

ИЗМЕРЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИНЫ ДЕТОНАЦИИ  
ВЗРЫВЧАТОГО РАСТВОРА В ТОНКОМ СЛОЕ

Г. Д. Козак, В. В. Потапов, В. М. Райкова

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 125190 Москва

В плоских стеклянных кюветах определена критическая толщина детонации слоев растворов динитротолуола в концентрированной азотной кислоте, состав которых отвечает нулевому и отрицательному кислородному балансу. Для смеси нулевого кислородного баланса детонация зарегистрирована при толщине слоя 0,10 и 0,12 мм, а отказ детонации — при 0,08 мм. Полученные в работе данные придают завершённый вид зависимости критического диаметра детонации раствора динитротолуола в  $\text{HNO}_3$  от состава смеси.

Смеси, содержащие азотную кислоту и органические соединения, являются необходимой основой технологических процессов нитрования, и исследование их детонационной способности непосредственно связано с решением вопроса о взрывобезопасности таких производств.

В работе [1] определены зависимости критического диаметра детонации ( $d_f$ ) растворов динитротолуола (ДНТ) и других органических веществ в концентрированной азотной кислоте от состава смеси. Кривая  $d_f(C_N)$ , где  $C_N$  — содержание безводной  $\text{HNO}_3$  в системе, проходит через минимум ( $d_f^{\min}$ ), положение которого примерно соответствует составу смеси нулевого кислородного баланса ( $A = 0$ ). Для смесей ДНТ– $\text{HNO}_3$  при  $C_N = 30 \div 50$  % зафиксирована только полная детонация в стеклянных трубках диаметром 1,2 ÷ 1,3 мм (толщина стенок  $\approx 2,5$  мм) и не зарегистрировано ни одного отказа детонации. Малое значение  $d_f$  (менее 1 мм) растворов ДНТ в  $\text{HNO}_3$  при  $A \approx 0$  не позволило определить точное значение  $d_f^{\min}$  с помощью метода цилиндрических зарядов.

Для определения критического диаметра детонации в области  $d_f < 1$  мм в настоящей работе применен метод плоских зарядов, аналогичный тому, который использован в работе [2] для исследования критических условий распространения детонации метилнитрата. Плоскую кювету, в которую заливали исследуемую смесь, склеивали силикатным клеем из заготовок, вырезанных из отмытых от эмульсии фотографических стеклянных пла-

стин (толщиной 1,1 ÷ 1,4 мм). Толщину каждой стенки кюветы измеряли по крайней мере в трех местах с помощью микрометра, расстояние между пластинами (зазор) изменяли, помещая между ними по краям полоски из стекла или тефлоновой пленки различной толщины. Размер зазора вычисляли по разности между толщиной кюветы, измеренной после склеивания, и суммой толщин применявшихся для ее изготовления стенок. Известно, что фотографические стеклянные пластины имеют высокую степень постоянства толщины, что обеспечивало точность измерения зазора кюветы не менее  $10^{-2}$  мм. В верхней части кюветы имелось клиновидное (угол  $30 \div 40^\circ$  при виде сбоку) расширение, стенками которого служили вырезанные из стекла прямоугольные треугольники. Расширение обеспечивало нормальное инициирование детонации в плоском слое. В качестве инициатора применяли прессованные шашки флегматизированного октогена, защищенные полиэтиленовой пленкой от действия кислоты.

Толщина зазора между пластинами в опытах изменялась в пределах  $d = 0,08 \div 1,20$  мм, ширина слоя раствора в кювете составляла  $H = 25 \div 30$  мм, длина заряда  $L = 75 \div 80$  мм. Таким образом, в некоторых опытах отношение  $L/d$  достигало значения  $10^3$  и никогда не было меньше 50.

Для приготовления смесей использовали азотную кислоту квалификации х.ч. ( $C_N = 95,5$  % определено титрованием) и

Расчетные параметры детонации изученных смесей  
при плотности 1,49 г/см<sup>3</sup>

$C_N$ , %	$A$ , %	$D$ , км/с	$Q$ , МДж/кг
62,5	+0,2	7,177	5,88
57,3	-9,3	7,283	5,66
51,8	-18,2	7,370	5,66
46,3	-29,2	7,175	5,38

2,4-динитротолуол промышленного изготовления, имевший температуру затвердевания  $T_c = 66$  °С. Растворы готовили так же, как в работе [1], после растворения ДНТ в азотной кислоте растворы выдерживали в колбе с притертой пробкой до приобретения ими комнатной температуры ( $T = 19 \div 20$  °С), при которой определяли критический диаметр детонации. Состав изучавшихся смесей и их параметры (скорость детонации  $D$ , теплота взрыва  $Q$  и кислородный баланс  $A$ ), рассчитанные по методу [3], приведены в таблице.

