

РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ЭВВ

Новый порошкообразный взрывчатый нитрат аммония представляет собой эмульсионное взрывчатое вещество (ЭВВ), которое обладает уникальной структурой и имеет значительные преимущества по сравнению с порошкообразным взрывчатым веществом. Рассмотрены технология изготовления ВВ и его детонационные характеристики, приведен сравнительный анализ с порошкообразным ВВ; отмечены широкие перспективы его применения.

A new powdered ammonium nitrate explosive Powdered Emulsified Explosive is presented. It possesses the unique structure of oxidizer phase-in-oil, which makes it has the remarkable advantages of both Emulsion Explosive and powdered explosive. In this paper, the formulation and the preparation technology of the explosive are expounded, the property characteristics of the explosive is analyzed. It have wide prospects of application.

В настоящее время объем производства и сбыта порошкообразных ЭВВ занимает 50-60 % от общего объема промышленных ВВ, в том числе основными компонентами являются главным образом аммонит с тротилом, аммонит и порошкообразные ЭВВ.

В КНР долгое время аммиачно-сурьмяные ВВ занимали ведущее место. Однако в настоящее время технология их изготовления не отвечает современным требованиям безопасности, а сами ВВ обладают низкой водоустойчивостью, гигроскопичны. Для ANFO смешивают окислитель с горючим. По сравнению с порошкообразными ЭВВ контакта двух веществ недостаточно. Это определяет их недостатки: плохую водоустойчивость, низкую безопасность при применении в угольных шахтах. Благодаря микроконструкции «вода в масле» порошкообразные ЭВВ имеют преимущества по сравнению с ЭВВ: более высокие показатели детонации, устойчивое хранение, хорошая водостойкость. Кроме того, обладают большой взрывной силой, удобны при использовании. Поэтому можно считать, что порошкообразные ЭВВ не являются загрязняющими и могут идеально за-

менить порошкообразные аммиачно-сурьмяные ВВ. Высокая безопасность производства и степень автоматизации непрерывного производства порошкообразных ЭВВ способствовали их удачному внедрению в Китае. Однако старая технология изготовления порошкообразных ЭВВ имеет недостатки: для получения порошкообразных ЭВВ при обычной температуре используется распыление воздухом. После распыливания и порошкообразования требовалось сушение воздухом, пылеудаление и охлаждение. В связи с этим необходима громоздкая система порошкообразования, циклон, пылеочиститель-спринклер, вибрационный флюидизационный стол и т.д. Это невозможно осуществить без инвестиций в капитальное строительство и энергопотребление. Нами разработана новая технология изготовления порошкообразных ЭВВ с низкими капиталовложением и энергопотреблением.

Новая технология изготовления порошкообразных ЭВВ. Рецептура и технологические параметры порошкообразных ЭВВ. На основании старой рецептуры изготовления порошкообразных ЭВВ разработана но-

вая оптимальная рецептура с учетом порошкообразования, сушения и охлаждения:

Компоненты	Доля, %
Нитрат	87-92
Вода	4-7
Эмульгатор	1,8-2,5
Композиционная масляная фаза	4-4,8
Добавка	0-3

Согласно указанной рецептуре отдельно приготовленные водяная и масляная фазы подвергаются эмульгированию, в результате чего получается эмульсионная матрица. После охлаждения последняя подвергается прессованию и разрыхлению. Таким образом получают порошки, которые смешиваются с добавками.

При применении новой рецептуры разрушение эмульсии, слеживание и влагопоглощение не возникает, детонационные показатели близки к порошкообразным ЭВВ, полученным по старой технологии.

Детонационные характеристики и влияющие на них факторы. Детонационные показатели изготовленных по новой технологии порошкообразных ЭВВ при использовании патрона диаметром 32 мм следующие:

Зернистость	100 %
Плотность зарядки, г/см ³	0,90-1,05
Скорость детонации, м·с ⁻¹	3500-3800
Бризантность, мм	15-17
Детонация на расстояние, см	≥ 6

Нами отмечено, что детонационные показатели порошкообразных ЭВВ, изготовленных по новой и старой технологии, приблизительно равны. Основными факторами, влияющими на показатели ЭВВ новой технологии, являются: рецептура, эффект эмульгирования, технология порошкообразования, зернистость ЭВВ, добавки и метод их дозировки.

В рецептуре масляная фаза занимает примерно 6-7 %. При низком соотношении эмульгирование производить нелегко, в процессе охлаждения и порошкообразования возможно разрушение эмульсии, что ухудшает детонационные характеристики. При высоком соотношении эмульсия становится

более вязкой и легко налипает на стенки оборудования при разрыхлении, в результате чего трудно образуются порошки и детонационные показатели ухудшаются. Кроме этого, масляная фаза состоит, главным образом, из минерального масла, парафина и эмульгатора, от соотношения которых зависит прочность масляной мембраны, а также детонационная сила и устойчивость хранения.

Кроме рецептуры, на эффект эмульгирования влияют температура воды и масла, конструкция и скорость вращения эмульсификатора. Температура водяной и масляной фаз должна быть одинаковой – выше точки выделения кристалла на 15 °С. Эмульсификатор непрерывного действия с обычным давлением характеризуется высокоэффективным эмульгированием. Большой зазор между ротором и статором и низкая скорость вращения обеспечивают безопасность. Правильная рецептура и качественная эмульсия являются основой последующей операции.

