

## ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА ВОЗБУЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ДЕТОНАЦИИ В НЕКОТОРЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИНИЦИИРУЮЩИХ АЗИДАХ

Ю. Н. СУХУШИН, Ю. А. ЗАХАРОВ

(Представлена научным семинаром кафедры радиационной химии  
химико-технологического факультета)

Введение примесей в неорганические иницирующие азиды является мощным средством как для изменения ряда важнейших характеристик медленного термического разложения, фотолиза и радиолиза [1, 2], так и для изучения механизма этих процессов. При изучении влияния примесей на радиолиз, фотолиз и термолиз была выявлена роль электронных факторов в развитии процессов медленного разложения и разработаны ряд способов целенаправленного изменения некоторых свойств иницирующих взрывчатых веществ. Ввиду этого представляется интересным выявить влияние примесей на процессы возбуждения и развития детонации с целью выяснения механизма быстропротекающего разложения и определения взрывчатых свойств веществ, измененных добавками.

Нами определялась чувствительность к удару и скорость детонации в иницирующих составах систем: азид свинца — азид серебра ( $Pb(N_3)_2 - AgN_3$ ), в углах, богатых азидом свинца в системе его с азидом меди /II/ ( $Pb(N_3)_2 - Cu(N_3)_2$ ) и в углах, богатых азидом серебра в системе его также с азидом меди /II/ ( $AgN_3 - Cu(N_3)_2$ ). Составы синтезировались сливанием 0,2 н растворов соответствующих солей:  $NaN_3$ ,  $Pb(NO_3)_2$ ,  $Cu(NO_3)_2$ ,  $AgNO_3$  классификации х. ч. Составы сушились в вакууме и хранились над  $P_2O_5$ . Измерения проводились на составах при прессовании их до плотности  $1,8 \text{ г/см}^3$ , одинаковой во всех опытах.

Чувствительность к удару определялась на копке К-4-44-1 в геометрии игла против плоскости «русский пробой», то есть по 10 образцов на каждую точку. Скорость детонации определялась фотографической регистрацией на скоростном фоторегистре СФР—Л при скорости развертки  $45000 \text{ об/мин}$ . Образцы для измерения скорости детонации изготавливались прессованием иницирующего состава в целлофановую оболочку толщиной  $0,1 \text{ мм}$ , диаметром  $5 \text{ мм}$  до базы  $2 \text{ см}$  при постоянной навеске. Регистрограммы имели вид прямых четких линий без заметного участка разгона детонации.

Точность определения скорости детонации составляла  $50 \text{ м/сек}$ , причем на каждый состав производилось пять определений.

На рис. 1 представлена зависимость скорости детонации в системе  $Pb(N_3)_2 - AgN_3$ . Состав дан по составу нитратных растворов перед осаждением. Следует отметить значительное увеличение скорости детонации в начальных участках диаграммы, то есть в области образова-

