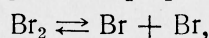


с концентрацией Br, приведут к ускорению прямых реакций и более эффективному ингибированию. Роль давления и состоит в выполнении этой функции, если предположить установление равновесия атомов брома в зоне пламени по обратимой реакции [14],



которая приводит с повышением давления к уменьшению относительной концентрации атомов брома. В результате с ростом давления некоторый постоянный уровень относительной концентрации Br и HBr смещается в зоне пламени в область более высоких температур, что имеет важное значение с точки зрения тепловой теории распространения пламени.

Таким образом, опыты с небольшими добавками брома показали цепной характер реакции в пламени метана с воздухом вплоть до 70 атм. С другой стороны, получено косвенное подтверждение гипотезы о возрастающей роли температурного фактора с повышением давления, что является необходимой предпосылкой теплового механизма распространения пламени.

Поступила в редакцию
26/1 1971

ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Бабкин, Л. С. Козаченко. ФГВ, 1966, 2, 3.
2. W. A. Strauss, R. Edse. 7-th Symposium on Combustion. London, 1959.
3. G. Jahn. Der Zündvorgang in Gasgemischen. Berlin, 1934.
4. Физические измерения в газовой динамике и при горении. М., ИЛ, 1957.
5. G. K. Adams, G. W. Stocks. Rev. Inst. Franc. Petrole, 1958, 13, 4.
6. Л. В. Кармилова, В. Н. Кондратьев. ЖФХ, 1951, 25, 3.
7. С. Р. Fenimore, G. W. Jones. J. Phys. Chem., 1958, 62, 6.
8. K. N. Vascombe. 10-th Symposium on Combustion. Pittsburgh, 1965.
9. А. И. Розловский. ЖФХ, 1956, 30, 4.
10. Я. Б. Зельдович, В. В. Воеводский. Тепловой взрыв и распространение пламени в газах. М., Изд. ММИ, 1947.
11. W. A. Rosser, H. Wise, J. Miller. 7-th Symposium on Combustion. London, 1959.
12. А. Н. Баратов, Ф. А. Карагулов, В. И. Макеев. ФГВ, 1970, 6, 1.
13. А. Н. Баратов. ЖВХО им. Д. И. Менделеева, 1967, 12, 3.
14. А. С. Соколик. Самовоспламенение, пламя и детонация в газах. М., Изд-во АН СССР, 1960.

УДК 541.124.2+662.217.7

О ПУЗЫРЬКОВОМ МЕХАНИЗМЕ ИНИЦИИРОВАНИЯ ВЗРЫВА В СЛОЕ ЖИДКОСТИ ПРИ УДАРЕ

А. В. Дубовик, В. К. Боболев
(Москва)

Присутствие в жидком взрывчатом веществе (ЖВВ) воздушных пузырьков заметно повышает его чувствительность к механическим и ударным воздействиям [1, 2]. Наиболее убедительное объяснение этого явления давалось на основе тепловой теории возбуждения взрыва и

сводилось к механизму теплопередачи от адиабатически (или квазиадиабатически) сжатого газа к стенкам пузырьков.

Однако авторы работ [3, 4] приходят к заключению, что вследствие значительного теплоотвода в глубь жидкости поверхность пузырька, при не слишком высоких степенях сжатия газа, будет иметь температуру, недостаточную для зажигания ЖВВ. При воспламенении паров или мелких капель ВВ внутри пузырька температура может подняться настолько, что реакция возникнет на его стенках. Экспериментально наблюдалось [4], что при схлопывании воздушных пузырьков в слое резинового клея жидкость, окружающая пузырек, вспенивалась, а граница пузырьков становилась неровной. Это обстоятельство, по мнению исследователей, облегчало не только возбуждение, но и последующее развитие взрыва.

Результаты работы [4], по-видимому, впервые привлекли внимание к детальному изучению процессов, сопровождающих схлопывание газонаполненных полостей в ЖВВ. Интересные экспериментальные наблюдения были опубликованы в [5], где было сфотографировано схлопывание воздушной полости эллиптической формы в слое нитроглицерина (НГЦ) при ударе. Было обнаружено, что в процессе схлопывания возникали высокоскоростные ($\sim 30 \div 50$ м/сек) кумулятивные микроструи жидкости. Предполагалось, что образование капель жидкости при взаимодействии струй между собой или со стенками полостей может явиться важным фактором, облегчающим инициирование взрыва.

На наш взгляд, отсутствие систематизированных сведений о закономерностях схлопывания полостей при ударе и протекания различных явлений, сопровождающих этот процесс, существенно затрудняет анализ действительных факторов, играющих роль в инициировании жидкостей. Как выяснилось, в дальнейшем, подобные сведения также необходимы при интерпретации результатов исследования чувствительности ЖВВ к удару. Поэтому, прежде чем переходить к обсуждению конкретного механизма инициирования жидкостей, небесполезно обратиться к результатам исследования динамики схлопывания полостей.

Некоторые закономерности схлопывания цилиндрических полостей в слое НГЦ при ударе

Методика проведения эксперимента аналогична применявшейся в работе [6]. Фотографическим методом измерялся текущий радиус цилиндрической воздушной полости, сжимаемой ударом груза в слое жидкости заданной толщины. Исследуемыми жидкостями были как технически чистый нитроглицерин ($\rho_0 = 1,6$ г/см³, $\mu = 0,3$ пз), так и НГЦ, желатинизированный коллоксилином. Скорости ω_0 удара груза весом 5 кг варьировались от 1 до 4 м/сек. Толщина слоев жидкости составляла $h_0 = 0,25 \div 1,0$ мм, радиус ударника R изменялся от 5 до 20 мм. Высота воздушных полостей (начальное давление воздуха в полости составляло 1 атм) диаметром $2r_0 = 5 \div 10$ мм соответствовала толщине слоев жидкостей.

