

10. Рейнольдс А.Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях. – М.: Энергия, 1979. – 408 с.
11. Шаумян Л.В. Физико-механические свойства массива скальных пород. – М.: Наука, 1972. – 119 с.
12. Борисенко А.И. Газовая динамика двигателей. – М.: Оборонгиз, 1962. – 753 с.

УДК 622.235.2

Джос В.Ф., Филь В.И., Зинько Н.А.

ОСОБЕННОСТИ ИНИЦИИРОВАНИЯ ЗАРЯДОВ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВВ ДЕТОНИРУЮЩИМ ШНУРОМ

В статті дається обґрунтування експериментально встановленого факту підвищення швидкості розповсюдження детонації при використанні однієї нитки детонаційного шнура ДШЭ-12 для ініціювання зарядів заданої маси у порівнянні з ініціюванням зарядів відповідної маси неелектричною системою „Динашок”.

FEATURES OF INITIATION OF CHARGES OF EMULSION EXPLOSIVES A DETONATING CORD

In article the justification experimentally an established fact of a heightening of rate of propagation of a knocking is yielded at use of one string of detonating cord ДШЭ-12 for initiation of charges of the given mass with comparison with initiation of the relevant mass by an electrical system “Dynashock”

Во время проведения испытаний по определению скорости детонации эмульсионных ВВ, выпускаемых заводом в г. Зарафшан (Республика Узбекистан), было установлено, что при их инициировании детонирующим шнуром (ДШЭ-12) скорость детонации повышается на 10-12 % по сравнению с инициированием с помощью неэлектрической системы «Динашок» (производство Германия). Это послужило основанием для постановки серии опытов на зарядах эмульсионных ВВ (нобелан 2080) и игданита (изготавливаемого зарядной машиной «Огиса») по установлению причин этого явления. При этом соблюдалось условия равенства масс зарядов и промежуточных детонаторов. Испытания были проведены в толстостенных полиэтиленовых трубах диаметром 200 мм и толщиной стенок в 20 мм. По оси трубы прокладывалась одна нить ДШЭ-12, которая центрировалась с помощью деревянных реек. Затем в трубу засыпалось 30-32 кг игданита. Подрыв нити ДШЭ-12 осуществлялся электродетонатором. Процесс развития взрыва фиксировался киносъемкой с помощью СКС-1М. На рис. 1 приведены кадры киносъемки, а на рис. 2 окончательные результаты процесса взрыва. Из них видно, что одна нить ДШЭ-12 не возбуждает детонацию заряда ВВ, а приводит к образованию канала диаметром 32-35 мм по всей длине заряда. Это может быть объяснено уплотнением игданита в зоне взрыва нити ДШЭ-12 за счет уменьшения межгранульного пространства гранулированный аммиачной селитры (АС). По нашему мнению, такой же результат по образованию канала должен происходить при взрывании зарядов нобелана 2080, состоящего из 80 % аммиачной селитры и 20 % матрицы, в составе которой находится водный раствор АС.

