

Бетин В.Д., к.т.н, доц.
Дворников В.А.,
Шамрай Е.В.,

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ ВЗРЫВА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ОБОЛОЧКИ ЗАРЯДА

Криворожский национальный университет

В моделях скважинных зарядов исследована зависимость геометрических параметров развития взрыва от толщины и материала оболочки.

Постановка проблемы. В работах ряда отечественных и зарубежных исследователей отмечается, что развитие процессов детонации в скважинном заряде и, соответственно, воздействие взрыва на окружающую среду, в значительной степени определяются конструкцией самого заряда. Наличие продольных полостей (в оболочке и без нее), использование различных (точечных, многоточечных, линейных) инициаторов существенно изменяет механизм воздействия взрыва на массив и позволяет влиять на результаты отбойки пород.

Среди факторов, влияющих на процесс развития взрыва в заряде с полостью, могут быть материал и толщина оболочки продольной полости.

Цель статьи. Изучение результатов моделирования развития взрыва скважинного заряда при изменении параметров оболочки продольной полости.

Основная часть. Съёмка процессов развития и прохождения детонации в зарядах ВВ с различными вариантами инициирования проводилась на открытом полигоне. Фотографирование протекания детонации производилось с помощью сверхскоростной фоторегистрирующей установки СФР, задействованной в варианте лупы времени при скорости вращения зеркала 15000 об/мин.

Заряды аммонита № 6 ЖВ (рис. 1 а, б) и граммонита 79/21 (рис. 2 в, г) подвешивались вертикально; расстояние от нижнего торца заряда до грунта составляло не менее 0,5 м. Оболочка зарядов выполнялась из нескольких слоев прозрачного полиэтилена, пропаянных между собой. Толщина оболочки при начальных экспериментах составляла 1,0...1,5 мм, в дальнейшем - 3,5...5 мм.

Дополнительно формировались заряды в стеклянных трубах длиной 0,7...0,9 м с наружным диаметром 100 мм (толщина стенки 5 и 8 мм).

Съёмки производились из специально оборудованного бункера через бронестекло. Вокруг места взрывов выполнялась временная обваловка. При фотосъёмке процессов продолжительность взрыва фиксировалась до

момента прохождения детонационной волной нижнего торца заряда. Время дальнейшего разлета продуктов детонации не учитывалось. Этапы прохождения детонации фиксировались дискретно (разрыв между кадрами составлял 8 мкс).

В процессе проведения экспериментов изменялась толщина полиэтиленовой оболочки. При изучении результатов фотосъемки взрывов было отмечено, что при малой толщине оболочки заряда (1...1,5 мм) разлет продуктов детонации начинался непосредственно за фронтом волны (рис. 2). При увеличении толщины оболочки до 3 мм фронт волны «выдвигался» вперед по заряду на величину до $0,5d_3$; между ним и разлетающимися продуктами детонации возникала зона, в которой оболочка сдерживала разлет продуктов детонации.

