

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. А. Баум, Л. П. Орленко и др.— В сб.: Физика взрыва. М., «Наука», 1975.
2. О. С. Попель, О. А. Синкевич, А. Л. Шевченко. ФГВ, 1977, 13, 6, 936.
3. Дафф и Блэкуэлл. ПНИ, 1966, 37, 5, 39.
4. Ю. Н. Рябинин, В. Н. Родионов, Ю. С. Вахрамеев.— В сб.: Физика взрыва, № 5, 1956.
5. С. З. Беленький, Е. С. Фрадкин. Тр. ФИАН, т. 29, 1965.
6. В. В. Адушкин, А. И. Коротков. ПМТФ, 1961, 5, 119.
7. Б. Льюис, Г. Эльбе. Горение, пламя и взрывы в газах. М., «Мир», 1968.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗРЫВЧАТОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ СОСТАВА ТГ 50/50 ЗА ФРОНТОМ НЕСТАЦИОНАРНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

*Ю. В. Батьков, С. А. Новиков,
А. П. Погорелов, В. А. Симицын
(Москва)*

Исследованиям условий возбуждения детонации взрывчатых веществ (ВВ) при ударе уделяется большое внимание (см., например, [1—3]). Многие вопросы возбуждения взрыва при механических воздействиях остаются еще не решенными. В работах [4, 5] изучался процесс возбуждения детонации в ВВ при воздействии интенсивных ударных волн (УВ), для чего измерялись параметры УВ, распространяющихся по ВВ [1—5], профиль давления за фронтом УВ был близок к прямоугольному, т. е. волны были стационарными. В работах [6, 7] детонация в ВВ (гомогенных и гетерогенных) возбуждалась нестационарными УВ малой длительности. Получена зависимость давления на фронте волны, при котором происходит возбуждение детонации ($p_{\text{Фр}}$), от характерного времени действия импульса давления (τ).

Так, в [7] экспериментальная кривая $p_{\text{Фр}}=f(\tau)$, полученная в опытах с составом ТГ 50/50, является границей двух областей. Ниже этой кривой детонация не возбуждается, выше — происходит частичное возбуждение детонации, при котором детонирует лишь часть испытываемого заряда ВВ. Очевидно, что выше этой зависимости должна проходить граница, отделяющая область частичной детонации от полной.

Представляется интересным исследование процесса взрывчатого превращения за фронтом ударной волны в области частичной детонации заряда ВВ. С этой целью в настоящей работе проведено изучение профиля давления в указанной переходной области возбуждения детонации за фронтом нестационарных УВ, возбуждаемых ударом тонкой стальной пластинкой (1,6 мм), в составе ТГ 50/50. Характерное время импульса давления равнялось 7 мкс, величина $p_{\text{Фр}}$, выше которой в [7] зафиксирована частичная детонация при данной длительности импульса заряда, равняется 12 кбар. Исследованный в работе интервал давлений составлял 8÷34 кбар. Опыты ставились аналогично [7]. Пластина-ударник разгонялась скользящей детонацией тонкого слоя ВВ. Скорость соударения изменялась в диапазоне 200—700 м/с. Образцы готовились размером 75×75×28 мм³.

В каждом опыте с помощью датчиков 1—4 (рис. 1) (плоская прямоугольная решетка площадью 6×7 мм² из манганиновой проволоки ПЭММ диаметром 0,05 мм) регистрировалось изменение давления за фронтом УВ в четырех сечениях образца (на расстоянии 4, 8, 14 и

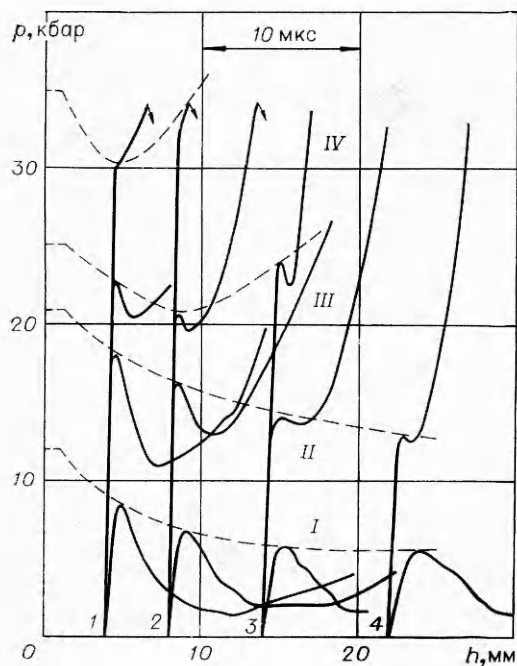


Рис. 1. Профили давления в составе ТГ 50/50. Для $h=0$ приведены расчетные значения давления [7].

ностью соответствует данным [7]. После нагружения образец разрушается. Давление на фронте волны на участке $4 \div 22$ мм уменьшается в 1,5 раза. При давлении выше 12 кбар на некотором расстоянии за фронтом УВ отмечается заметное повышение давления, свидетельствующее о начале взрывчатого превращения в ВВ.