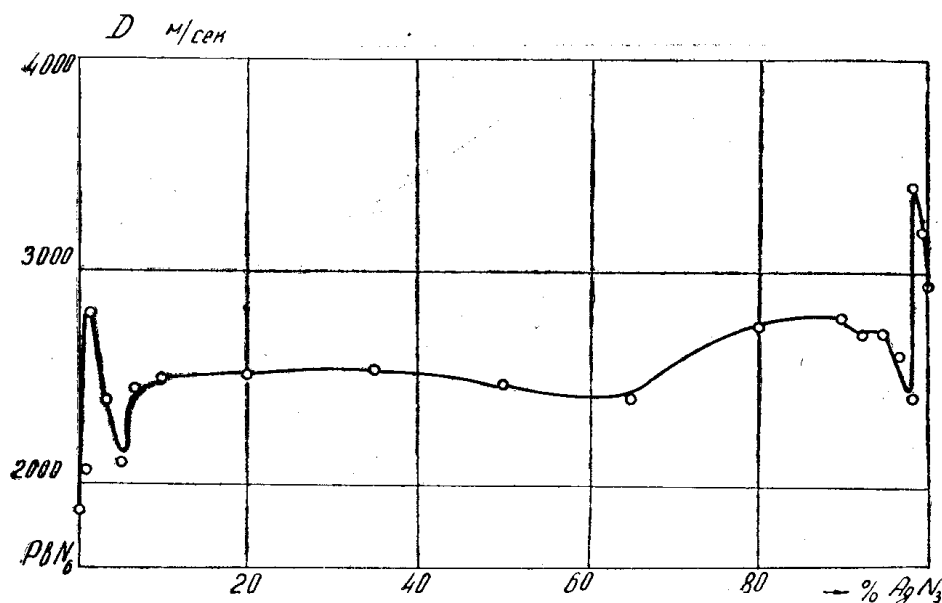


Рис. 1. Зависимость скорости детонации от состава в системе  $Pb(N_3)_2-AgN_3$

ни: твердых растворов. По мере распада твердого раствора наблюдается снижение скорости детонации. В области существования механической смеси  $Pb(N_3)_2(Ag^+)$  и  $AgN_3(Pb^{2+})$  наблюдается монотонное возрастание скорости детонации в средней части диаграммы.

Зависимость чувствительности к удару в этой же системе представлена на рис. 2. Коридор неполного срабатывания составов заштрихован.

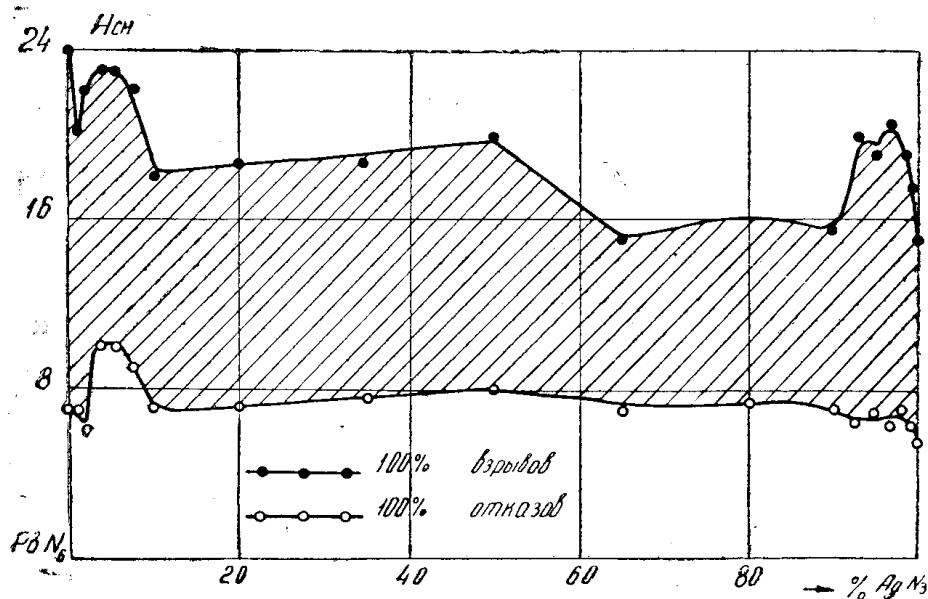


Рис. 2. Зависимость чувствительности к удару от состава в системе  $Pb(N_3)_2-AgN_3$

ван. Здесь в области образования твердых растворов наблюдается спад кривой, то есть, увеличение чувствительности, а затем, по мере распада твердых растворов, уменьшение чувствительности; в области механиче-