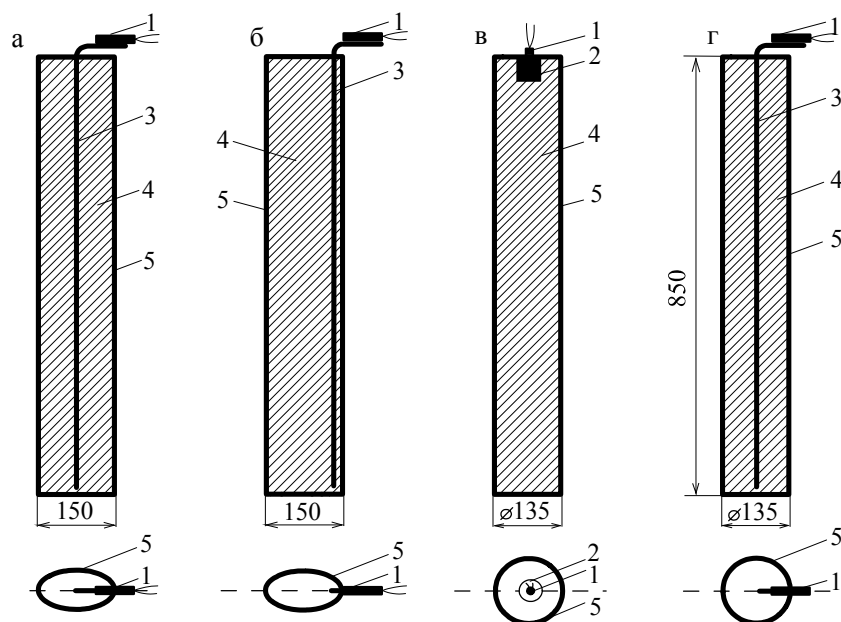


Рис. 1. Конструкции экспериментальных зарядов
(а, б – аммонита № 6 ЖВ; в, г – граммонита 79/21):

1 – электродетонатор; 2 – шашка – детонатор; 3 – линейный инициатор (3÷4) нити ДШЭ-12; 4 – взрывчатое вещество; 5 – полиэтиленовая оболочка заряда.

Целенаправленное изменение толщины оболочки до 4...5 мм привело к увеличению расстояния между фронтом детонационной волны и началом разлета продуктов детонации до величины, составлявшей $1\div 1,6$ диаметра заряда. Подобное явление наблюдалось вне зависимости от способа инициирования и типа ВВ (рис. 3).

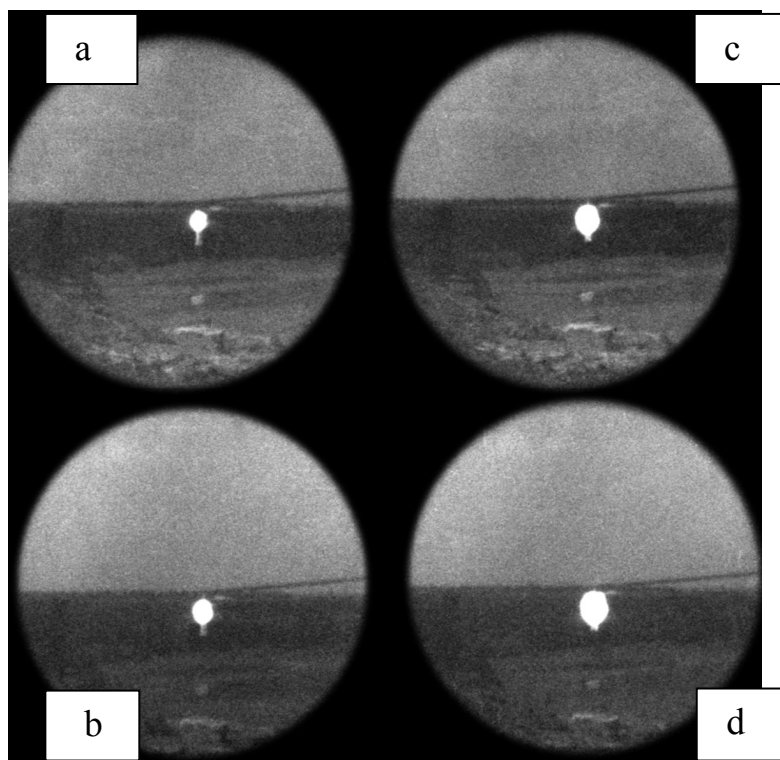


Рис. 2. Протекание процесса взрыва и разлета продуктов детонации в заряде ВВ при толщине полиэтиленовой оболочки 1 мм: а, b, c, d – последовательность кадров съемки процесса взрыва.

