

УДК 624.132

*Кривцов Н.В., д-р техн. наук, Национальный НИИ охраны труда,
Гулеватый С, И., канд. техн. наук, корпорация "Укргрострой",
Озеров Е.В., управление "Укргрозовзрывпром"*

БЕСТРОИЛОВЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ БЕСШПУРОВОГО РАЗРУШЕНИЯ КРУПНОКУСКОВОГО МАТЕРИАЛА ЭНЕРГИЕЙ ВЗРЫВА

Для получения известного всем щебеночного материала необходимо затратить большие усилия, в том числе, использовать энергию взрыва. При дроблении взрывом скалы, получается разрушенная горная масса, в которой находятся как крупные, так и мелкие куски породы. Мелкие грузят в транспортные машины и затем в бункера дробилок, где они додрабливаются на щебень. А вот с большими камнями, так называемыми в горном деле, негабаритами существует целая проблема. Негабариты нельзя поместить ни в кузов автосамосвала, не говоря уже о бункере дробилки. Но негабарит, это далеко не отходы, а сырье для получения щебня. Но тут необходимы дополнительные меры, состоящие в доразрушении этих больших кусков породы.

Разрушение крупнокускового материала наиболее актуально при ведении подъемных и открытых горных работ (дробление негабаритных фракций), а также при разрушении отходов металлургического производства (металлические слитки).

Используемые в промышленности методы разрушения крупнокускового материала имеют ряд существенных недостатков. Методы основанные на механическом разрушении крупнокускового материала – низкопроизводительны, трудоемки и очень дорогостоящие, видимо поэтому и не находят широкого применения в промышленности. Методы разрушения крупнокускового материала с использованием энергии взрыва более эффективны. Наиболее широко используемый шпуровой метод разделки крупнокускового материала очень трудоемкий, требует перфораторного обуривания и по материальным затратам хотя и дешевле механических методов разрушения, но достаточно дорог для производителей. Реже используемый на практике метод взрывного разрушения крупнокускового материала накладными зарядами заводского изготовления хотя и высокопроизводительный, не трудоемкий, но из-за высокого расхода ВВ, его высокой цены и зачастую сложной установки компактного, требуемой формы заряда на поверхности разрушаемого объекта, а также присущего этому методу побочного эффекта - возникшей интенсивной воздушно-ударной волны, не находит применения в промышленности.

Выполненный детальный технико-экономический анализ взрывных методов разрушения крупнокускового материала показал, что в этих методах операция бурение (ручное шпуровое перфораторное) является основным сдерживающим фактором в широком использовании взрывных методов в промышленности. Изучение мирового опыта и тенденций в шпуровом бурении однозначно свидетельствуют о бесперспективности совершенствования операции бурения за счет его механизации (исключения ручного обуривания), так как эффективная система механизированного обуривания резко удорожает работы по разделке негабарита и потребует существенных капитальных и текущих затрат на создание, закупку и нормальное функционирование бурового оборудования. Поэтому создание высокоэффективной технологии взрывного разрушения крупнокускового материала должно базироваться на принципиальном исключении операции бурение в этой технологии и использовании в качестве базовой ее основы - метода дробления негабарита накладными зарядами.

Как уже нами отмечалось, метод дробления негабарита накладными зарядами не имеет широкого применения из-за ряда существенных недостатков присущих этому методу, которые можно устранить путем использования в качестве накладного заряда - дешевого взрывчатого вещества (ВВ) местного приготовления со специфическим действием "раздавливания". Как известно, такого эффекта можно достичь с помощью ВВ чувствительного к импульсу электродетонатора, детонирующего шнура и одновременно имеющего низкую скорость

детонации, мягкий растянутый импульс. Такие характеристики могут иметь ВВ с малой плотностью. Базируясь на фундаментальных исследованиях, разработку ВВ для накладного заряда вели на основе малоплотных взрывчатых составов (МПВС), представляющих собой многокомпонентную механическую смесь окислителя, температурного воспламенителя и поверхностно активного вещества, которое каждое в отдельности не являются взрывчатыми веществами. Варьируя процентным соотношением компонент в составе и технологией приготовления, регулируются физико-механические (вязкость, плотность) и взрывные (теплота взрыва, скорость детонации) свойства МПВС.

Разработка специальных МПВС для накладного заряда основывалась на анализе протекания химических реакций взрывного горения, детонации у различных типов существующих ВВ, МПВС и их составных компонент. С этих позиций анализировались все применяемые на практике промышленные ВВ, МПВС и при всех прочих равных условиях предпочтение отдавалось тем взрывчатым материалам, которые включали в свой состав не дефицитные и дешевые компоненты. В результате такого анализа установлено, что наиболее целесообразно для наших целей использование взрывчатых смесей на основе аммиачной селитры. Это объясняется доступностью селитры, как исходного сырьевого материала широкой производственной базой ее изготовления и низкой стоимостью, а также сравнительной безопасностью переработки смесей на ее основе.