Скорость нарастания давления увеличивается в процессе распространения УВ. Так, например, при $p_{\text{фр}} = 18$ кбар (см. рис. 1, II) в интервале $h = 4 \div 22$ мм средняя скорость нарастания давления возрастает с 0,7 до 5 кбар/мкс. Скорость нарастания давления при взрывчатом превращении сильно зависит от давления на фронте УВ: при увеличении $p_{\text{фр}}$ от 16,5 до 18 кбар средняя скорость нарастания давления возрастает от 0,64 до 3 кбар/мкс ($h = 14$ мм). Соответственно время задержки взрывчатого разложения t_z , определяемое временем до момента начала увеличения давления на осциллографической записи профиля давления, заметно уменьшается как с ростом расстояния от поверхности образца, так и с увеличением начального давления на фронте УВ в ВВ.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что давление на фронте нестационарной ударной волны в ВВ в области давлений примерно от 12 до 20 кбар продолжает уменьшаться по мере распространения волны по образцу. При $p_{\text{фр}} > 20$ кбар область повышенного давления при взрывном разложении начинает заметно влиять на величину давления на фронте УВ. После небольшого спада (участок от 4 до 8 мм) наблюдается заметный рост давления на фронте УВ. При $p_{\text{фр}} = 30$ кбар происходит быстрый процесс перехода системы (УВ + область повышенного давления) в нормальную детонационную волну (при этом манганиновые датчики давления выходят из строя). Максимальное давление на

22 мм от поверхности соударения соответственно). К решетке припаивались медные выводы толщиной 0,045 и шириной 1 мм. Датчик с обеих сторон изолировался лавсановой пленкой толщиной 0,04 мм. Общая толщина датчика 0,12 мм, сопротивление 51 Ом, амплитуда пропускаемого при измерении импульса тока 4 А. Регистрация велась по мостовой схеме с применением прибора ПИИД-4 и осциллографа ОК-33 [8]. Чувствительность измерительного канала не менее 0,2 В/кбар, погрешность измерения давления не более 10%.

Профили давления в различных сечениях образца приведены на рис. 1. Как следует из приведенных результатов, в области начальных давлений на фронте УВ ниже¹ 12 кбар нестационарная УВ распространяется по ВВ как по инертному материалу, что пол-

¹ Здесь и ниже указываются давления на фронте УВ, измеренные датчиками на расстоянии 4 мм от поверхности соударения.

фронте УВ, зафиксированное в опытах, составило 34 кбар. Эта экспериментальная точка, соответствующая времени действия давления 7 мкс, должна лежать на кривой $p_{\text{фр}} = f(\tau)$, разделяющей, как отмечалось выше, область частичной и полной детонации ВВ. Таким образом, интервал давлений, в котором при $\tau = 7$ мкс происходит частичная детонация ТГ 50/50, составляет 22 кбар.

На рис. 2 приведена зависимость средней скорости распространения УВ (D) в ВВ на участке $h = 4 \div 8$ мм от амплитуды давления на фронте УВ. Отметим область практически постоянной скорости ($D = 2,5$ км/с) в интервале $p_{\text{фр}} = 10 \div 14$ кбар. Аналогичный участок постоянной скорости отмечен при исследовании режима низкоскоростной детонации в твердых ВВ [9].

Таким образом, экспериментально показано, что для указанных в работе условий испытаний при давлениях на фронте ударной волны от 12 до 30 кбар в образце из состава ТГ 50/50 распространяется нестационарная система: УВ и следующая за ней область взрывчатого превращения. При $p > 30$ кбар эта система переходит в нормальную детонационную волну.

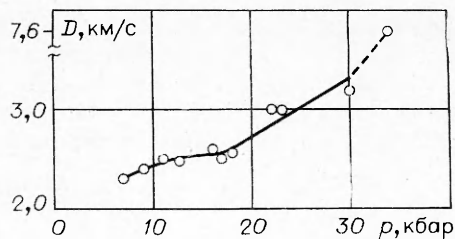


Рис. 2. Зависимость средней скорости распространения ударной волны в составе ТГ 50/50 от амплитуды давления на фронте УВ.

Поступила в редакцию
21/IX 1978

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Т. Афанасьев, В. К. Боболев. Иницирование твердых взрывчатых веществ ударом. М., «Наука», 1968.
2. А. Н. Дремин, С. Д. Савров. Детонационные волны в конденсированных средах. М., «Наука», 1970.
3. К. Юхансон, П. Персон. Детонация взрывчатых веществ. М., «Мир», 1973.
4. А. Н. Дремин, С. А. Колдунов, К. К. Шведов. ПМТФ, 1963, 6, 131.
5. Г. И. Канель. ФГВ, 1978, 14, 1.
6. Y. de Longueville, C. Fauquignon, H. Moulard. Sixth Symposium (Internation.) on Detonation. San Diego, California, 1976.
7. А. П. Погорелов, Б. Л. Глушак и др. ФГВ, 1977, 13, 2.
8. Ю. Б. Батюков, Е. Д. Вишневецкий. Тез. докл. II Всесоюзного симпозиума по импульсным давлениям. М., ВНИИФТРИ, 1976.
9. А. А. Сулимов, А. В. Обменин.— В сб.: Горение и взрыв. М., «Наука», 1972.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ПОДВОДНЫХ ВЗРЫВАХ ЗАРЯДОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ

В. Л. Лавриненко, Б. В. Левин, И. П. Сумин
(Новоалександровск)

Приведены результаты кинорегистрации параметров купола и поверхностных волн в водоеме при взрыве смонтированных из детонирующего шнура зарядов тэна массой до 5,5 кг, имеющих сферическую, цилиндрическую (длина до 16 м) и плоскую форму (площадь заряда до 96 м²). Выполнение исследований связано с изучением поверхностных