Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 125. Л., 1991

УДК 622.235

ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С МАЛЫМ КРИТИЧЕСКИМ ДИАМЕТРОМ И НИЗКОЙ СКОРОСТЬЮ ДЕТОНАЦИИ

О.А.РЫЖУХИН, Н.В.РУХЛИНА, М.А.НЕФЕДОВ

При проведении специальных работ по направленному разрушению горных пород (контурное взрывание, создание протяженных плоскостей разрыва) для регулирования воздействия на массив возникает необходимость использования промышленных взрывчатых веществ (ПВВ) с достаточно широким диапазоном энергетических, технологических и физико-механических свойств. Прежде всего это касается скорости детонации и критического диаметра, так как временной режим нагружения горных пород определяющим образом влияет на процесс разрушения, а с целью уменьшения затрат на бурение и увеличения скорости бурения в настоящее время наблюдается стремление уменьшить диаметр шпуров до 28-32 мм. Поэтому создание класса ПВВ, обладающих достаточно низкой скоростью детонации (1600-2500 м/с) и малым критическим диаметром является задачей актуальной.

Один из аспектов разработки новых типов ПВВ в настоящее время состоит в создании источников энергии (низкоимпульсных систем), позволяющих предельно снижать объемную плотность энергии и создавать в высшей степени управляемые системы по передаче и отбору энергии. Этот аспект является определяющим при разработке ПВВ для горно-добывающей промышленности, так как эффективность применения конкретных типов ВВ определяется не только степенью полезного использования потенциальной энергии заряда, но и возможностью управлять механизмом разрушения горных пород путем создания контролируемых профилей нагрузки на взрываемый массив. Создание способов управления энергией взрыва основывается на качественном изменении механизма его действия с применением композиционных систем из нескольких слоев различных по свойствам ВВ, расположенных в определенной последовательности; введением в состав ВВ добавок, имеющих разную химическую природу и физико-механические свойства. Получаемые таким способом низкоимпульсные системы можно сгруппировать следующим образом:

1) низкоплотные взрывчатые составы (НПВС), характеризующиеся существенной протяженностью зоны энерговыделения;

2) высокоплотные системы с ограниченным содержанием мощных ВВ;

3) составы, реализующие режим низкоскоростной детонации (НСД) и позволяющие снизить параметры детонационной волны (ДВ).

Селективно детонирующая система состоит из окислителя – аммиачной селитры и высококалорийных горючих элементов и горючих смесей, определенным образом расположенных в различных энергослоях в зависимости от скорости реакции [2]. Применение в наружном энергослое компонентов, увеличивающих время реакции и образующих при этом значительные объемы газообразных продуктов, создает режим разрушения с ослабленным бризантным и повышенным фугасным действием, в целом снижающий вредное действие взрыва на породу. Применение подобных взрывчатых систем предполагает регулирование параметров заряда ВВ в заданном направлении (в зависимости от свойств горных пород) для формирования оптимального импульса взрыва.

Введение в состав ВВ добавок и наполнителей приводит к существенному изменению параметров детонации заряда и состояния продуктов взрыва [3]. В зависимости от их природы удается получить или монотонный спад массовой скорости продуктов взрыва, или резкое изменение характера газодинамического течения за детонационным фронтом, обусловленное более сложной кинетикой энерговыделения в ДВ, или выделение дополнительного количества энергии в результате реакции добавок с продуктами детонации (ПД).

Однако решение этих проблем в первом случае связано с технологическими проблемами изготовления зарядов, а во втором – с возможностью промышленного получения подобных композиций. Но в любом случае создание взрывчатых систем предполагает существование как необходимых штатных ВВ, так и новых химических соединений, пробивающих себе дорогу в промышленное производство благодаря комплексу уникальных свойств. Эти соединения могут изменять в заданном направлении физико-механические и технологические свойства композиций (улучшение сыпучести, снижение электризации порошков, уменьшение диаметров сводообразования, стабилизация распределения компонентов по объему продукта, уменьшение наличия продукта на поверхности технологической оснастки и т.п.), а в отдельных случаях и обеспечивать повышение полноты химического превращения вещества в процессе взрывчатого разложения системы, сопровождающегося дополнительным выделением энергии [1].

