

занных пределах, а производительность не менее 30 м<sup>3</sup>/мин.

Пеногенераторную установку в летне-осенний период, когда температура окружающей среды плюсовая, целесообразно монтировать на поверхности (рис.2). В случае отрицательной температуры должно быть предусмотрено предотвращение замерзания воды, подаваемой в систему.

При отрицательной температуре пеногенератор монтируется на рабочем полке (рис.3).

Применение «Способа повышения безопасности взрывных работ в вертикальных стволах с пенной защитой» позволило безаварийно пройти пять стволов на шахтах Кузбасса в том числе: Вентиляционный

ствол Спутник IV крыла шахты «Коксовая» комбината «Прокопьевскуголь», «Вентиляционный ствол шахты «Юбилейная» комбината «Южкузбассуголь», «Ново-клетевой» ствол шахты «Октябрьская» комбината «Южкузбассуголь», вертикальный ствол блока № 5 шахты «Распадская» комбината «Южкузбассуголь», углубка 3-го вспомогательного ствола шахты «Коксовая» комбината «Прокопьевск-уголь».

Следует отметить, что проходка этих стволов осуществлялась в сложных и опасных по газу условиях, а в период проведения вентиляционного ствола на шахте «Юбилейная» с пенной защитой при взрывных работах, наряду со значитель-

ным выделением метана, при вскрытии опасных пластов имели место нефтепроявления. Хроматографический анализ проб показал, что температура воспламенения смеси составляет 98°С.

Указанный способ является востребованным и в настоящее время. После взрыва в августе 2006 года на вспомогательном вентиляционном стволе рудника «Удачный» АК «АЛРОСА», для дальнейшей его проходки, в целях обеспечения безопасности взрывных работ принято решение в опасных по газу и нефтепроявлениях условиях применять ранее разработанный в НЦ ВостНИИ способ проходки вертикальных стволов с пеной защитой.

□ Авторы статьи:

Доманов  
Виктор Петрович  
- канд.техн.наук, зав.лабораторией  
безопасности взрывных работ и госкон-  
трольных испытаний ВМ и СИ НЦ  
ВостНИИ

Куприянов  
Николай Петрович  
- канд.техн.наук, ведущ. научн.  
сотрудник ФГУП НЦ ВостНИИ

Масаев  
Юрий Алексеевич  
- канд.техн.наук, доц. каф. строи-  
тельства подземных сооружений и  
шахт

**УДК 622.235**

**В.П. Доманов, Н.П. Куприянов, Ю.А. Масаев, О.В. Зиберт**

## **ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ВОСПЛАМНЕНИЯ МЕТАНО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ И НАПРАВЛЕНИЯ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ**

История использования взрывчатых веществ для отбойки горных пород в угольных шахтах сопровождается цепью таких негативных проявлений, как воспламенения метановоздушной атмосферы горных выработок.

При участии в этом процессе угольной пыли последствия еще более усугубляются, поскольку помимо возможной гибели людей, такой взрыв приводит к значительному разрушению горных выработок. На всем протяжении применения взрывчатых веществ происходили аварии с различными по тяжести последствиями, особенно тяжелые катастрофы произошли в начале XX века, когда о предохранительных взрывчатых веществах не было понятия, а применяли, в основном, динамиты.

В 1910 году профессором А.А.Скочинским была разработана и предложена методика проверки на предохранительность (ранее термин – антигризуность) взрывчатых веществ для угольных шахт. За прошедший период, практически до конца XX века эта методика совершенствовалась учё-

ными МакНИИ (Украина) и ВостНИИ. В настоящее время в России взрывчатые вещества в зависимости от условий применения делятся на VII классов, из них к предохранительным относятся ВВ III - VII классов, которые по взрывчатым и предохранительным свойствам должны удовлетворять соответствующим техническим требованиям.

Несмотря на разработку ряда составов предохранительных ВВ, средств беспламенного взрыва, гидровзрыва, совершенствование и разработку новых конструкций забойки, инертизации взрывоопасной атмосферы, аварийные ситуации при взрывных работах в угольных шахтах продолжают иметь место.

По данным Управления Ростехнадзара по Кемеровской области [1] только в Кузбассе за период с 2001 г. по 3-й квартал 2004 г. произошло 28 крупных аварий из-за воспламенения метано- и пыле-воздушной смеси при взрывных работах, в результате которых пострадало 204 горнорабочих, в том числе 96 со смертельным исходом. Наиболее

крупные аварии произошли в шахтоуправлении «Сибирское»-пострадало 21 человек, из них 6 со смертельным исходом, на шахте «Листвянская»-30 рабочих, из них 13 со смертельным исходом и на шахте «Тайжина»-53 рабочих, из них 47 - со смертельным исходом.

