

Рис. 3. Оциллограмма яркости свечения продуктов детонации.

ределении температур составляет $5 \div 10\%$, поэтому упомянутое различие не учитывалось.

В [7] имеются данные о температуре детонации тэна при плотности $1,77 \text{ г/см}^3$: $T=4200 \text{ К}$. Это значение с точностью до ошибки эксперимента совпадает с T , полученной для тэна при $\rho=0,6 \text{ г/см}^3$. Данные о температурах детонации тротила при больших плотностях отсутствуют. Проведено измерение T детонации расплава тротила, помещенного в водяную баню при $T_0=90^\circ\text{С}$, которая оказалась равной $2350 \pm 150 \text{ К}$.

Таким образом, можно сделать вывод, что с точностью до ошибки эксперимента температура детонации тэна и тротила не зависит от плотности.

Поступила в редакцию
10/XII 1976,
после доработки — 3/III 1977

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Н. Стесик, Н. С. Шведова. ПМТФ, 1964, 4.
2. А. Н. Дремин, С. Д. Савров и др. Детонационные волны в конденсированных средах. М., «Наука», 1970.
3. J. L. Austing, A. S. Tulis. Fifth International Symposium on Detonation, 1972.
4. В. С. Соловьев, С. Г. Андреев и др.— В сб.: Горение и взрыв. М., «Наука», 1972.
5. Н. С. Horing, E. L. Lee, M. Finger. Fifth International Symposium on Detonation 1972.
6. А. Н. Афанасенков, В. Н. Богомоллов, И. М. Воскобойников. ПМТФ, 1969, 4.
7. И. М. Воскобойников, А. Я. Япин. Докл. АН СССР, 1960, 130, 4.
8. Физика взрыва. Под ред. К. П. Станюковича. М., 1975.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕТОНАЦИИ ВВ С ТВЕРДЫМИ ИНЕРТНЫМИ ДОБАВКАМИ

Г. В. Димза

(Москва)

В развитие высказанных ранее соображений о стадийности протекания реакций в детонационной волне [1—4] продолжались экспериментальные исследования скоростей детонации зарядов взрывчатых ве-

Значения предельных скоростей детонации для смесей заводского гексогена (фр. 0,1) с инертными добавками (парафин и тальк)

Парафин				Тальк			
К, %	ρ , г/см ³	т, %	$D_{пр}$, м/с	К, %	ρ , г/см ³	т, %	$D_{пр}$, м/с
10	1,1	32,5	6400	25	1,33	32	5800
20	1,25	20	6900	40	1,66	20	6080
24	1,32	9,3	7400	50	2,01	7,5	6800
28	1,39	1,2	7800				

Примечание. К — добавка.

ществ с твердыми инертными добавками в диапазоне диаметров зарядов от критических до предельных. Особое внимание обращалось на расширение круга изучаемых систем и более подробное изучение влияния на процесс размера зерна ВВ.

В [1, 4] обнаружено существование в зарядах гексогена с разным содержанием парафина двух уровней скоростей детонации со скачкообразным переходом от одного к другому. Это объяснялось разными условиями и временами протекания реакции с поверхности зерна ВВ и в его объеме.

Опыты проводились с заводским гексогеном ситовой фракции с размером частиц 0,1 мм. Отдельными опытами показано [4], что размер зерна ВВ существенно влияет на протяженность первого, более низкого, уровня скорости детонации, связанного, как предполагалось, именно с реакцией разложения зерна с поверхности. В настоящей работе изучены смеси гексогена разной дисперсности с другим инертным наполнителем — тальком, применение которого открывает более широкие возможности варьирования плотностью и пористостью зарядов.

