УДК 622.235:662.215

В.Г.ДОДУХ
ЗАО «Институт взрыва», Москва, Россия
А.А.ДОБРЫНИН
ЗАО «Азот-Взрыв», Москва, Россия
И.А.ДОБРЫНИН
Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Москва, Россия

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ СКОРОСТИ ДЕТОНАЦИИ ПВВ С НИЗКОЙ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ В СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДАХ

Приведены результаты измерения скорости детонации эмульсионных и конверсионных взрывчатых веществ в производственных условиях. Установлено, что при использовании промежуточных детонаторов разной массы могут быть получены различные режимы взрывчатых превращений, в том числе высокоскоростная детонация и быстро или медленно затухающие взрывные процессы.

In work results of measurement of speed of a detonation эмульсионных and conversion explosives under production conditions are resulted. It is established, that at use of intermediate detonators of various weight, various modes of explosive transformations, including a high-speed detonation can be received and is fast or slowly fading explosive processes.

Измерения скорости детонации в скважинных зарядах проводились в 2005-2006 годах при производстве массовых взрывов на горных предприятиях, расположенных в Кемеровской, Ленинградской, Воронежской областях и Краснодарском крае.

В качестве промышленных ВВ (ПВВ) в скважинных зарядах были использованы эмульсионные ВВ (ЭВВ) и ВВ, изготовленные из утилизируемых порохов.

Известно [1, 2, 4], что данные ПВВ обладают пониженной ударно-волновой чувствительностью и, как показали эксперименты, современные шашки-детонаторы, изготавливаемые специализированными заводами, не могут гарантировать высокоскоростную детонацию по всей длине скважинных зарядов диаметром до 250 мм.

Исследователи института ГосНИИХП (г.Шостка, Украина), касаясь вопроса об эффективности использования ПВВ из утилизируемых порохов, утверждают, что до настоящего времени так и не найдены пути их безотказной работы [1]. Часто при инициировании пороховых зарядов, особенно из баллиститных порохов, детонация не выходит на стационарный режим, пороховые заряды не детонируют полностью, вследствие чего наблюдается выгорание или выброс пороха из скважины. Такие явления нередко наблюдали и специалисты горных предприятий в Ленинградской области, по просьбе которых были проведены замеры скорости детонации гранипоров БП-1 и ФМ в скважинах зарядах.

Но прежде чем начать работы непосредственно в условиях горных предприятий была разработана методика и проведены опытные замеры скорости детонации на полигонах: Института проблем химической физики (ИПХФ) РАН, ЗАО «Морозовка» и ОАО «Муромец».

Измерение скорости детонации проводили с помощью цифрового многоинтервального программируемого измерителя скорости детонации «ZBS-10» (Китай), основными блоками которого являются: компьютер серии «MCS-51as nuclear parts» и кварцевый генератор с несущей частотой 10 МГц. База измерений прибора составляла

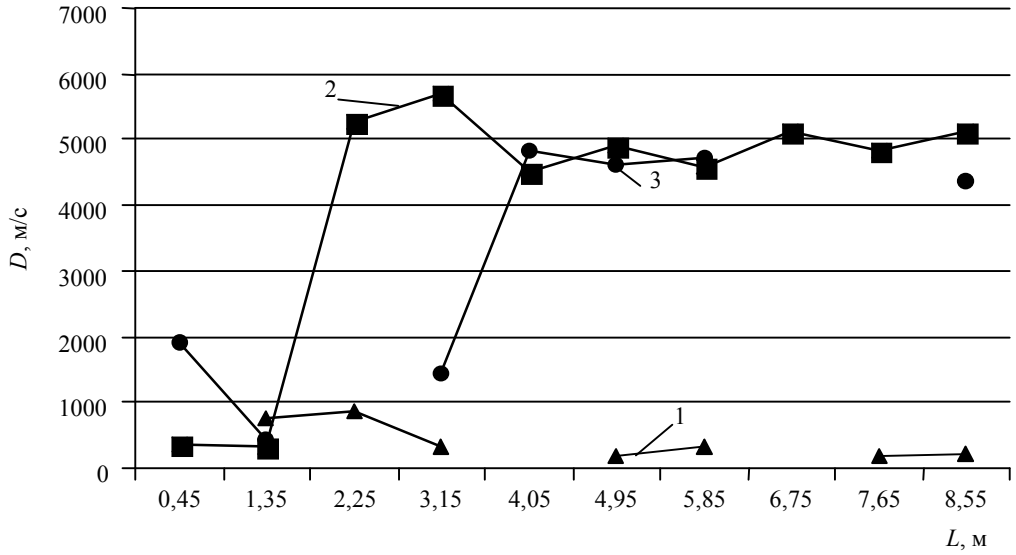


Рис.1. Зависимость скорости детонации от массы ПД при использовании в ЭВВ АС (ГОСТ 2-85)