Как известно, во взрывчатых смесях аммиачная селитра выполняет функцию окислителя, а горючим могут быть различные органические соединения, а также металлические неметаллические порошки. Опытным взрывникам-производственникам известно, что аммиачная селитра ранее применялась в чистом виде как малочувствительное ВВ при массовых взрывах, которое инициировалось мощными промежуточными инициаторами. Исследователям-взрывникам хорошо известно, что инициирующую способность селитры можно повысить за счет дополнительного диспергирования ее гранул перед использованием. Учитывая последнее, нами были проведены эксперименты по оценке инициирующей способности селитры в зависимости от дисперсности ее гранул. Установлено, что из выпускаемых промышленностью разновидностей селитры наиболее приемлемой для наших целей является порошкообразная селитра ЖВ, а обыкновенная гранулированная селитра может быть использована только после ее измельчения до дисперсности с размером зерен менее 1,5 мм. Анализ вариантов возможных горючих добавок к порошкообразной селитре показал, что лучшей добавкой является алюминиевая пудра. Однако, эксперименты со смесью селитры с пудрой (с различными соотношениями горючего и окислителя) показали, что стабильной взрываемости исследуемых смесей очень трудно достичь даже в лабораторных экспериментах, а в условиях промышленного использования сделать это практически невозможно. Это обусловлено, в первую очередь, сложностью создания равномерности смешивания селитры с пудрой, а также особенностями протекания реакции детонации таких смесей. Зафиксированные параметры импульсов у этих смесей характеризуются повышенной скоростью нагружения, укороченной длительностью процесса и повышенным максимальным напряжением в импульсе, в сравнении с характеристикой взрывного процесса чистой аммиачной селитры. Между тем, сравнивая параметры импульса исследуемой смеси с параметрами взрывного разложения аммонита - БЖВ, было замечено некоторое улучшение характеристик процесса детонации испытанных смесей.

Анализ работ, посвященных исследованию процессов взрывчатого превращения различных типов ВВ, показывает, что существенную роль в регулировании параметров импульса ВВ играет его исходное состояние, в первую очередь плотность ВВ. Повышение плотности ВВ приводит к увеличению его скорости детонации и максимальных напряжений в импульсе. Многими исследователями отмечается, что с повышением пористости ВВ (фактически увеличением доли воздуха в ВВ) его импульс при взрыве растягивается и, при определенных условиях, некоторые ВВ бризантного типа могут работать как метательные ВВ.

Все изложенное позволило перейти к отработке рецептуры взрывчатого состава с требуемыми свойствами взрывного воздействия. Для этого в смесь аммиачной селитры с пудрой была введена специальная добавка (поверхностно-активное вещество ПАВ), обеспечивающая

вспенивающий эффект. На основе анализа химических реакций, происходящих в предложенной смеси, экспериментов по испытанию ее взрываемости, создан взрывчатый состав с требуемыми характеристиками. Разработанный специальный МП8С, названный Игфанит-"М", представляющий собой серую пастообразную смесь плотностью 0.6-0,8 г/см³, состоящую из аммиачной селитры, ПАВа и алюминиевой пудры или порошка, имеющий скорость детонации 2000-2600 м/с, критический диаметр 50 мм, работоспособность по отношению к аммониту 6-ЖВ-0.78-0.89.

Как известно, изготовление взрывчатых веществ /ВВ/ требует соблюдения особых мер безопасности. Используемое оборудование должно быть изготовлено в искро- и электробезопасном исполнении, без наличия трущихся металлических частей и т.д. Учитывая сложности экономического положения страны, к подбираемому оборудованию предъявлялось требование - наличие его серийного производства на заводах Украины или в странах СНГ. Прежде, чем перейти к выбору оборудования, нами была разработана схема подготовки компонентов и приготовления МПВС механизированным способом. Технологическая схема механизированного изготовления МПВС состоит из двух этапов работ. На первом этапе производится предварительная подготовка компонентов МПВС - измельчение аммиачной селитры (компонента 1) смешивание добавки 1 (температурного воспламенителя) с добавкой 2 (поверхностно-активное вещество - ПАВ) и получение компоненты 2.

Как уже отмечалось, из выпускаемых промышленностью сортов аммиачной селитры наиболее приемлемая для МПВС является порошкообразная аммиачная селитра - ЖВ. Ее главная особенность - высокая дисперсность. Выпускаемая заводом-изготовителем селитра-порошок представляет собой измельченную массу со средним куском - 1 мм. Как известно, измельчение аммиачной селитры обеспечивает повышение ее работоспособности при взрывном разложении и одновременно способствует равномерному и интенсивному взаимодействию с компонентой 2 при их смешивании. Однако, несмотря на наличие в составе описанной селитры водоустойчивой добавки - ЖВ, она весьма склонна к слеживаемости. В особенности при ускоренном производстве селитры на зародке, когда она, еще не остывшая, грузится в транспортные средства и отправляется потребителю. Как правило, при поступлении такой селитры на склад заказчика она теряет свойство сыпучести и приобретает крепость /прочность/, причем в отдельных кусках прочность селитры достигает 200-300 кг/см². Естественно, что использование такой селитры по назначению становится весьма затруднительным и требует ее предварительного измельчения.