В качестве «свидетеля» распространения детонационного процесса применяли тонкостенные медные трубки диаметром 6 мм. Трубка располагалась между широкой стороной стеклянной кюветы и массивной стальной пластиной. По степени деформации трубки  $\Delta D$  (уменьшению ее диаметра, сплющиванию) судили о результате опыта. Для смеси ДНТ- $HNO_3$  состава 34,6/65,4 ( $C_N = 62,5$ ,  $A = +0,2$  %) при  $d = 0,08$  мм получен отказ де-

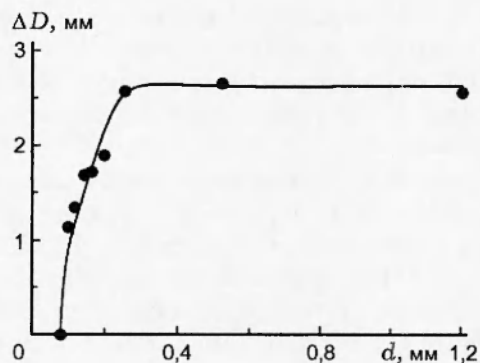


Рис. 1. Зависимость деформации трубки-свидетеля от толщины слоя раствора ДНТ в азотной кислоте ( $C_N = 62,5$  %)

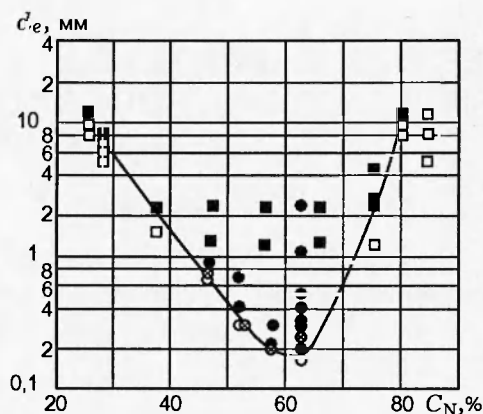


Рис. 2. Результаты опытов по определению детонационной способности растворов ДНТ в азотной кислоте:

темные точки — детонация, светлые — отказ детонации, крестики — ее затухание; кружки — опыты в плоских зарядах, квадраты — в цилиндрических по данным работы [1]

тонации, деформации трубки не наблюдалось. Устойчивая высокоскоростная детонация слоя получена при  $d = 0,10 \div 0,12$  мм, что подтверждается существенным, более чем на 1 мм уменьшением диаметра трубки-свидетеля. Заметим, что при таком зазоре удельная (на единицу длины) масса вещества в слое менее 0,1 г/см. При увеличении толщины слоя от 0,1 до 0,3 мм степень деформации трубки (сплющивания) быстро растет, ввиду увеличения удельной массы вещества в слое, а затем при  $d = 0,3, 0,6$  и 1,2 мм трубка полностью сплющивается и значение  $\Delta D$  практически не меняется. Полученные результаты иллюстрирует рис. 1.

На рис. 2 в координатах  $C_N, d_e$  ( $d_e = 4F/P$  — эквивалентный диаметр, где  $F$  — площадь поперечного сечения канала,  $P$  — его периметр) показаны результаты опытов, проведенных с четырьмя смесями, и приведены данные работы [1]. Видно, что полученные в настоящей работе данные логично дополняют результаты, приведенные в [1]: на кривой  $d_f(C_N)$  проявляется хорошо выраженный минимум при составе смеси, кислородный баланс которой близок к нулю.

Таким образом, в работе апробирован метод надежного определения критической толщины детонации жидких взрывчатых веществ для случаев, когда  $d < 1$  мм. С помощью этого

метода измерен критический диаметр детонации ДНТ в азотной кислоте при кислородном балансе, близком к нулю. В результате этого зависимость  $d_f(C_N)$  приобрела завершённый вид.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Райкова В. М., Кондриков Б. Н., Козак Г. Д. Экспериментальное исследование детонации растворов на основе азотной кислоты // Физика горения и взрыва. 1998. Т. 34, № 1. С. 84.

2. Курбангаллина Р. Х. Некоторые данные о детонационной способности метилнитрата // Физика взрыва. 1955. Вып. 4. С. 112.
3. Кондриков Б. Н., Сумин А. И. Уравнение состояния газов при высоком давлении // Физика горения и взрыва. 1987. Т. 23, № 1. С. 114.

*Поступила в редакцию 6/VII 1998 г.*

---