

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СОЗДАНИИ СРЕДСТВ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

С.А. Калякин , Н.Р. Шевцов
ООО «Снэйк», ДНТУ

Доведено раніше невідоме явище виникнення дезроко-мбінаційного ефекта інгібітора підчас детонації ВР в буферном середовище. Сформульовани пропонування по новим напрямкам запобігання займань метану та вугільного пилу.

Развитие угольной промышленности Украины происходит в условиях непрерывного роста глубины разработки и газообильности шахт, что увеличивает опасность образования взрывчатых смесей метана и угольной пыли в выработках при производстве горных работ. Для производства взрывных работ к взрывчатым веществам, допущенным к применению в этих условиях, предъявляются особые требования безопасности, в основе которых лежит требование, по которому они не должны воспламенять метановоздушную (МВС) или пылевоздушную (ПВС) смеси. Безопасные в этом отношении ВВ получили название предохранительные (ПВВ).

Несмотря на достигнутый высокий уровень безопасности взрывных работ при применении ПВВ, в ряде случаев взрыв его шпурового заряда становится причиной вспышки или взрыва метана, угольной пыли или их смеси в горных выработках угольных шахт. Поэтому необходимо дальнейшее изучение условий и выявление неизвестных закономерностей, которые проявляются или предшествуют воспламенению метана или угольной пыли в результате производства взрывных работ.

В настоящее время безопасность взрывных работ в угольных шахтах достигается за счет применения: предохранительных взрывчатых веществ (ПВВ), забойки шпуров, предохранительных завес или заслонов.

Эффективность этих средств обеспечения безопасности взрывных работ основана на применении специальных материалов, обеспечивающих флегматизацию продуктов взрыва ВВ или продуктов взрыва МВС и ПВС.

Развитию ПВВ и других средств обеспечения безопасности взрывных работ посвящено большое количество научно-исследовательских работ, начало которых связано с первыми

антигризутными комиссиями, образованными в конце XIX века. Анализ результатов проведенных работ позволил установить ряд особенностей, связанных с применением ингибиторов и пламегасителей в составах ПВВ и в виде забойки. Эти особенности сводятся к следующему. Экспериментально установлено феноменологическое отличие в уровне предохранительных свойств ВВ, содержащих в своем составе ингибитор реакции окисления кислородом воздуха, которое было получено при испытании в МВС их свободноповешенных зарядов или зарядов, расположенных в угловой мортире по сравнению с аналогичными зарядами, взрывающимися в канале мортиры без забойки. Парадокс заключается в том, что ПВВ с уровнем предохранительных свойств, определяемым предельным зарядом, который при взрыве не воспламеняет МВС при его испытании в канале мортиры без забойки и поэтому считается безопасным по отношению к метану, при испытании открытого заряда в МВС дает противоположный результат. Это привело к тому, что ряд ПВВ, которые считались безопасными по отношению к МВС и успешно проходили испытания на безопасность в канальной мортире, в действительности легко воспламеняли смесь и явились причиной аварий в шахтах.

Следующее отличие в свойствах пламегасителей экспериментально установил проф. Шевцов Н.Р. Он получил феноменологическое отличие между величинами объемов пламегасителей, предотвращающих воспламенение МВС при детонации этого заряда, определяемым в одном случае, когда пламегаситель окружает со всех сторон патрон предохранительного ВВ в МВС и обеспечивает ему необходимый уровень предохранительных свойств, а в другом располагается в канале мортиры в виде забойки предохранительного ВВ. В этом случае парадокс заключается в том, что одни и те же ВВ с одинаковым объемом пламегасителя в оболочке патрона или в виде забойки в шпуре имеют разный уровень безопасности при их взрывании в МВС.

Изучению этих парадоксов была посвящена обширная исследовательская работа. Основой экспериментальных исследований является установление закономерностей охлаждения раскаленных продуктов взрыва ВВ в процессе их разлета в буферной среде, которая в одном случае является предохранительной оболочкой из пламегасителя, окружающей заряд ВВ, а в другом случае забойкой, отделяющей детонирующий заряд от МВС. Теоретические исследования были увязаны с физикой ударных волн в твердых и жидких средах и с теорией детонационных волн распространяющихся

в газообразных и конденсированных ВВ. Уяснение результатов этих исследований невозможно без оценки теплофизических величин веществ буферной среды в процессе их теплообмена с газообразными продуктами взрыва ВВ. Решение задачи по определению доли энергии, которую утилизирует буферная среда в процессе ее теплообмена с продуктами взрыва, позволила определить степень влияния материалов, составляющих ее, на ингибирование реакции окисления метана кислородом воздуха, возникающей в результате воздействия взрывного импульса ВВ.