1 – «Черниговский», 24.11.2005, $d_з$ = 216 мм; порэмит (70 %) + АС ДТ (30 %) + ПД (1,05 кг);
2 – «Черниговский», 02.12.2005, $d_з$ = 216 мм; порэмит (70 %) + АС ДТ (30 %) + ПД (2,25 кг);
3 – «Павловскгранит», 30.08.2006, $d_з$ = 216 мм; порэмит (70 %) + АС ДТ (30 %) + ПД (0,75 кг)

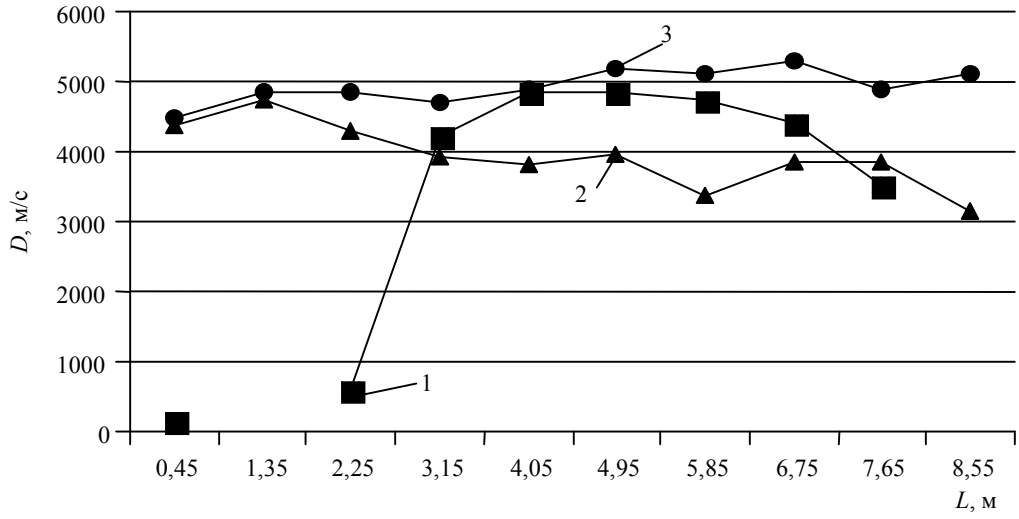


Рис.2. Зависимость скорости детонации от массы ПД при использовании в ЭВВ пористой АС

1 – «Черниговский», 23.12.2005, $d_з$ = 228 мм; порэмит (70 %) + ПАС ДТ (30 %) + ПД (1 кг);
2 – «Черниговский», 26.02.2006, $d_з$ = 203 мм; порэмит (70 %) + ПАС ДТ (30 %) + ПД (2,25 кг);
3 – «Черниговский», 07.03.2006, $d_з$ = 228 мм; порэмит (70 %) + ПАС ДТ (30 %) + ПД (3 кг)

от 0,1 до 999,9 мм; измеряемый временной диапазон от 0,1 до 6553,5 мкс.

Для работы с прибором совместно с ОАО «Муромец» был разработан специальный датчик, конструкцию которого совершенствовали после каждой серии измерений скорости детонации в промышленных условиях. Полученный в результате выполненных работ датчик надежно работает во взрывных скважинах и шпурах при любой степени их обводненности и температуре ВВ и окружающей среды до 100 °С. В настоящее время испытания датчика продолжаются с целью определения надежности его работы в условиях различного давления окружающей среды.

Согласно выводу, сделанному специалистами ИПХФ РАН, которые сверяли показа-

ния «ZBS-10» с показаниями высокоточного цифрового запоминающего осциллографа С9-8, прибор «ZBS-10» позволяет проводить измерения с хорошей точностью, стабильно работает с датчиками различных типов.

Как показали эксперименты в промышленных условиях, при инициировании гранипоров БП-1 и ФМ, расположенных в обводненной части скважинного заряда диаметром 165 и 250 мм промежуточными детонаторами (ПД), сформированными из двух шашек Т-400Г, высокоскоростная детонация (скорость 3372-5595 м/с), распространяется на расстояние не более девяти диаметров заряда. Далее наблюдается падение скорости до значений менее 1000 м/с, т.е. возникает режим, определяемый как низкоскоростная детонация или самораспространяющийся взрывной процесс [4].