Причины воспламенения метановоздушных смесей могут быть разные, но основной из них являются применяемые взрывчатые вещества. В настоящее время в угольных шахтах используются предохранительные взрывчатые вещества, которые условно можно подразделить на две группы – аммиачноселитренные, в которых сенсибилизатором является тротил, и нитроэфирсодержащие на основе смеси нитроэфиров. Отмечаем, что при традиционной компоновке состава ВВ процесс взрывчатого превращения идет при температуре, превышающей температуру воспламенения метановоздушной смеси.

Однако, учитывая период индукции реакции окисления метана, наличие в зоне реакции ингибиторов этого процесса, массовую долю пламегасителей в составе ВВ и ряд других факторов, управление ими позволяет разрабатывать и иметь составы, обеспечивающие с достаточной степенью надежности требуемый уровень предохранительных свойств.

К первой группе относятся ВВ III класса – аммонит АП-5ЖВ и ВВ IV класса – аммониты ПЖВ-20 и Т-19. Ко второй группе относятся ВВ V класса – угленит Э-6 и VII класса – ионит. Взрывчатые вещества VI класса в настоящее время в России вообще не выпускаются.

Предохранительность указанных ВВ IV класса достигается за счет использования в качестве пламегасителя солей щелочноземельных металлов, совмещающих теплопоглощающие свойства с ингибирующими способностью по отношению к реакции окислителя метана. Количество этих солей в составе ВВ ограничено сочетанием уровня безопасности по предохранительным свойствам с эффективностью их действия. Безопасность применения таких ВВ должна обеспечиваться количеством воспламенений метановоздушной смеси не более 50% при их испытании в канальной мортире.

Более высокого уровня предохранительности составов ВВ на основе тротила достичь не представляется возможным, поскольку увеличение доли содержания пламегасителя приводит к значительному снижению детонационной способности вплоть до ее полной потери.

К предохранительным взрывчатым веществам V и VI классов применяются более жесткие требования. Они не должны воспламенять метановоздушную смесь при испытаниях в опытном штреке открытым зарядом, а также в канальной мортире или боковой поверхностью при взрывании зарядов в углковой мортире.

При использовании тротила в качестве сенсибилизатора достичь такого уровня предохрани-

тельности для этих ВВ не представляется возможным, поэтому в их состав входят смеси жидких нитроэфиров.

Расследование аварий, имевших место при производстве взрывных работ показало, что основными причинами их являются склонность применяемых штатных предохранительных ВВ к слеживанию и к выгоранию, особенно при короткозамедленном взрывании комплекта шпуровых зарядов.

Порошкообразная структура компонентов таких ВВ и их компоновка по принципу обеспечения безопасности путем снижения детонационных характеристик до предельных значений создает вероятность перехода детонации в режим взрывного горения.

Стендовые исследования, проведенные МакНИИ и ВостНИИ подтверждают эти недостатки предохранительных аммонитов и угленитов, которые могли быть наиболее вероятной причиной воспламенения взрывоопасной метановоздушной смеси в угольных шахтах.

МакНИИ был проведен анализ случаев воспламенения метана, имевших место при производстве взрывных работ в очистных и подготовительных забоях шахт СНГ, расположенных в европейской части за период 1966-1992 г.г., в результате которого было установлено следующее [2]. С применением для взрывных работ аммонитов Т-19, ПЖВ-20, угленитов Э-6, П12ЦБ произошло 30 аварий из-за воспламенения метановоздушной смеси с тяжелыми последствиями. Причем, 53,3% воспламенений метана произошло при использовании взрывчатых веществ IV класса – аммонитов ПЖВ-20 и Т-19.

При применении Угленита Э-6 произошло 23,4% аварий, а угленита П12ЦБ – около 7% аварий. Как было установлено, основными причинами воспламенения метановоздушной среды являлись: выгорание шпуровых зарядов ВВ, прорыв высокотемпературных продуктов взрыва через трещины в угольном массиве и, в основном, раскаленные твердые частицы ВВ.

Учитывая отрицательные свойства этих ВВ, на Украине в 2002 г. запретили применение аммонитов ПЖВ-20, Т-19, угленита Э-6 и начали создавать более безопасные предохранительные ВВ.

В России совершенствование предохранительных ВВ в последние годы велось по двум направлениям. Взамен угленита Э-6 было разработано высокопредохранительное ВВ V класса – угленит М, предназначенный для взрывных в угольных шахтах, опасных по газу и пыли всех категорий, а также на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа, за исключением их вскрытия. Увеличение предохранительных и детонационных свойств угленита М было достигнуто за счет некоторого изменения его состава.

