

## **ЗАТУХАНИЕ ДЕТОНАЦИИ В ЖИДКИХ ВЗРЫВЧАТЫХ СМЕСЯХ ТЕТРАНITPOMETAHA C ЭТИЛЙОДИДОМ**

*В. С. Соловьев, В. А. Летагин*  
(Москва)

При рассмотрении вопросов, связанных с поведением детонационного фронта при резком изменении его направления (на  $90^\circ$ ) для вялых смесей тетранитрометана с этилйодидом (содержание горючего в смеси более 10% по объему) было отмечено, что в ряде случаев имеет место замедление или затухание детонации. Щелевая (растровая) съемка процесса показала, что наиболее ярко эти явления выражены в направлении поворота, когда имеются условия, аналогичные выходу детонационной волны из узкого канала в объем ВВ. Понятие «объема» в данном случае условное, поскольку слой жидкого ВВ плоский.

Для плоского заряда существуют два предельных размера: ширина канала и его глубина. В настоящих экспериментах менялась только ширина канала при постоянной глубине.

В последнее время опубликован ряд работ, посвященных критическим условиям [1, 2] развития детонации в газах и жидкостях, в которых рассматриваются указанные вопросы с учетом многофронтного (неоднородного) характера детонационного фронта. В проведенных исследованиях не удалось обнаружить многофронтного характера детонации, хотя довольно четко проявились все те последствия, к которым приводят указанные явления. Данное обстоятельство обусловлено свойствами исследуемого вещества и методами исследования.

В экспериментах использовались сборки из плексигласа (рис. 1) с прямоугольным пазом глубиной 2 мм, передней и задней стенкой толщиной 5 мм. Иницирование смеси осуществлялось быстродействующими электродетонаторами. Количество детонаторов выбиралось в зависимости от ширины паза с целью получения в начальный момент плоского детонационного фронта.

Смесь тетранитрометана с этилйодидом имела резко выраженный отрицательный кислородный баланс: максимальное содержание тетранитрометана составляло 30% по объему. Выше указанного предела никаких аномальных явлений в развитии детонации не отмечалось, если не считать сам факт детонации смеси при

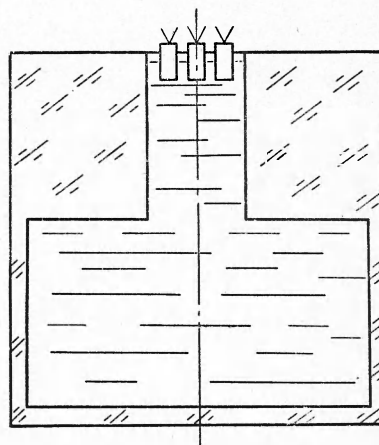


Рис. 1. Экспериментальная сборка.

таким высоким процентном содержании горючего. Отклонения от нормального развития детонации в описанных условиях наступают только при содержании горючего в смеси более 70% по объему. При составе  $C_2H_5I : C(NO_2)_4 = 71 : 29$  имеет место 50% случаев детонации заряда с затуханием при выходе из узкого прямоугольного канала в широкий плоский объем.

Смеси указанного процентного соотношения не светятся в отличие от других смесей на основе тетранитрометана, что осложняло обработку экспериментальных данных. Полная непрозрачность продуктов детонации очевидна из-за выделения йода, о чем свидетельствуют налет его на окружающих предметах и характерный запах продуктов детонации.

Невысокая скорость детонации (3200—3300 м/сек) и сравнимая с ней скорость ударной волны по стенке сборки также вносили определенные неудобства. Попытка изучить явление с торца не дала положительных результатов, потому что детонационный фронт не светится (рис. 2), а только виден момент выхода детонационной волны на границу ВВ — воздух. Подтверждением того, что заряд детонировал, был отпечаток на «свидетеле». Отсутствие свечения смеси объясняется низкой температурой детонации, поскольку большое количество тепла расходуется на прогрев инертного компонента — йода.

Вследствие указанных выше причин все эксперименты проводились на фоне канализированной взрывной подсветки [3].