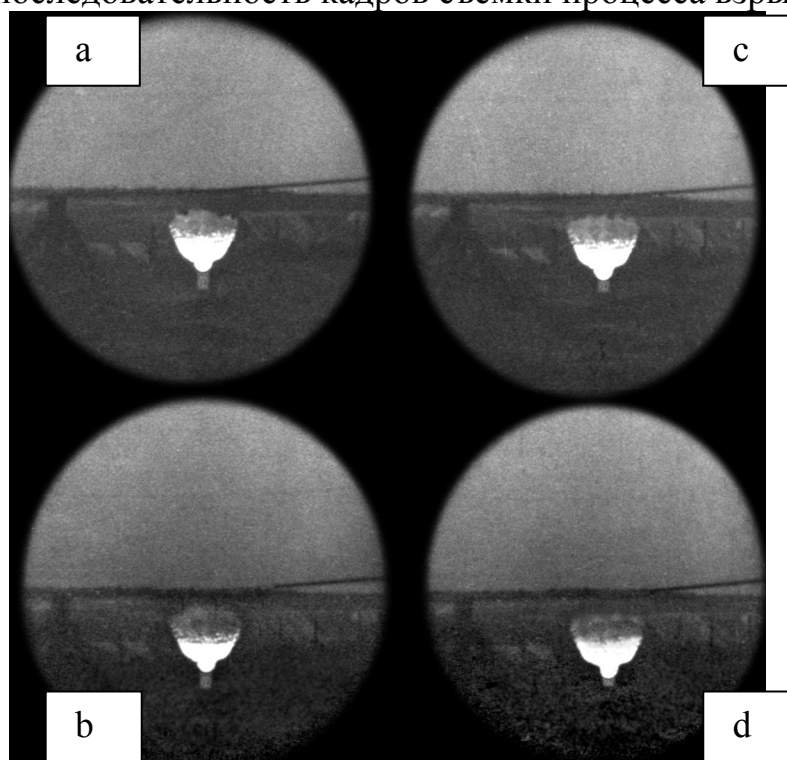


Рис. 3. Протекание процесса взрыва и разлета продуктов детонации в заряде ВВ при толщине полиэтиленовой оболочки $3,5 \div 4$ мм: а, b, c, d – последовательность кадров съемки процесса взрыва.

Как видно по изображениям зарядов и геометрической форме взрывов (рис. 3 – заряд с полиэтиленовой оболочкой толщиной 4...5 мм),

длина участка «опережения» фронта $l_{он. фр.}$ соизмерима с длиной пути детонации по заряду за время 24...60 мкс. Ширина участка $l_{он. фр.}$ в верхней части незначительно превышает ширину (диаметр) заряда, что, возможно, объясняется некоторым расширением оболочки перед разрывом.

При взрывах зарядов аммонита №6 ЖВ в стеклянных трубах «опережение» фронта волны, т.е. время до разрушения стенок трубы после прохождения детонации, составляло 24...32 мкс (в твердой оболочке скорость детонации ВВ возрастает - приближается к верхнему пределу).

Схематическое развитие процесса взрыва и разрушения оболочки в модели представлено на рис. 4.

Тонкая оболочка заряда разрушается непосредственно после прохождения фронта детонационной волны (рис. 2, рис. 4 а).

При увеличении толщины оболочки, продукты взрыва разрывают ее с некоторым «замедлением»; за это время фронт волны детонации проходит по заряду некоторое расстояние, зависящее от толщины и (в некоторой степени) от материала оболочки. Это обуславливает характерную геометрическую форму развития взрыва заряда (рис. 3; рис. 4 б, 4 в).

Таким образом, в ходе экспериментов обнаружено, что наличие относительно тонкой (3,5...5 мм – полиэтилен, 5...8 мм – стекло) оболочки заряда приводит к созданию интервала времени (в десятки микросекунд) между прохождением детонационной волны по ВВ и прорывом продуктов детонации через оболочку (рис. 5).