В результате экспериментов было обнаружено несоответствие фактических параметров гранипоров нормативным, заявленным в технических условиях. В таких условиях начальное давление газообразных продуктов детонации $P_н$ может не достичь уровня, необходимого для разрушения крепких горных пород, так как его значение, согласно [3], в значительной степени зависит от скорости детонации D:

$$P_н = \rho_{вв} D^2/8,$$

где $\rho_{вв}$ – плотность ВВ.

Анализ полученных экспериментальных данных ставит под сомнение корректность условий и результатов обязательных испытаний на полноту детонации ПВВ с низкой ударно-волновой чувствительностью при использовании в испытаниях образцов с длиной, равной пяти диаметрам заряда, как это записано в технических условиях на указанные ПВВ (видимо по аналогии с ГОСТ 14839.19-69).

Как показали результаты экспериментов по измерению скорости распространения детонации в скважинном заряде эмульсионного ВВ, проведенных в условиях разреза «Черниговский» (Кемеровская область) и «Павловскгранит» (Воронежская область) масса ВВ промежуточного детонатора влияет на качество детонационного процесса.

В экспериментах по измерению скорости детонации, результаты которых представлены на рис.1 и 2, в качестве эмульсионного ВВ использовали «Нитронит Э-70» и «Гранэмит И-30». В качестве ПД применяли литые шашки – детонаторы ПТ-П в полимерном корпусе (ТУ 7288-036-07511608-2000) массой 300, 500 и 750 г. При формировании ПД с большей массой шашки связывали между собой.

ПВВ «Нитронит Э-70» был сформирован путем смешения эмульсии производства кемеровского завода «Прогресс» со смесью аммиачной селитры (АС), соответствующей нормативным показателям ГОСТ 2-85 и пористой аммиачной селитры (ПАС) с дизельным топливом (ДТ). Изготовление ПВВ «Нитронит Э-70» производили в смесительно-зарядной машине «Трейдстар ТТТ». В рецептуре ПВВ соотношение компонентов эмульсия : АС (ПАС) : ДТ составляло 70 : 28,5 : 1,5.

Как видно на рис.1, при использовании в составе ПВВ «Нитронит Э-70» и «Гранэмит И-30» АС по ГОСТ 2-85, при инициировании скважинных зарядов диаметром 216 мм ПД массой 2,25 и 0,75 кг добиться высокоскоростной детонации удалось только после больших разгонных участков – соответственно 10 и 19 диаметров заряда. При инициировании заряда «Нитронит Э-70» ПД массой 1,05 кг в нем был зафиксирован режим низкоскоростной детонации или самораспространяющийся взрывной процесс – по определению ИПХФ РАН [4].

В случае инициирования ПВВ «Нитронит Э-70», изготовленного с использованием пористой АС, в скважинах диаметром 228 мм ПД массой 1 кг высокоскоростной детонационный процесс распространялся только на отрезке заряда длиной 4 м, после чего произошло затухание детонации (рис.2). При этом участок разгона составил около 3 м, т.е. более 13 диаметров заряда. При инициировании такого же заряда с применением ПД массой 3 кг высокоскоростной детонационный процесс был зафиксирован уже через два диаметра заряда и далее был стабилен на всем протяжении измеряемого отрезка заряда (около 9 м). При инициировании скважинного заряда диа-