Получение таких ВВ следует производить с учетом экономического аспекта, что вынуждает сопоставлять все способы, анализировать наличие исходного сырья и оборудования с точки зрения их стоимости.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что расширение номенклатуры ПВВ с малым критическим диаметром и низкой скоростью детонации представляет собой крупную проблему, решение которой невозможно без создания комплексной системы исследований, включающей полный учет всех входных и выходных параметров, так как для успешного применения разрабатываемых составов необходимо не только уметь придавать ВВ определенные, заранее заданные свойства, но и установить связь между характеристиками ВВ, параметрами детонации и определенными формами работы взрыва.

Эти задачи связаны с дальнейшим развитием теоретических основ процессов, получением новых составов, разработкой методов оценки качества полученных взрывчатых систем и эффективности их применения.

Реализация этих задач требует развития исследований в трех направлениях:

1) методологическое – комплексное изучение процесса взрыва, создание новых ВВ и совершенствование существующих методов анализа ПВВ;

2) теоретическое – обоснование новых вариантов компоновки ВВ, технологии их переработки, создание математических моделей этих производств для различных видов оборудования и методов прогнозирования свойств разрабатываемых ПВВ, математическое моделирование процессов, происходящих при их взрывании;

3) практическое – внедрение в производство новых составов ВВ, совершенствование промышленного оборудования, разработка способов контроля и регулирования качества продукции.

Основными задачами повышения эффективности технологии получения новых ПВВ является совершенствование и оптимизация существующих принципов компоновки подобных композиций; совершенствование существующего и разработка нового, более производительного технологического оборудования; создание способов контроля и регулирования качества продукции; внедрение в производство эффективных процессов изготовления перспективных ВВ.

Создание принципов разработки составов ПВВ представляет собой особую область исследования. Совокупность состава композиции и свойств исходных компонентов, в том числе и модифицированных, с одной стороны, является результатом разработки состава, анализа свойств и подготовки компонентов, а с другой – определяет характер всех последующих этапов получения ПВВ.

При изготовлении таких систем в процессе смешивания имеет место совокупность физических и химических превращений, сопровождающихся образованием статического электричества, повышением температуры и иногда даже электронной эмиссией. При скоростном перемешивании растворов могут возникать кавитационные процессы. В результате этих воздействий имеют место превращения, развивающиеся в массе компонента (разрушения агломератов и частиц, деструкция, теплообразование в массе и т.п.), на границе раздела компонентов (образование физических и химических связей, межфазовые явления, переходные слои и т.п.), а также на границе раздела материала и рабочих органов оборудования.

Закономерным результатом завершающего этапа исследований является создание методов прогнозирования свойств взрывчатых составов, разработка рекомендаций по технологии их приготовления, конструктивному оформлению процесса, а также по реализации методов контроля и регулирования качества продукции.

Физико-механические и взрывчатые свойства ПВВ, помимо природы исходных компонентов, определяются степенью структурирования системы и наличием регулирующих добавок. Нужно указать и на необходимость диспергирования компонентов, равномерность их распределения. Понятие равномерного распределения в сложных системах с регулируемыми добавками не всегда тождественно оптимальному распределению компонентов. Именно направленное распре-

деление компонентов в композиции ВВ обеспечивает наиболее благоприятные условия выделения энергии при взрыве ВВ и воздействия разрушающих параметров на окружающую среду.

Разработан способ введения полых хрупких наполнителей (стекло) в оптимальных количествах в полимерные (олигомерные) или им подобные по консистенции матрицы, используемые в качестве связующих компонентов ПВВ. Это позволило снизить плотность материала, усилить возможность направленного регулирования энергетических параметров ВВ, а также обеспечить надежную детонацию подобных зарядов от штатных средств инициирования с достаточно малой скоростью процесса и при малом критическом диаметре.