Исследовались системы с постоянным содержанием ВВ в объеме заряда, равном 1 г/см³. Наполнитель вводился в счет свободного объема, и массовое содержание его менялось от нескольких сотых до полного объема заряда, не заполненного ВВ. Соответственно менялась плотность и пористость системы, что позволяло работать как с малоплотными насыпными, так и с почти сплошными системами. В зависимости от содержания и свойств наполнителя пористость менялась от 40 до 7% и плотность от 1 до 2 г/см³. Использовались мелкодисперсный гексоген специаль-

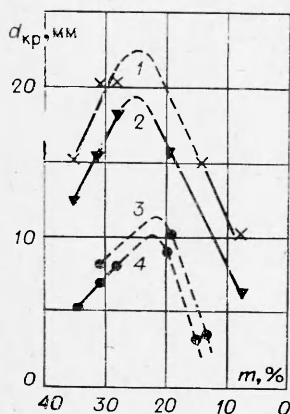


Рис. 1. Зависимость критических диаметров детонации смесей гексогена с тальком от пористости зарядов.

Монокристалльное зерно, фракция 0,5 (1), 0,2 (2) и 0,3 (3) мм; заводское зерно, фракция 0,1 мм (4).

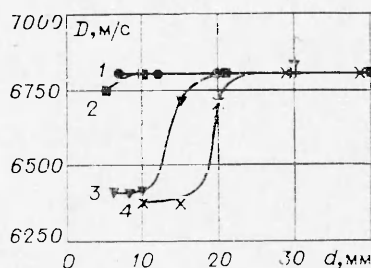


Рис. 2. Зависимость скорости детонации от диаметра заряда для гексогена с 50% талька.

1 — мелкодисперсный гексоген, размер частиц 5–10 мк; 2 — заводской порошок, фракция 0,1 мм; 3, 4 — монокристалльный порошок, фракции 0,2 и 0,5 мм соответственно.

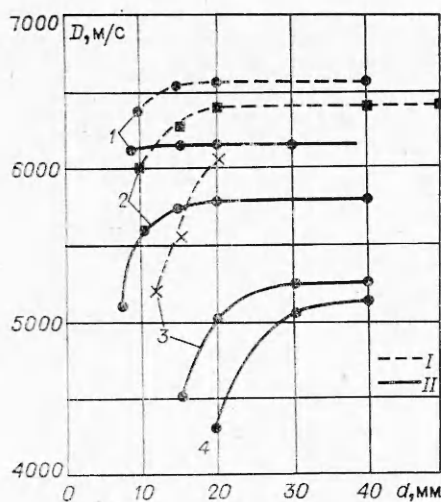


Рис. 3. Зависимость скорости детонации от диаметра заряда для гексогена с 45 (I) и 25% (II) талька.

1 — мелкодисперсный гексоген, размер частиц 5–10 мк; 2 — заводской порошок, фракция 0,1 мм; 3, 4 — гексоген монокристалльный, фракции 0,2 и 0,5 соответственно.

данные свидетельствуют о том, что у систем ВВ — наполнитель существует область, в которой реакция в детонационной волне идет с поверхности зерен ВВ.

На рис. 2 показано, как происходит достижение предельной скорости у смесей гексогена с разными размерами зерна с максимальным (50%) содержанием талька (плотность зарядов 2,0 г/см³, пористость 7,5%). Видно, что во всех случаях достигается одна и та же предельная скорость детонации, но время ее достижения (диаметр) зависит от размера зерна гексогена.

Однако если уменьшать количество инертного наполнителя (увеличивать пористость), то в зависимости от величины зерна гексогена начинает обнаруживаться разница в значениях предельной скорости детонации. Так, при введении 45% талька (пористость 14,5%) уже наблюдается различие в значениях предельных скоростей детонации (рис. 3, I) в смесях с мелкодисперсным гексогеном (I) и заводским порошком с размером частиц 0,1 мм (2). Еще большее различие в предельных скоростях детонации наблюдается у зарядов малой плотности. На рис. 3, II ($\rho=1,33$, пористость 32%) разница в значении предельной скорости между мелкодисперсным зерном (I) и монокристалльным с размером частиц 0,2 мм (2) составляет около 1000 м/с.

На кривую 1 рис. 4 ($\rho=1,25$, пористость 35%) хорошо ложатся точки, полученные для той же фракции гексогена с 20% алюминиевой пудры (размер частиц, близкий к размеру частиц талька).