Возможность и качество порошкообразования зависят от температуры эмульсии и метода разрыхления. При высокой температуре возникает не только сильная вязкость, но и легкое разрушение эмульсии с получением некачественного продукта. При низкой температуре увеличивается потребление энергии. Для дробления можно применять молотковую, кулачковую, щековую дробилки и др. Резкое дробление небезопасно и легко разрушает отвердевшую эмульсию. Исследование показывает, что прессование более эффективно, чем дробление.

Дисперсность ЭВВ также сильно влияет на детонационные показатели. Обычно при условии, что 90 % продукта пропускается через грохот (14 меш), обеспечивается высокая детонационная способность. Для обычного порошкообразного аммонита через грохот пропускают также 90 % продукта (60 меш) и получают достаточно хорошие показатели. Порошкообразные ЭВВ сохраняют микроструктуру «вода в масле», что дает больше контактной площади между окислителем и горючим на уровне межмолекулярной связи. Каждое зерно содержит миллион частиц с такой микроструктурой.

Сравнительный анализ новой технологии ЭВВ со старой

Способы	Старая технология	Новая технология
Рецептура и характер Изготовление водяной и масляной фаз Эмульгирование	Почти одинакова Одинаковое Непрерывное эмульгирование при обыкновенной температуре с автоматическим управлением	Почти одинакова Одинаковое Одинаковое
Метод порошкообразования Метод охлаждения Основное оборудование	Распыливание Сухой холодный воздух Система порошкообразования Циклон Пылеуловитель-спринклер Мощная воздуходувка Агрегат влагоотделителя с большой мощностью Компрессор	Дробление прессованием Главным образом, охлаждение водой Стальной охладитель Пресс-дробилка Вибрационный грохот Нет – " – – " –
Высота завода Установленная мощность	18 м Около 300 кВт	10 м Около 180 кВт

Цель подачи добавок – укрепление флюидности и повышение способности к влагозащите и слеживанию. Добавки обычно подаются в порошки с расходом не более 3 %.

Сравнение новой технологии со старой. Порошкообразные ЭВВ представляют собой новый вид промышленных ВВ, дисперсионной фазой которых являются мелкая каплежка окислительного раствора с малой водой, сплошной фазой – раствор масляной

фазы из специального горючего и эмульгатора. Они созданы при определенных технологических условиях, при которых образуется эмульсия «вода в масле», затем по старой технологии эмульсия подвергается распыливанию и таким образом получаются порошкообразные ЭВВ. Благодаря отсутствию тротила порошкообразные ЭВВ не загрязняют окружающую среду и не вредят здоровью рабочих. Они являются идеальной заменой порошкообразных аммиачно-сурьмяных ВВ.

В настоящее время в Китае по данной технологии уже построено более 20 производственных линий. При осуществлении проекта по старой технологии обнаружили высокую себестоимость изготовления порошкообразных ЭВВ. Это вызвано значительным энергопотреблением и использованием мощного оборудования. По новой технологии применяется другой метод порошкообразования и оборудования, в связи с этим высота завода, строительная площадь и энергопотребление намного уменьшаются (табл. 1).

Применение порошкообразных ЭВВ при разрушении крепких пород. Проведено промышленное испытание порошкообразных ЭВВ нового поколения при проходке выработки подземного рудника. Руда данного месторождения хрупкая и трудно-взрываема. Рудное тело – кварцевая жила,



крепость породы $f = 18-22$, в окружающих породах обнаруживается параклаз пирита, крепость которого $f = 14-16$.

Вскрытие подземного рудника производится горными выработками, эффективность проходки которых влияет на сроки строительства и себестоимость. На этом руднике выработана выемка сечением $4,4 \text{ м}^2$ на горизонте -100 м .

Для взрывания применялся бочкообразный вруб (см. рисунок). Для подрыва зарядов использовались детонаторы 2-15 серии. Результаты взрыва показали равномерное дробление горной массы. Расход эмульсии составил $3,24 \text{ кг/м}^3$ через каждые $1,5 \text{ м}$, коэффициент использования шпуров 94% (табл.2).

Новая технология изготовления порошкообразных ЭВВ в отличие от обыкновенной по распыливанию и охлаждению с вытеснением системы порошкообразования и циклона заметно снижает затраты на строительство и себестоимость производства. Таким образом, порошкообразные ЭВВ, изготовленные по новой технологии,

могут применяться при разных видах взрывных работ.

Таблица 2

Параметры шпуров и масса зарядки

Шпуры	Номер шпура	Количество шпуров	Глубина, м	Масса зарядки в шпуре, кг
Врубный	1-3	3	1,7	1,1
Простой		4	1,7	
Распространенный	4-6	6	1,6	0,9
Угловой	7	2	1,6	0,9
Отбойный	8	3	1,5	0,7
Крайний	9	4	1,5	0,7
Почвенный	10	4	1,6	1,0
Подошвенный	11	2	1,6	1,0

Примечание. Общая зарядка $21,4 \text{ кг}$.

Разработкой руководят академик Вань Сюй-гуань и доктор Сонь Дэюй. В исследовании принимают участие профессор Цинху, доктор Вань Инъюн, профессор Малин и Хуа Баолин и др. Авторы выражают свою признательность за их работу.