Накоплен опыт изготовления низкоплотных систем из смеси крупных сферических частиц пенополистирола и аммиачной селитры. При изготовлении низкоплотных взрывчатых систем на основе высокобризантных ВВ (тэн, гексоген) в качестве каркасных наполнителей используют древесные опилки, крахмал, микрочастицы синтетической смолы или другие материалы, обладающие химической инертностью по отношению к ВВ. Внесение каркасного наполнителя снижает плотность энергии в заряде, существенно уменьшает параметры во фронте ДВ и, вследствие этого, изменяет параметры нагружения среды. ПВВ с малой плотностью могут быть получены также путем вспенивания специального компонента взрывчатой композиции, но такая операция требует специального оборудования и продолжительна по времени. Заряды, изготовленные на основе низкоплотных каркасных структур (в виде волокон, сетки и т.п.), являются эластичными. Эти качества, а также то, что такие ВВ обладают низкой чувствительностью к механическим воздействиям, открывают перспективы применения подобных зарядов в народном хозяйстве. Недостатком таких взрывчатых систем является сложность их изготовления и высокая стоимость.

Добавки поверхностно-активных веществ (ПАВ) типа эпиламов, разработанные в Государственном институте прикладной химии, способствуют снижению электризуемости порошка ВВ при транспортировке и заряжании, в 5–10 раз повышают его сыпучесть. Особый интерес представляют ПАВ, которые, кроме того, обеспечивают повышение степени использования алюминия в процессе взрывного превращения ВВ.

На кафедре химической энергетики Ленинградского технологического института имени Ленсовета разработан состав, содержащий 80 % аммиачной селитры и 20 % алюминия марки ПАП-2. Предусмотрена "горячая" технология приготовления этой композиции с использованием воды и добавок, регулирующих смачиваемость алюминия. Состав обеспечивает скорость взрывного горения 780 м/с, критический диаметр заряда – 6 мм. Инициирование данной композиции осуществляется от штатного электровоспламенителя.

В ПВВ кроме алюминия могут быть использованы ферросплавы, содержащие кремний (ферросилиций и силикокальций).

При разработке новых составов следует исходить из того, что гранулированные и водосодержащие ВВ на основе аммиачной селитры надолго сохранят свое ведущее положение в горной промышленности, поэтому необходимо и даль-

ше разрабатывать их рецептурный состав, совершенствовать новые виды ВВ данного типа. Следует выделить работы по созданию водоустойчивой аммиачной селитры, гранулы которой покрываются полимерными или металлическими пленками, сохраняющей свои взрывчатые свойства в воде в течение нескольких суток.

Таким образом, пути развития ПВВ специального назначения с применением сыпучих и пластичных ВВ определены. На их основе могут быть разработаны конструкции зарядов для горно-добывающей промышленности в виде шлангов, гирлянд и т.д. с диаметрами от 8 до 27 мм, скоростью взрывчатого превращения от 800 до 2500 м/с и объемной плотностью от 0,6 до 1,65 г/см^3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А н и с к и н А.И. Детонация смесей взрывчатых веществ с алюминием // Химическая физика процессов горения и взрыва: Материалы 8-го Всесоюз. симпозиума по горению и взрыву / Ин-т хим. физики АН СССР. Черноголовка, 1986.

2. Взрывная отбойка пород в "щадящем" режиме / Ф.М.Галаджий, В.А.Люплавский, В.И.Плужник и др. // Взрывное дело. 1984. № 86/43.

3. К о б ы л к и н И.Ф., С о л о в ь е в В.С. Критический диаметр детонации смесевых и аэрированных взрывчатых составов на основе однородных ВВ // Химическая физика процессов горения и взрыва: Материалы 8-го Всесоюз. симпозиума по горению и взрыву /Ин-т хим. физики АН СССР. Черноголовка, 1986.