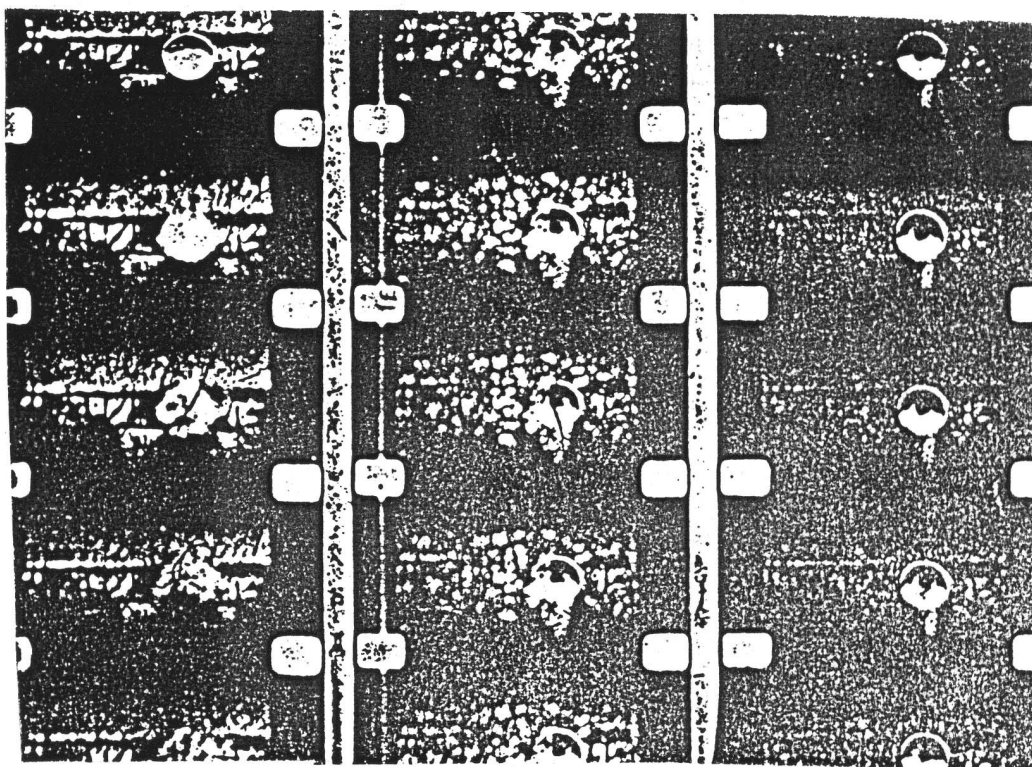
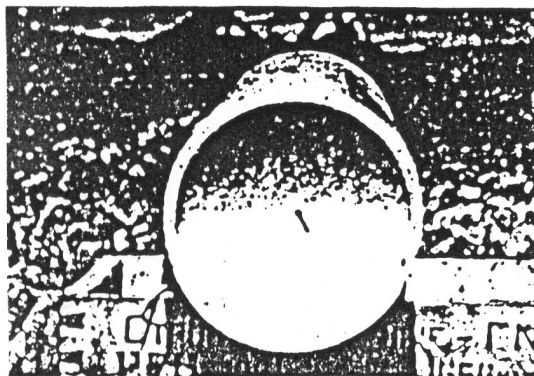
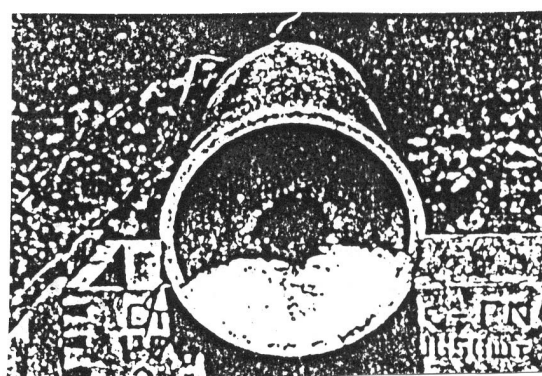


Рис. 1 – Кинограмма образования канала в заряде игданита ($d = 200$ мм) одной нити ДШЭ-12 (скорость съемки 2000 кадр/с)



а) заряд до взрыва ДШЭ-12;



б) после взрыва отрезки ДШЭ-12

Рис. 2 – Канал ($d = 32-35$ мм) в заряде игданита от взрыва одной нити ДШЭ-12

При взрыве заряда ВВ с предварительно образованным каналом изменяется процесс протекания детонационных явлений [1-3]. У сплошного удлиненного заряда направление фронта детонации совпадает с направлением продольной оси заряда. В заряде с продольным каналом процесс детонации протекает иначе. По каналу проходит кумулятивная струя, со скоростью приближающейся к значению $2D$, которая обладает высокими энергетическими характеристиками и выполняет роль инициатора кольцевого заряда. В этом случае, детонация распространяется не только вдоль оси заряда, но и в промежуточном направлении. На стенки зарядной полости действует давление близкое по значению к ρD^2 , т.е. вдвое выше, чем при сплошных зарядах, что соответствует выводам [4].

Из литературных источников [5, 6, 7], известен механизм затухания детонации промышленных ВВ в шпурах, когда между зарядом и стенкой шпура имеется воздушный зазор. В этих работах отмечается, что затухание детонации в результате воздействия канальной волны происходит при определенных факторах. Это явление наблюдается при использовании смесевых ВВ пониженной чувствительности, для которых увеличение их плотности, вызванной взрывом, выше некоторой критической величины, характеризуется резким снижением детонационной способности. Указанные ВВ, как правило, имеют высокую плотность и ее критическое значение может быть достигнуто за счет бокового обжатия заряда канальной волной. Существенным фактором, оказывающим влияние на прекращение детонации, является диаметр заряда [6, 7]. Согласно данным исследований, приведенных в указанных работах, процесс затухания детонации протекает следующим образом. Скорость канальной волны в начальной фазе развития взрыва всегда выше скорости детонации ВВ. Поэтому сечение заряда под действием косой волны уплотнения с течением времени уменьшается (ниже критического диаметра) и вызывает прекращение детонации. В работах [1, 4] рассмотрены вопросы формирования параметров газового потока, образующегося в продольном канале заряда. В частности, установлены закономерности распространения канальной волны в удлиненных зарядах.