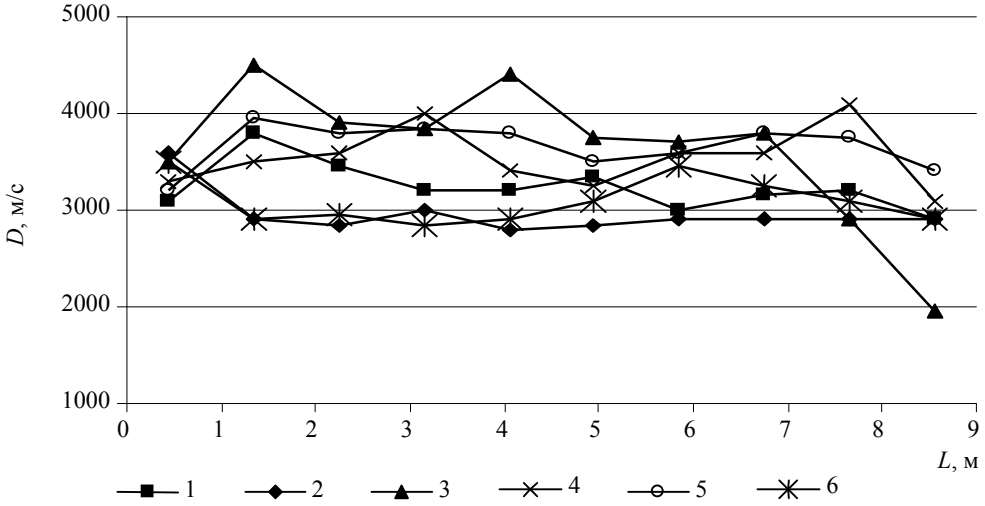


Рис.3. Зависимость скорости детонации смеси ПАС-ДТ (ПАС-ММО) от массы ПД

1 – «Черниговский», 25.11.2005, $d_з$ = 216 мм, ПАС, Березники (95 %) + ММО (5 %) + ПД (3,0 кг);
2 – «Черниговский», 09.12.2005, $d_з$ = 203 мм, ПАС, Дорогобуж (95 %) + ММО (5 %) + ПД (3,0 кг);
3 – «Черниговский», 10.03.2006, $d_з$ = 203 мм, ПАС, Березники (94,5 %) + ММО (5,5 %) + ПД (1,0 кг);
4 – «Черниговский», 13.03.2006, $d_з$ = 228 мм, ПАС, Березники (94,5 %) + ДТ (5,5 %) + ПД (6,0 кг);
5 – «Черниговский», 21.03.2006, $d_з$ = 228 мм, ПАС, Березники (94,5 %) + ДТ (5,5 %) + ПД (0,5 кг);
6 – «Гипс-кнауф», 22.09.2006, $d_з$ = 105 мм, ПАС, Дорогобуж (94,5 %) + ДТ (5,5 %) + ПД (1,0 кг)

метром 203 мм ПД массой 2,25 кг также был зафиксирован высокоскоростной детонационный процесс, но со скоростью, явно уступающей скорости, полученной в опыте с ПД, масса которого была равна 3 кг.

В экспериментах по инициированию ПВВ типа АС (ПАС) + ДТ (ММО – масло моторное отработанное) не было обнаружено существенного влияния массы ПД на изменение скорости детонации в скважинных зарядах диаметром от 105 до 228 мм (рис.3). В качестве ПД использовали аммонит 6ЖВ патронированный. Результаты проведенных опытов показали, что уже после короткого разгонного участка (около двух диаметров заряда) скорость детонации выходит на нормальный уровень и остается стабильной на всем измеряемом отрезке заряда независимо от значения ПД и диаметра заряда.

Выводы

Результаты измерения скорости детонации в эмульсионных ПВВ и в ПВВ, изготовленных из утилизируемых боеприпасов (гранипор БП и гранипор ФМ), показали, что использование современных шашек-детонаторов массой до 850 г, изготавливаемых специализированными заводами, не гарантирует распространение высокоскоростной детонации по всей длине скважинного заряда диаметром до 250 мм.

Эксперименты, проведенные с использованием промежуточных детонаторов, имеющих различную массу, показали, что в зависимости от нее в скважинном заряде эмульсионного ВВ могут быть получены различные режимы взрывчатых превращений, в числе которых высокоскоростная детонация, а также самораспространяющиеся быстро или медленно затухающие взрывные процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Желтоножко А.А.* Исследование взрывчатых характеристик конверсионных артиллерийских порохов / А.А.Желтоножко, В.Р.Закусило, Т.В.Калишук // Комплексная утилизация обычных видов боеприпасов. М.: Изд. дом «Оружие и технологии», 2005. С.269-276.

2. Итоги разработки универсального промежуточного детонатора (ДПУ) и организации серийного производства / О.Ф.Мардасов, В.В.Аникин, В.В.Бабинцева и др. // Комплексная утилизация обычных видов боеприпасов. М.: Изд. дом «Оружие и технологии», 2003. С.207-216.

3. Физика взрыва: В 2 т. / Под ред. Л.П.Орленко. Изд. 3-е, испр. М.: Физматлит, 2004. Т.1. 832 с.

4. *Шведов К.К.* Современное состояние и проблемы использования энергии взрыва в горнодобывающей промышленности // Физические проблемы разрушения горных пород / ИПКОН РАН. М., 2005. С.51-62.