Основные результаты работы позволили установить долю энергии, которую в единицу времени поглощает буферная среда (оболочка патрона или забойка шпура) в результате ее теплообмена с продуктами взрыва в зависимости от времени их запираания в этой среде. Оказалось, что время запираания продуктов взрыва предохранительной оболочкой составляет ($8 \cdot 10^{-3} \dots 4,7 \cdot 10^{-2}$) мс; при этом доля, поглощаемой ее энергии, колеблется от $4,68 \cdot 10^{-2}$ до $0,62 \cdot 10^{-3}$ от общей энергии взрыва ВВ. Для забойки время запираания составило (0,99 ... 5,49) мс, а доля энергии, поглощаемая забойкой, от общей энергии взрыва заряда оказалась равна $1,3 \cdot 10^{-5} \dots 5,08 \cdot 10^{-2}$.

В результате экспериментально установили, что доля поглощения тепла буферной средой в процессе теплообмена с продуктами взрыва ВВ за время их запираания его очень мала и существенной роли на условия и параметры воспламенения МВС не оказывает. Поэтому было исследовано влияние на величину длины забойки, которая предотвращает воспламенение МВС, величины длины заряда ВВ (аммонита БЖВ), а также физических величин, которыми характеризуется забойка и ее материал, т.е. линейной плотности забойки, удельная теплота поглощения энергии материалом, скорость выброса забойки, время запираания продуктов взрыва в полости мортиры, а также величины концентрации материала забойки, который диспергирован в продуктах взрыва ВВ.

Установлено, что оба парадокса имеют одну и ту же природу явления, которая их вызывает. При взрывании в канальной мортире необходимо при прочих равных наличие определенной концентрации ингибитора в продуктах взрыва ВВ, позволяющей предотвратить воспламенение МВС, а для ВВ в предохранительных оболочках увеличением ее объема. Поэтому для зарядов ВВ в предохранительных оболочках необходим больший объем пламегосителя, чем для тех же зарядов ВВ в канале мортиры.

Другое важное следствие, которое можно сделать из полученных результатов, связано с особенностью воспламенения и

детонации МВС. Достоверно известно, что чем больше время воздействия на МВС ударных волн и высокой температуры газообразных продуктов взрыва, тем легче она воспламеняется и более устойчиво детонирует. Поэтому увеличение уровня предохранительных свойств заряда ПВВ, вследствие увеличения его времени воздействия взрыва на МВС связано только с тем, что ингибитору, который находится в продуктах взрыва, необходимо время, чтобы он мог эффективно ингибировать. Это наблюдается при взрывании ПВВ в канале мортиры. Там процесс взрыва и воспламенения МВС имеет продолжительность в 10...15 раз большую, чем при взрыве открытого заряда. Учитывая это можно утверждать, что в начальный момент времени ингибитор под действием сильных ударных или детонационных волн теряет свою способность к ингибированию реакции окисления метана, которая через определенный период времени к нему возвращается, и чем больше это время, тем он эффективнее тормозит реакцию окисления метана.

Таким образом экспериментально установлено неизвестное ранее явление перехода кристаллического ингибитора, способного тормозить цепную реакцию окисления метана кислородом, в состояние, при котором он становится неспособным на рекомбинацию радикалов на поверхности кристалла вследствие спонтанного процесса, вызванного воздействием на кристалл соли сильной ударной или детонационной волны, с восстановлением утраченной способности через время релаксации структурной константы кристалла.

Не учет этого явления приводило на практике к воспламенению МВС и ПВС в угольных шахтах в одном случае в результате того, что объем применяемой забойки в шпурах был недостаточен, а в другом случае применение ВВ в предохранительных оболочках не позволило повысить уровень безопасности взрывных работ по сравнению с обычными ПВВ.

Таким образом в работе получены не тривиальные результаты, которые коренным образом меняют современные взгляды на методы обеспечения безопасности взрывных работ в опасных условиях угольных шахт, в т.ч. на принципы построения ПВВ, забойки шпуров и систем предупреждения и локализации взрывов в горных выработках.