Детальное изучение вопроса механического дробления минеральных сред показало, что эффективное измельчение (возвращение в исходное состояние) слежавшейся порошкообразной селитры может быть достигнуто на дробилках. После консультаций со специалистами Госнадзорохрантруда Украины, в качестве базовой дробилки выбрано серийное устройство АИР-20, выпускаемое промышленностью СНГ во взрывобезопасном исполнении. После специальных доработок устройство перерабатывает до 1 тонны/час слежавшейся селитры с одновременным растариванием ее из мешков и обеспечивает дисперсионный состав измельченной селитры в основной своей массе не более 1 мм.

Как уже отмечалось, в качестве окислителя в составе МПВС может быть использована аммиачная селитра, изготовленная из обычной гранулированной селитры. Но ее подготовка на АИР-20 невозможна, из-за низкого качества измельчения гранул селитры, что обусловлено конструктивными особенностями устройства.

В этой связи специально для измельчения гранулированной селитры в условиях управления "Украгровзрывпром" был испытан зерноизмельчитель дискового типа, выполненный в искробезопасном исполнении. Проведенные предварительные и контрольные испытания дали положительные результаты и в настоящее время управление "Украгровзрывпром" совместно с Национальным научно-исследовательским институтом охраны труда ведут приемочные испытания нового устройства в карьерах корпорации "Украгрострой". По результатам этих испытаний устройство будет допущено к постоянному применению в Украине.

Как уже отмечалось выше, на предварительном этапе работ, кроме измельчения селитры, производится создание компоненты 2, путем смешивания добавки 1 (температурного воспламенителя) с добавкой 2 (ПАВ). В качестве смешивающего устройства выбран смеситель с червячным ротором. Создание компоненты 2 не является взрывоопасной операцией, поэтому эти работы в принципе могут производиться смесителем с электрическим приводом. С целью уменьшения пыления добавки 1 (напр., алюминиевой пудры) она первоначально смешивается с добавкой 2 (ПАВ) в специальной емкости путем механического их смешивания. После чего, полученная текучая пастообразная смесь тщательно размешивается в смесителе. После предварительной подготовки компоненты 1 и 2, выполняются работы по 2-му этапу - непосредственному приготовлению МПВС.

Работы по МПВС Игфанит-"М" проводились на специальном роторном смесителе типа строительного растворосмесителя РБ-80ЭУ-2, с гидравлическим, шкиво-ременным, цепным и др. приводами. Технология и последовательность операций по приготовлению МПВС включает: расфасовку порций компоненты 1 и 2 на четыре части; размещение порций компоненты 1 (1/4 ее часть) в емкости смесителя; включение смесителя и размещение компоненты 2 (1/4 ее часть), смешивание в течение 3-5 минут; засыпка компоненты (1/4 ее часть), а затем компоненты 2 /1/4 ее часть/ и смешивание в течение 3-5 минут; затем последовательную засыпку оставшихся компонентов 1 и 2, а также по необходимости усиливающей добавки.

В настоящее время в Украине МПВС Игфанит-"М" эффективно используется на предприятиях ассоциации "Укрвзрывпром" (в специализированных организациях "Украгровзрывпром", "Черноморвзрывпром", "Харьковвзрывпром") в качестве зарядов в технологии бесшпуровой разделки негабаритных фракций и крупнокускового материма. По новой технологии разрушено более 400 тыс. м³ негабаритных фракций и крупнокускового материала. Технология включает:

- приготовление МПВС по месту производства взрывных работ;
- размещение его в виде накладных зарядов на негабаритных фракциях. установку инициатора (ДШ или ЭД);
- монтаж взрывной сети и взрывание. Технично-экономические показатели технологии:
- средняя стоимость 1 т МПВС Игфанит-"М" /на 1.04.00 г./ - 650 грн.;
- удельный расход МПВС Игфанит-"М" -1,5-2,5 кг/м³;
- интенсивность ударной воздушной волны, в сравнении с аммонитом 6 ЖВ -0.5;
- разлет кусков разрушенной негабаритной отдельности не превышает 25-30 м;
- кусковатость разрушенной горной массы - регулируется.

Таким образом в результате выполненных исследований, опытно-промышленных работ разработана и внедрена новая бесшпуровая технология взрывного разрушения крупнокускового материала, главной отличительной особенностью которой является то, что в качестве ВВ накладного заряда используется специальный МПВС Игфанит-"М", обеспечивающий эффективное и качественное дробление крупнокускового материала. Использование новой технологии позволяет существенно снизить трудоемкость и стоимость вторичного дробления в карьерах рудной, нерудной и угольной промышленности, при разрушении металлических слитков в металлургическом производстве. Кроме того, МПВС Игфанит-"М" может быть эффективно использован при шпуровой и скважинной отбойке скальных массивов, контурном взрыве, добыче блочного камня.