Целесообразно представить механизм детонации зарядов с продольными каналами как передачу детонации через влияние от активной части заряда к пассивной. Дальность передачи детонации через влияние зависит от следующих факторов: массы, плотности, скорости детонации активного заряда, физико-механических характеристик пассивного заряда. Кроме того, она зависит от направления детонации в активном заряде, размеров воспринимающей поверхности пассивного заряда и т.п. Механизм процесса возбуждения детонации через влияние носит тепловой характер и детонация в пассивном заряде может возбуждаться как ударной волной, так и потоком продуктов разложения ВВ активного заряда.

Исследованиями [8] установлено, что возбуждению детонации в пассивных зарядах предшествует определенный период горения. Если параметры ударной волны активного заряда и параметры продуктов детонации велики (давление во фронте ударной волны $P = (2 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^7) \text{ Н/м}^2$), то переход горения в детонацию наступает без отчетливо выраженного периода горения. При меньших значениях указанных параметров детонации предшествует период горения.

Время воспламенения пассивного заряда во многом зависит от теплопроводности ВВ, а также от интенсивности теплового потока. Заряды с использованием в их составе аммиачной селитры (игданиты, нобеланы) обладают большей пористостью, а, следовательно, малым коэффициентом теплопроводности, за счет чего и достигается более высокая температура разогрева поверхностного слоя пассивного заряда. Кроме того, в пористом заряде с малой механической прочностью под воздействием ударной волны происходит почти адиабатическое сжатие воздушных включений, которые в этом случае играют роль «горячих точек». Разогрев воздуха в «горячих точках» до 700-900 °К приводит к взрыву. Детонация активной части заряда с воздушным продольным каналом в начальной стадии процесса формирует канальную волну, представляющую собой направленный поток продуктов детонации в виде ударно-сжатых газов. В результате пульсирующего воздействия канальной волны, являющейся источником тепловой энергии, на поверхностном слое ВВ происходит его воспламенение и горение с последующим переходом в детонацию.

Независимо от длительности периода перехода горения в детонацию инициирование ВВ на длине пассивного заряда происходит со скоростью близкой к скорости канальной волны, т.е. в 1,5-2 раза выше фронта детонации. Инициирование пассивного заряда непосредственно изнутри (со стороны канала) с большой скоростью по всей его длине принципиально изменяет режим детонации заряда. Процесс детонации протекает с прогрессивно увеличивающейся площадью химической реакции, так как детонационный фронт движения не вдоль оси заряда, а ориентируется в радиальном направлении.

Изменение режима детонации зарядов с продольными каналами является, по всей вероятности, одной из основных причин появления эффектов, связанных с повышением разрушающего действия в торцах скважинных зарядов, а также увеличением их скорости детонации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Действие удлиненных зарядов с продольными каналами / Бакиров И.Т., Воротеляк Г.А., Железняк С.С. и др. // Детонация. Труды V Всесоюзного симпозиума по горению и взрыву. – Черногловка, 1977. – С. 69-72.
2. Демидок Г.П. О механизме действия взрыва и свойствах взрывчатых веществ // Взрывное дело. – М.: Госгортехиздат, 1956. –45/2. –С. 58-63.
3. Деспотули Л.В. Повышение полезного использования энергии взрыва с помощью зарядов ВВ с инертными сердечниками // Горный журнал. – 1965. – С. 33-35.
4. Woodhead D.W., Titman H. Detonation phenomena in tulular change of explosive // Explosivstoffe. – 1965. – N 5, 6. – p. 113-123, 141-155.
5. Дубнов Л.В. О причинах затухания детонации взрывчатых веществ в шпурах // Взрывное дело. – М.: Госгортехиздат, 1962. – № 49/6. – С. 252-259.
6. Дубнов Л.В. Хотипа Л.Д. Исследования канального эффекта при детонации некоторых промышленных // Взрывное дело. – М.: Госгортехиздат, 1963. – 52/9. – С. 168-179.
7. Дубнов Л.В. О механизме канального эффекта // Физика горения и взрыва. –1966. –№ 4. –С. 97-104.
8. Физика взрыва / Ф.А. Баум, Л.П. Орленко, К.П. Станюкович и др. –М.: Наука, 1975. –704 с.