Меняя соотношение компонентов от 70 : 30 до 73 : 27 при неизменной глубине канала были получены следующие экспериментальные факты:

1) затухание детонационной волны в узком канале до выхода в широкий плоский объем (рис. 3);

2) затухание детонационной волны при выходе из узкого паза в широкий плоский объем (рис. 4);

3) затухание детонационной волны при выходе из узкого паза в широкий плоский объем, дальнейшее усиление и развитие детонации после отражения детонационной волны от верхнего края сборки (рис. 5);

4) незначительное ослабление детонации с флангов при выходе в широкий плоский объем и дальнейшее нормальное ее развитие (рис. 6).

Для анализа полученных результатов построены последовательные положения передней границы детонационного фронта рассматриваемых случаев. Наибольший интерес представляют случаи 2 и 3, для которых на рис. 7 показаны последовательные положения детонационного фронта. Предварительно отметим, что ничего подобного для богатых смесей не наблюдалось и детонация после выхода из канала развивалась устойчиво во всех направлениях.

На рис. 7, а представлены последовательные положения детонационного фронта при выходе в плоский объем. Из рассмотрения рис. 7, а можно заключить, что центральный участок фронта, соответствующий примерно размеру паза, в течение значительного промежутка времени (7 мксек) движется с постоянной скоростью 3320 м/сек. В дальнейшем центральный участок этой площадки движется с той же скоростью до момента его исчезновения. Момент исчезновения плоского участка — момент затухания детонации. После затухания детонации очертания фронта выравниваются за счет идущей по оболочке сборки ударной волны.

Движение детонационного фронта в поперечном направлении происходит с меньшей скоростью, чем в прямом, и за тот же промежуток времени в поперечном направлении детонация проходит путь примерно в 1,7 раза меньший, чем в продольном. Таким образом, в течение неко-



Рис. 2. Торцевая развертка детонации смеси тетранитрометан — этилиодид (30 : 70), скорость развертки равна 3000 м/сек.

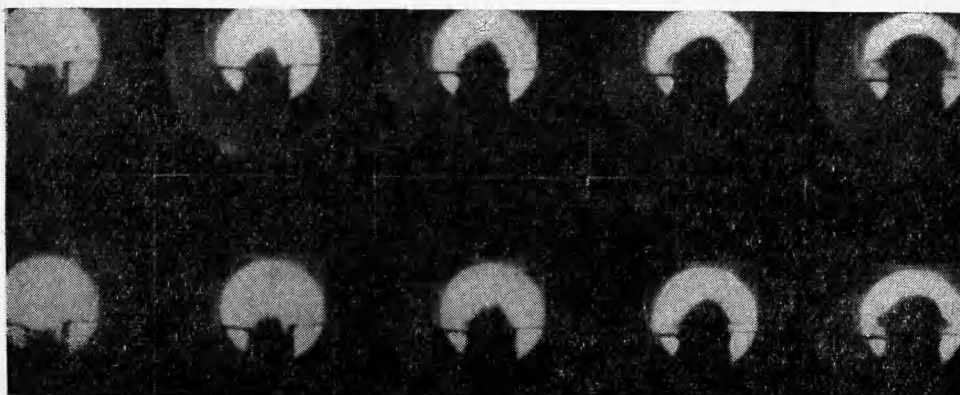


Рис. 3. Покадровая съемка процесса затухания детонационной волны до выхода из узкого паза в широкий плоский объем. Смесь  $C(NO_2)_4 : C_2H_5I$  (27 : 73),  $n = 500000$  кадр/сек.

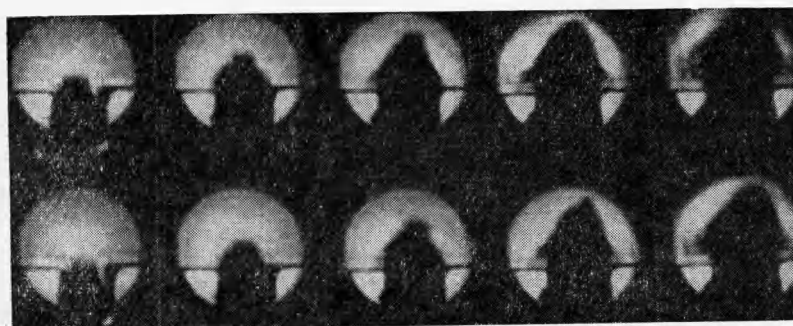


Рис. 4. Затухание детонации при выходе детонационной волны из паза в широкий плоский объем. Смесь  $C(NO_2)_4 : C_2H_5I$  (28 : 72),  $n = 500000$  кадр/сек.