Шахтные испытания угленита М показали, что он устойчиво детонирует в шпуровых зарядах

массой от 0,4 до 2,0 кг при групповом короткозамедленном взрывании. По сравнению с угленитом Э-6 результаты взрывания были лучше – КИШ увеличился на 11,7%, удельный расход на бурение уменьшился на 17,9%, удельный расход ВВ уменьшился на 28,7%, содержание вредных газов в продуктах взрыва не превышало допустимых концентраций.

Другим, принципиально новым направлением явилась разработка предохранительных эмульсионных ВВ.

В их основу положены зарубежные аналоги и несколько модификаций таких ВВ под общим названием «порэмиты», разработанных ГосНИИ «Кристалл» и предназначенных для применения на открытых работах. Производственные испытания порэмитов в скважинах диаметром 90, 120, 180 мм показали их преимущества перед другими ВВ – низкую чувствительность к внешним воздействиям, высокую водоустойчивость, низкую газовую вредность, хорошую восприимчивость к детонационному импульсу. Скорость детонации таких ВВ находится на уровне аммонита №6ЖВ и составляет 3500–4800 м/с.

По предложению МВК по ВД при АГН для взрывных работ в угольных шахтах, опасных по газу и пыли была разработана конструкция порэмитного предохранительного монозаряда с ингибитором МППИ-IV(V)-36, в котором использовано водоустойчивое предохранительное эмульсионное ВВ IV класса – порэмит ПП-IV-1. Такой монозаряд представляет собой сборную конструкцию, состоящую из порэмита и пластичного забечного состава (ингибитора) ПЗС-2К, размещенных в полиэтиленовых оболочках с наружным диаметром 36 мм.

Ингибиторный состав ПЗС-2К при взрыве распыляется и создает в призабойном пространстве инертную атмосферу, предупреждая воспламенение метановоздушной смеси и одновременно эффективно связывает ядовитые продукты взрыва,

создавая более благоприятную атмосферу в забое выработки.

Между собой оболочки с эмульсионным ВВ и забойкой соединяются стыковочной муфтой.

По сравнению с эмульсионными ВВ, применяемыми на открытых работах с гарантитным сроком хранения всего 6–8 суток и имеющими в своем составе газогенерирующую добавку, у порэмита ПП – IV-1 в качестве сенсибилизатора применяется микросфера МС-В и гарантитный срок хранения монозарядов составляет 6 месяцев.

Масса монозаряда с оболочкой и муфтой – крышкой составляет 1 кг, длина 672 мм, плотность ВВ 1,1 г/см<sup>3</sup>, скорость детонации заряда в оболочке 4500–5100 м/с.

Под методическим руководством НЦ ВостНИИ испытания в производственных условиях опытных партий монозарядов порэмитных предохранительных с ингибитором МППИ-IV(V)-36 проведены в 2003 и 2004 годах в ОАО «Шахта им. Дзержинского» и в ОАО «Шахта Зиминка».

В процессе этих испытаний на обеих шахтах имели место отказы отдельных патронов этих монозарядов. Анализ отказов патронов показал, что их возникновение зависит от способа расположения электродетонатора в патроне, возможного проявления канального эффекта или раздвижки патронов при короткозамедленном взрывании зарядов в соседних шпурах.

Тем не менее отмечалось, что разработанные эмульсионные предохранительные взрывчатые вещества соответствуют уровню предохранительности ВВ IV класса и-V класса при взрывании зарядов в шпурах. Они более устойчивы к выгоранию и их применение может повысить безопасность производства взрывных работ по сравнению с применяемыми порошкообразными ВВ. Было предложено установить причины возникновения отказов патронов и усовершенствовать конструкцию заряда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационный бюллетень Управления Ростехнадзора по Кемеровской области, №3(3). Декабрь 2004.
2. Джигрин А.В., Горлов Ю.В., Горлов В.В. Состояние и перспективы применения на угольных шахтах России предохранительных ВВ./ Сб. Взрывное дело. Вып. №95/52 Москва, 2005. с.42-49.

□ Авторы статьи:

<p>Доманов Виктор Петрович - канд.техн.наук, зав.лабораторией безопасности взрывных работ и госконтрольных испытаний ВМ и СИ НЦ ВостНИИ</p>	<p>Куприянов Николай Петрович - канд.техн.наук, ведущ. научн. сотрудник ФГУП НЦ ВостНИИ</p>	<p>Масаев Юрий Алексеевич - канд.техн.наук, доц. каф. строительства подземных сооружений и шахт</p>	<p>Зиберт Олег Викторович - горный инженер (Кузбасский государственный технический университет)</p>
---	---	---	---