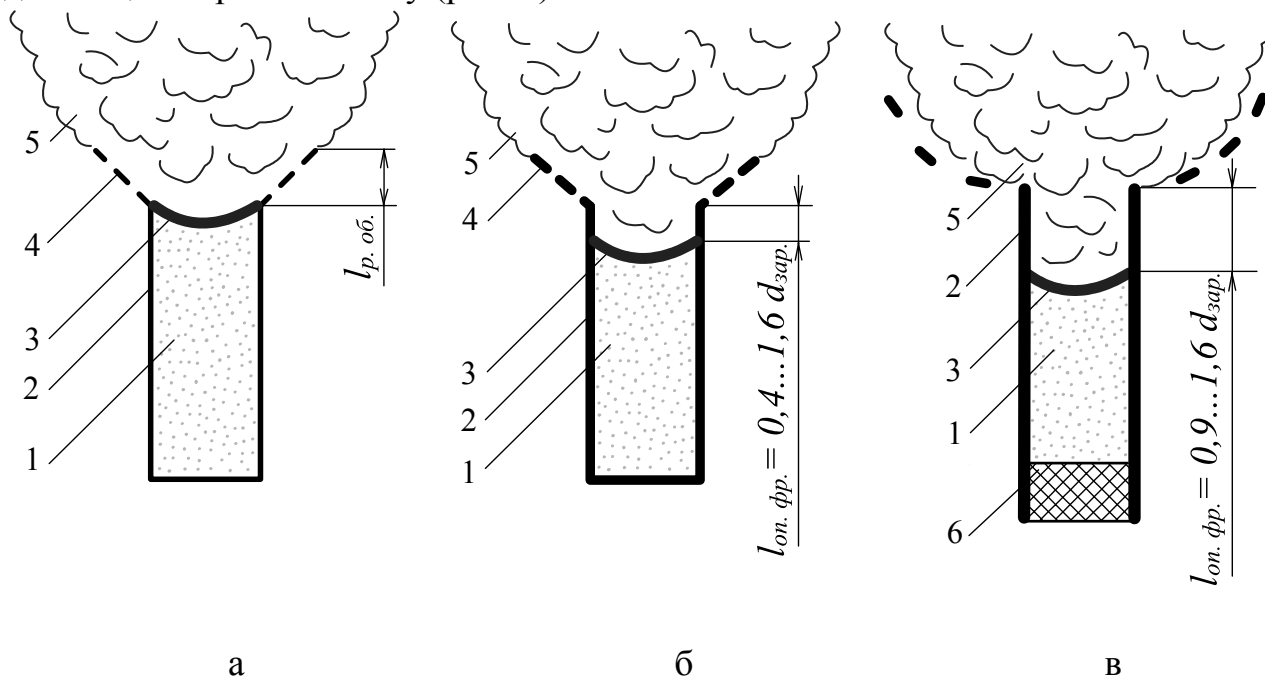


Рис. 4. Моделирование разрушения оболочки заряда:

а, б – полиэтиленовой, в – стеклянной.

1 – заряд ВВ, 2 – оболочка заряда (полиэтилен, стекло), 3 – фронт детонационной волны, 4 - разрушающаяся («раздвигаемая»)

полиэтиленовая оболочка, 5 – продукты взрыва заряда, 6 – заглушка заряда в стеклянной трубе.

Зависимость времени между прохождением фронта детонационной волны и разрушением оболочки, при различных типах ВВ, представлена на рис. 5.

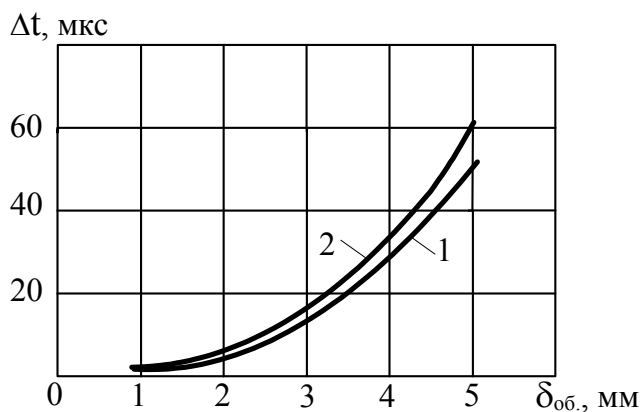


Рис. 5. Влияние толщины оболочки заряда на величину задержки расширения продуктов детонации ВВ:

1 – заряды аммонита № 6 ЖВ ($d_3 = 0,150$ м);

2 – заряды граммонита 79/21 ($d_3 = 0,135$ м).