На рис. 5 дан сводный график экспериментальных зависимостей предель-

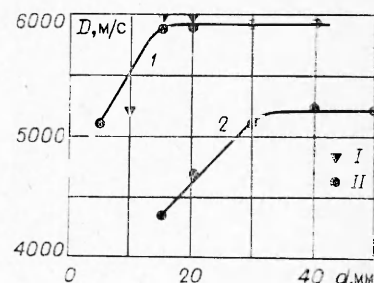


Рис. 4. Зависимость скорости детонации от диаметра заряда для гексогена с 20% талька.

1 — заводской гексоген, фракция 0,1 мм (I — добавка алюминиевой пудры; II — тальк); 2 — монокристалльный гексоген, фракция 0,5 мм.

ной высадки из ацетона с размером частиц 5–10 мкм, заводской гексоген (фракция 0,1 мм) и отдельные ситовые фракции, полученные дроблением и рассеиванием на ситах монокристаллов гексогена.

При изучении влияния размера зерна на значения критических диаметров ($d_{кр}$) с порошкообразным наполнителем (тальк) показано, что кривые $d_{кр}$, m (m — пористость зарядов) носят сложный характер¹ (рис. 1) и располагаются одна над другой по мере увеличения размера зерна ВВ. Из рис. 1 следует, что при любой степени заполнения свободного пространства в заряде инертным наполнителем $d_{кр}$ детонации тем больше, чем крупнее зерно ВВ (аналогичные результаты наблюдались ранее на системах гексоген — парафин, у которых зависимость $d_{кр}$ от размера зерна носит линейный характер). Полученные

¹ Точное положение максимума не определялось, так как заряды в этом интервале составов трудно прессовались.

ных скоростей детонации от пористости зарядов в системах гексоген — тальк. Некоторые из этих данных приведены в таблице. Введение талька в заряд в качестве инертной добавки приводит к снижению уровня предельных скоростей детонации по сравнению с зарядами одинаковой пористости с парафином.

Сравнительно низкий уровень $D_{пр}$ в системах гексоген — тальк позволил выявить такую область, где проявилась совершенно новая закономерность: зависимость предельной скорости детонации от размера зерна ВВ.

Наибольшая разница в значениях предельных скоростей детонации в зависимости от размера зерна наблюдается в малоплотных системах, где, как можно предположить, реакция в детонационной волне протекает по механизму горения зерна с поверхности. На системе с 25% талька для размеров зерна гексогена 0,1; 0,2 и 0,5 мм можно проследить пропорциональность между предельной скоростью детонации и удельной поверхностью зерна ВВ. При больших степенях заполнения пор разница в $D_{пр}$ становится меньше и исчезает совсем при максимальном содержании талька ($m < 10\%$), где, по-видимому, улучшаются условия для протекания (частично или полностью) реакции в объеме зерна ВВ.

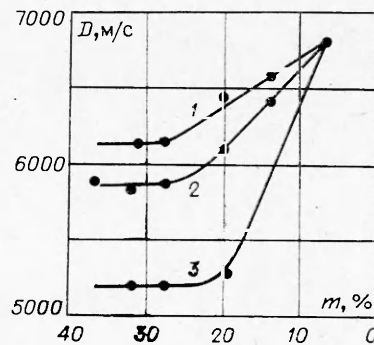


Рис. 5. Зависимость предельных скоростей детонации гексогена с тальком от пористости заряда.

1 — мелкодисперсный гексоген, размер частиц 5—10 мкм; 2 — заводской гексоген, фракция 0,1 мм; 3 — монокристалльный гексоген, фракция 0,5 мм.

Поступила в редакцию
30/XI 1976,
после доработки — 24/I 1977

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Я. Апин, Г. В. Димза. Докл. АН СССР, 1970, 192, 4.
2. Г. В. Димза. ФГВ, 1972, 8, 2.
3. Г. В. Димза. ФГВ, 1976, 12, 2.
4. А. Я. Апин, Г. В. Димза. — В сб.: Взрывное дело, № 74 (3). М., «Недра», 1974.