 3 — на конвейерном уклоне № 6 в 10 м от водосборника. Подвески и поддержки систем закрепили анкерами. Снаряжение устройств локализации взрыва огнетушащим порошком П-АГС и заправку рабочей полости сжатым воздухом выполняли в шахте у места их установки.

Давление сжатого воздуха в системе контролировалось 1–2 раза в неделю специально назначенными инженерно-техническими работниками шахты по показаниям манометра, установленного на УЛВ. Результаты контроля заносились в Рабочий журнал по обслуживанию АСВП-ЛВ. За время испытаний периодически, не реже чем 2 раза в неделю, детально осматривали состояние систем.

Проведенный приемочной комиссией через определенное время наружный осмотр автоматических систем в шахте показал, что герметизация бункеров УЛВ не нарушена, предохранительные болты сняты, следов заметной коррозии металлических деталей изделий не обнаружено, состояние поддерживающего у кровли выработки крепления изделий удовлетворительное, приемные щиты (диски) и металлические выносные штанги не деформированы, пламегасящий порошок сохранен от воздействия влажной шахтной атмосферы.

Рабочая комиссия шахты провела испытания на срабатывание АСВП-ЛВ (изделие № 2) 8 декабря 2003 г. и (изделие № 3) — 10 декабря 2003 г.

На момент испытаний рабочее давление в рабочих полостях устройств локализации взрыва по показаниям манометра составляло 13 МПа (изделие № 2) и 10 МПа (изделие № 3).

После имитации ударного воздействия на приемные щиты (диски) от избыточного давления на фронте ударно-воздушной волны АСВП-ЛВ надежно сработали. В результате были образованы пылевые облака общей длиной соответственно 37 и 41 м.

Надо отметить, что АСВП-ЛВ (изделие № 3) была установлена под кровлей, по центру горной выработки площадью сечения 14 м^2 по ходу свежей струи воздуха (скорость движения струи 0,57 м/с). В процессе срабатывания АСВП-ЛВ крепление оказалось надежным без видимых динамических проявлений.

Автоматическая система взрывоподавления — локализации взрывов (изделие № 1) оставлена для контрольной эксплуатации сроком до одного года.

Проведенные эксплуатационные испытания автоматических систем взрывоподавления — локализации взрывов в ОАО «Шахта «Первомайская» показали надежность и работоспособность изделия, обеспечивающего создание пламегасящего заслона в виде облака порошка во взвешенном состоянии.

10 • 2004

Журнал основан в январе 1932 года

Журнал зарегистрирован в Государственном комитете Российской Федерации по делам печати. Свидетельство о регистрации № 01612

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Учредитель Госгортехнадзор России

Главный редактор
С.Н. Буйновский

Редакционная коллегия:
А.В. Аверьянов, Д.И. Божко, В.В. Грицков, А.В. Денисов, Г.П. Зуев, Е.А. Иванов, Р.Р. Касаева, В.С. Котельников, Б.А. Красных, А.П. Крылова, В.М. Кульечев, Н.А. Махутов, И.Л. Можаев, С.Н. Мокроусов, А.С. Павловский, А.И. Перепелицын, Н.А. Пиляев (зам. гл. редактора), Д.Ю. Полетаев, В.И. Сидоров, Н.Ю. Соленикова (отв. секретарь), А.И. Субботин, А.Ф. Теплов, А.А. Феоктистов, А.А. Худошин, А.Н. Челышев, В.Д. Чигрин, А.А. Шаталов, С.А. Шилин

Редакция

105066, Москва, ул. Александра Лукьянова, д. 4, корп. 8
Телефакс: (095) 261-21-89, 263-98-74
E-mail: btp@safety.ru, redbtp@safety.ru

Издатель

ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность»
105066, Москва, ул. Александра Лукьянова, д. 4, корп. 8
Телефакс: (095) 267-65-60, 263-96-86
E-mail: insaf@mail.sitek.ru
http:// www.safety.ru

Журнал включен в Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, утвержденный решением ВАК Минобразования России от 17 октября 2001 г.

© Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004
© «Безопасность труда в промышленности», 2004
© Оформление. ООО «ПОЛИМЕДИА», 2004

День работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности — **10 октября**

СОДЕРЖАНИЕ

285 лет горному надзору в России

2 ..... **Князева Л.К.** Первые правила безопасности. Фабричная и горнозаводская инспекции

Управление промышленной безопасностью

Декларирование промышленной безопасности

6 ..... **Гражданкин А.И., Лисанов М.В., Печеркин А.С., Сидоров В.И.** Характерные ошибки анализа риска аварий при декларировании промышленной безопасности

Обмен опытом

13 ..... **Джигрин А.В., Горлов Ю.В., Горлов К.В., Чигрин В.Д.** Автоматическая система взрывоподавления – локализации взрывов метановоздушной смеси и угольной пыли

16 ..... **Феоктистов А.А., Казначеев А.И., Зинченко В.А., Полоумов А.В., Удовенко В.Е.** Опыт и проблемы производства полиэтилена-80 для газопроводов

17 ..... **Мамай Р.В., Дружинин В.М., Асадов С.А.** Дистанционный мониторинг котельных через Интернет – новаторская концепция контроля безопасности и управления водогрейными котлами

19 ..... **Круглов В.М., Торопов М.Н., Жилин В.Н., Зубов П.А., Семенов Н.И., Ледзинский М.Ю., Шульга А.В., Никитин Г.В., Куриленко Е.Ю., Евтеев Ю.И.** Очистка и защита систем водотеплоснабжения от накипных и коррозионных отложений методом термодинамической активации воды

Анализируем случившееся. Извлекаем уроки

23 ..... **Малов В.П., Попов В.Г.** Проблемы промышленной безопасности конвертерного производства и пути их преодоления

Обучение по промышленной безопасности

27 ..... **Рычковский В.М., Френкель Ю.М.** Подготовка и аттестация персонала опасных производственных объектов

Наука и техника

30 ..... **Коновалов Н.Н.** Технологические требования к нормированию сварочных дефектов

32 ..... **Комиссаров В.Я., Сухоруков В.В., Хоменко С.В.** Роль дефектоскопии канатов в обеспечении безопасности лифтов

35 ..... **Козлитин А.М.** Совершенствование методов расчета показателей риска аварий на опасных производственных объектах

Проблемы, суждения

43 ..... **Черепанов А.П., Порошин Ю.В.** Оценка эффективности диагностирования сосудов, резервуаров и трубопроводов

47 ..... **Васильев А.В.** Перспективы использования активной компенсации для снижения низкочастотного шума и вибрации в условиях производства

51 ..... **Игнатов В.В., Зорин Е.Е., Игнатов В.Н.** Методика количественной оценки точности классификации источников акустической эмиссии

Наш корреспондент побывал...

55 ..... **В подземном** хозяйстве Метростроя

59 ..... **Хроника аварий**

60 ..... **Консультации**

Конференции, выставки, семинары

61 ..... **Проблемы** промышленной безопасности

62 ..... **III Московская** международная промышленная ярмарка «MIIF–2004»

День работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности

64 ..... **Актуальное** интервью. Урожай–2004 сохраним

68 ..... **Разваляев И.К., Дубовая Н.И.** Система управления промышленной безопасностью на предприятиях, эксплуатирующих взрывоопасные объекты хранения, переработки и использования растительного сырья

69 ..... **Ануфриев Б.А.** Некоторые вопросы промышленной безопасности в зерноперерабатывающих производствах