Выводы. Выявленная особенность развития процесса взрыва позволяет разработать конструкции скважинных зарядов, сочетающие направленность действия и уменьшение времени взрывчатого превращения ВВ со снижением пикового давления продуктов детонации на стенки скважины. Масса ВВ рационально распределяется по длине скважины, что обеспечивает хорошие результаты дробления пород при уменьшении величины заряда.

В скважинных зарядах, разработанных с учетом результатов приведенного моделирования, полость не охватывает ВВ, а располагается у стенки скважины. При взрыве заряда оболочка полости задерживает проникновение внутрь продуктов детонации, что способствует снижению пикового давления продуктов взрыва и направленности действия взрыва.

Результаты моделирования развития процесса взрыва были использованы при формировании скважинных зарядов с боковой полостью и линейным инициированием, успешно примененных для отбойки пород в карьерах и при проведении специальных взрывных работ (интенсивное дробление скальных пород вблизи зданий и сооружений).

ЛИТЕРАТУРА

Бетин В.Д. Развитие детонации в скважинных зарядах с полыми цилиндрами // Разработка рудных месторождений: Научно– техн. сб. – Кривой Рог: Изд-во КТУ. – 2003. – Вып. 83. – С. 68-74.

АНОТАЦІЯ

Бетін В.Д., Дворніков В.А., Шамрай О.В. Моделювання геометричних параметрів розвитку вибуху при зміні оболонки заряду.

Стаття для збірника "Прикладна геометрія та інженерна графіка". Криворізький національний університет, 2011.

Стаття присвячена моделюванню процесу вибуху свердловинного заряду при різній товщині і матеріалі оболонки. Вивчені геометричні параметри розвитку вибуху при зміні оболонки заряду. Доведено, що наявність тонкої оболонки заряду приводить до створення інтервалу часу (у десятки мікросекунд) між проходженням хвилі детонації по ВВ і проривом продуктів детонації через оболонку. Це дозволяє розробити конструкції свердловинних зарядів зі спрямованою дією вибуху і раціонально розподіленою по довжині свердловини масою ВВ.

Результати моделювання геометричних параметрів розвитку вибуху використані для розробки конструкцій свердловинних зарядів з бічною порожниною і лінійним ініціюванням, успішно застосованих для відбійки порід у кар'єрах та при проведенні спеціальних підривних робіт.

Ключові слова: моделювання, геометричні параметри, розвиток вибуху, товщина оболонки, інтервал часу.

ANNOTATION

Betin V.D., Dvornikov V.A., Shamray E.V. Modeling geometric parameter developments of the blast when change the shell of the charge.

The Article for collection "Applied geometry and engineering graphics". Krivorozhskiy national university, 2011.

The Article is dedicated to modeling of the process of the blast hole charge under different thickness and material of the shell. The Studied geometric parameters of the development of the blast when change the shell of the charge. It Is Proved that presence for fine shell of the charge brings about creation time lag (in groups of ten of the microseconds) between passing of the wave to detonations on VV and breakout of the products to detonations through shell. This allows to develop the designs holes charges with directed action of the blast and rationally portioned on length of the bore hole by mass VV.

The Results of modeling geometric parameter developments of the blast are used for development design holes charges with lateral cavity and linear initiation, successfully used for destroying in quarry and when undertaking the special blasting.

The Keywords: modeling, geometric parameters, development of the blast, thickness of the shell, time lag.