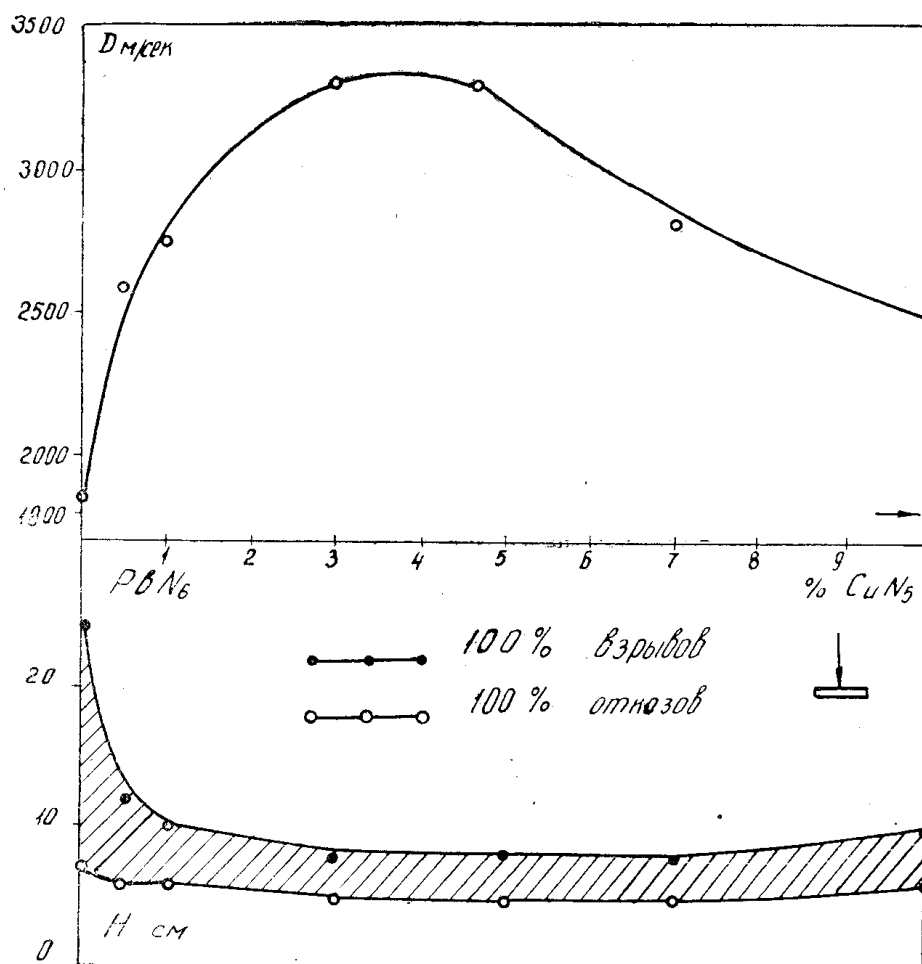


Рис. 3. Сравнение зависимости скорости детонации и чувствительности к удару от состава в системе  $Pb(N_3)_2-Cu(N_3)_2$ .

ских смесей ход кривой чувствительности к удару, как и ход кривой скорости детонации, монотонен. Обращает на себя внимание факт, что росту скорости детонации соответствует рост чувствительности к удару. Сравнение чувствительности к удару угла диаграммы, богатого  $Pb(N_3)_2$ , системы  $Pb(N_3)_2-Cu(N_3)_2$  со скоростью детонации в этой системе приведено на рис. 3.

Возрастание скорости детонации по мере увеличения содержания примеси происходит более плавно, чем в углах системы  $Pb(N_3)_2-AgN_3$ . Увеличение скорости детонации также соответствует увеличению чувствительности составов к удару. Характер зависимости скорости детонации и чувствительности к удару угла, богатого  $AgN_3$ , в системе  $AgN_3-Cu(N_3)_2$  (рис. 4) имеет иной характер, чем в описанных выше системах: в области малых содержаний примеси наблюдается резкий спад скорости детонации. Увеличение чувствительности к удару совпадает с увеличением скорости детонации, а уменьшение скорости детонации — с уменьшением чувствительности к удару, как и в системах  $AgN_3$ ,  $Pb(N_3)_2-Cu(N_3)_2$ .

Составы, богатые азидом меди (II) не были исследованы ввиду крайней опасности обращения с ними: произвольные взрывы возникали на всех стадиях обработки составов и образцов.