Рис. 5. Затухание детонации с последующим развитием после отражения.  
Смесь  $C(NO_2)_4 : C_2H_5I$  (29 : 71),  $n=500000$  кадр/сек.

того времени имеет место прерывный переход от параметров детонационной волны, максимальных в центре, до очень малых в поперечном направлении.

Судя по высоте прямоугольного участка (рис. 7, а) можно утверждать, что в течение 2 мксек существуют условия, при которых поперечные возмущения не в силах остановить движения в главном направлении. В дальнейшем плоская площадка детонации уменьшается. К моменту затухания очертание фронта имеет вид треугольника.

Регистрации, представленные на рис. 5, и построенные по ним последовательные положения фронта (рис. 7, б), получены для смесей, содержащих окислителя 29% по объему. В данном случае обеспечивается большая устойчивость продольного участка детонационного фронта, которая не приводит к полному затуханию до момента отражения от верхней части сборки. После отражения детонирует все вещество, находящееся в сборке.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: жидкие взрывчатые смеси тетранитрометана с этилйодидом обладают очень высокой детонационной способностью при высоком содержании горючего (более 70% по объему) при инициировании слабым детонатором с навеской ВВ 0,4 г в зарядах малого диаметра, что не отмечено для других смесей тетранитрометана;

при содержании горючего ( $C_2H_5I$ ) более 70% по объему детонация в зарядах данного размера становится неустойчивой и при определенных условиях затухает;

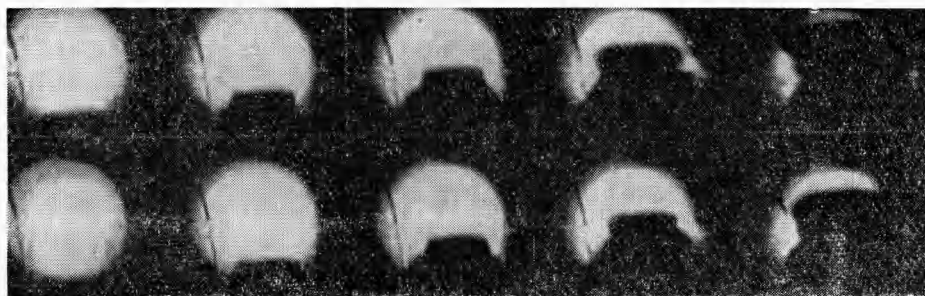


Рис. 6. Незначительное замедление детонации при выходе в широкий плоский объем.  
Смесь  $C(NO_2)_4 : C_2H_5I$  (30 : 70),  $n=500000$  кадр/сек.

наиболее ярко затухание проявляется при выходе детонации из плоского канала в широкий плоский объем;

при отсутствии затухания плоский детонационный фронт сохраняет свои параметры при движении в широком объеме, постепенно расширяясь;

затухание детонации наступает после «съедания» плоского участка детонационного фронта поперечными возмущениями;

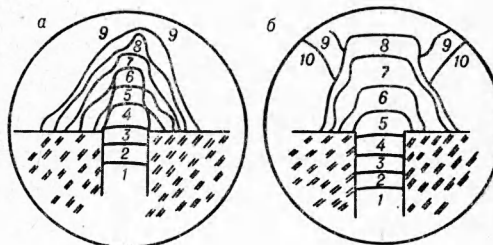


Рис. 7. Последовательное положение фронта детонационной волны для случаев 2 и 3. (Время между положениями фронта 1,775 мксек).

детонация затухает не только в начальной стадии дифракции. Это явление, по-видимому, обусловлено плоскостностью канала, которая препятствует появлению возмущений, ослабляющих фронт с передней и задней стороны. Если бы волны, ослабляющие фронт, поступали со стороны передней и задней стенок сборки, то изменение формы фронта носило бы произвольный характер. (В описываемых опытах затухание детонации происходило только со стороны объема ВВ.);

если затухание детонации началось, то препятствовать этому можно, создав условия для увеличения параметров ударной волны: например, за счет отражения затухающего фронта от жесткой преграды.

Поступила в редакцию  
22/III 1966

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Р. И. Солоухин, В. В. Митрофанов. Докл. АН СССР, 1964, 159, 5.
2. А. Н. Дремин. Докл. АН СССР, 1962, 147, 4.
3. В. С. Соловьев, В. А. Одинцов. Ж. научн. и прикл. фотогр. и кинематогр., 1962, 7, 6.