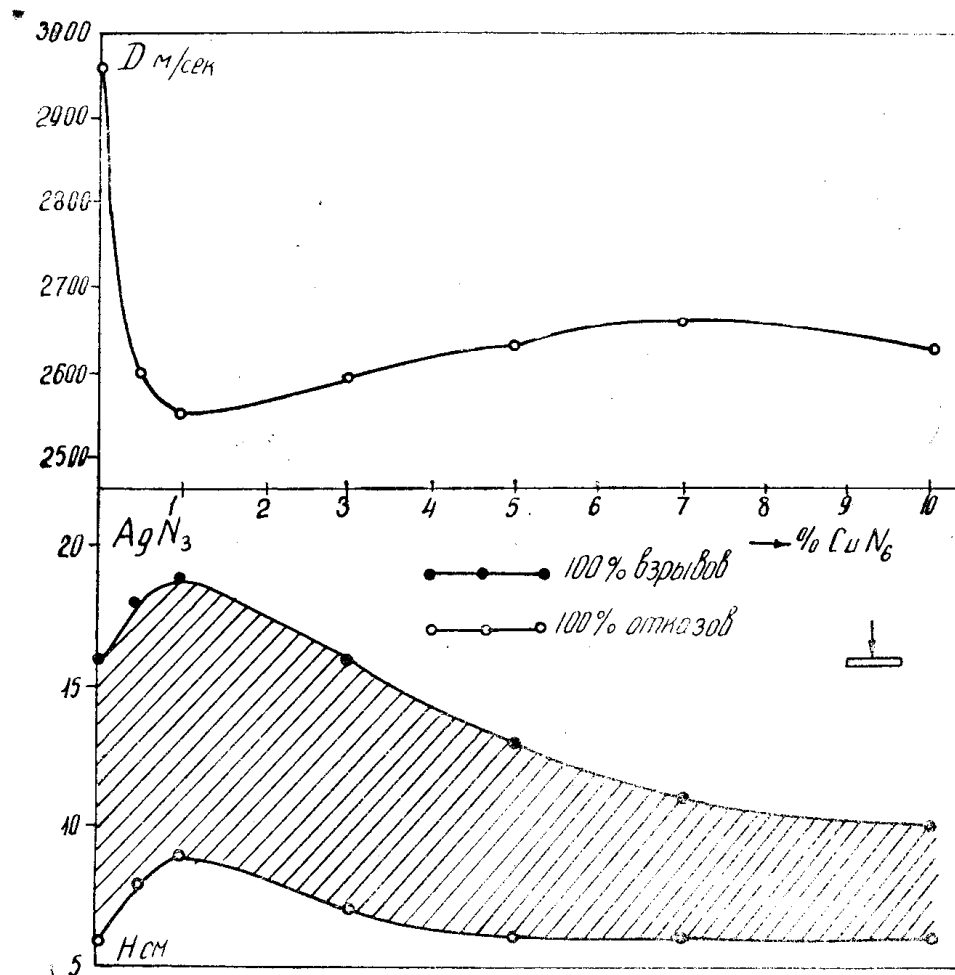


Рис. 4. Сравнение зависимости скорости детонации и чувствительности к удару от состава в системе  $\text{AgN}_3$ — $\text{Cu}(\text{N}_3)_2$

Подобные картины изменения скорости детонации нами встречались уже дважды, при этом составы получались другими способами и из других исходных препаратов.

Обсуждая полученные результаты, следует отметить, что в связи с нашим стремлением поддерживать постоянной макроскопическую плотность образцов, можно предположить, что полученные изменения детонации при введении микропримесей не определяются фактором макроскопической плотности. В качестве других причин может выступать следующее:

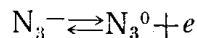
1) микроскопическая или рентгенографическая плотность отдельных микрокристаллов может оказать сильное влияние, если детонация развивается без участия воздушных промежутков [5];

2) введение примесей может изменить размеры отдельных микрокристаллов, однако непосредственное наблюдение показало, что заметное изменение габитуса кристалла имеет место только в системе  $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ — $\text{Cu}(\text{N}_3)_2$ , где при малых количествах примеси имеется переход  $\alpha$ -формы  $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$  в  $\beta$ -форму  $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ ;

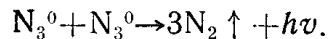
3) влияние примесей (особенно малых количеств) не может заметно изменить энергетику развития процесса, поэтому в качестве одной из возможных причин такого влияния можно известной степенью осторожности назвать влияние изменяющейся термостабильности составов

и, следовательно, поскольку изменение термостабильности объясняется нами с точки зрения процессов электронного возбуждения [2], влиянием примесей на электронное строение вещества.

Однако изменение электронного строения взрывчатого вещества может, согласно точки зрения [3], влиять непосредственно на условия возбуждения и развития детонации. Например, в случае инициирующих неорганических азидов, влияние доноров и акцепторов электронов на электронное возбуждение азидного радикала  $N_3^0$ .



может значительно влиять на кинетику разложения, протекающего по уравнению



Однако, отсутствие в настоящее время в нашем распоряжении данных по зонной структуре, описанных выше систем, не позволяет детально обсудить этот вопрос. Следует еще раз отметить факт параллелизма между скоростью детонации и чувствительностью к удару, что, по-видимому, подтверждает имеющееся в физике взрыва мнение, что оба процесса этих имеют существенно тепловую природу [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. А. Захаров. Диссертация, Томск, 1963.
2. Ю. А. Захаров, Г. Г. Савельев. Кинетика и катализ. 7, 1 (1965).
3. Ф. Боуден, А. Иоффе. Быстрые реакции в твердых веществах. ИИЛ М., 1962.
4. J. W. Mitchell, N. F. Mott, Phil. Mag. 2, 1149 (1957).
5. К. К. Андреев, А. Ф. Беляев. Теория взрывчатых веществ, Оборонгиз, М.,