Основные результаты проведенных исследований представлены в таблице. Величины всех параметров в таблице являются усредненными из не менее чем 5 \div 10 экспериментов данной серии опытов.

1. На рис. 1 в логарифмическом масштабе представлена зависимость t_+ от параметра $\tau \sqrt{\beta}$, где $\tau = h_0/\omega_0$ и $\sqrt{\beta} = r_0/R$. Нетрудно установить, что формула

$$t_+ \approx \tau \sqrt{\beta} \quad (1)$$

Номер опытов	w_0 , мксек	h_0 , мм	r_0/R	t_+ , мксек	u , м/сек	V , м/сек	P , кбар	f , %
1	1	0,5	0,49	265	20	25	0,75	0
2	2	0,25	0,48	70	100	180	5,2	100
3	2	0,5	0,49	120	45	100	2,65	25
4	2	1,0	0,49	205	25	40	1,15	0
5	2,5	0,5	0,51	105	55	160	3,95	100
6	3	0,5	0,51	75	90	150	4,5	100
7	3	1,0	0,49	135	40	75	2,0	0
8	4	1,0	0,51	95	60	150	3,8	100
9	2	0,25	0,53	55	70	180	4,6	30
($R=5$ мм)								
10	2	0,5	0,52	120	25	40	1,05	0
11	.	0,25	0,27	40	120	300	8,3	70
($R=9,5$ мм)								
12	.	0,5	0,27	50	85	150	4,35	0
13	.	0,25	0,19	50	90	260	6,7	70
($R=14$ мм)								
14	.	0,5	0,20	60	60	170	4,3	20
15	.	0,5	0,15	80	55	120	3,25	0 (±0)
($R=19$ мм)								
16	.	0,5	0,19	50	80	190	5,1	80
($R=14$ мм $M=10$ кг)								

Примечания: 1. t_+ — время схлопывания полостей; u — скорость движения границ полостей в момент возникновения струй; V — скорость кумулятивных струй; p — давление, возникающее в жидкости в момент столкновения струй со стенками схлопывающихся полостей; f — ориентировочная величина частоты взрывов при схлопывании полостей (% от общего числа проводившихся опытов).
2. В опытах 1—8 $R=9,5$ мм, диаметр полости ~ 10 мм; в опытах 9—16 диаметр полости ~ 5 мм.

удовлетворительно описывает экспериментальные результаты. Цифры на рис. 1 (и последующих) повторяют нумерацию серий опытов, представленных в таблице.

Было обнаружено, однако, что при экспериментах с использованием относительно больших ударников рассчитанные по (1) значения t_+ плохо совпадали с измеренными, причем расхождение увеличива-

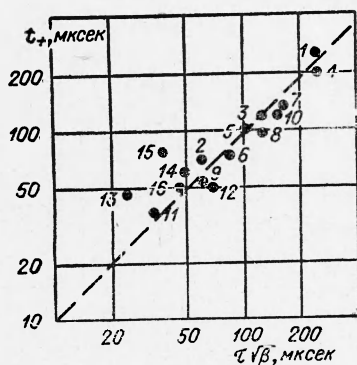


Рис. 1.

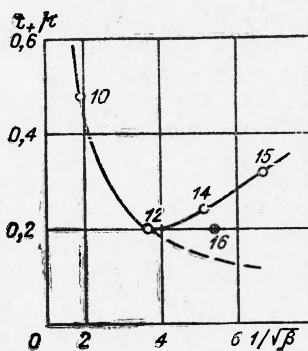


Рис. 2.

лось с возрастанием радиуса ударника (рис. 1, серии опытов 13—15). На рис. 2 приведена зависимость t_+/τ от $1/\sqrt{w_0}$, полученная в экспериментах со слоем НГЦ толщиной 0,5 мм, в котором имелась полость диаметром ~ 5 мм. Пунктирная кривая на рис. 2 дает ожидаемый по (1) ход зависимости t_+ от R .

Причину явления нетрудно понять, если принять во внимание торможение груза к моменту схлопывания полостей, которое достаточно заметно в экспериментах с большими R .

Действительно, распределение давления при ударе в слое идеальной жидкости имеет вид [7]:

$$p = \frac{3 \rho_0 R^2 \omega^2}{4 h^2} [1 - (r/R)^2],$$

а сила, тормозящая ударник,

$$F = \int_0^R 2 \pi p r dr = 9 \pi \rho_0 R^4 \omega^2 / 8 h^2.$$

Работа, совершаемая грузом массы M , равна

$$M \omega d\omega = F dh,$$

откуда скорость груза

$$\frac{\omega}{\omega_0} = \exp \left\{ - \frac{9 \pi \rho_0 R^4}{8 h_0 M} \left(\frac{h_0}{h} - 1 \right) \right\} \approx 1 - \frac{9 \pi \rho_0 R^4}{8 h_0 M} \left(\frac{h_0}{h} - 1 \right). \quad (2)$$

Оценим, к примеру, скорость груза в момент схлопывания $h_0/h = 1,5$. При $M = 5$ кг и $h_0 = 5 \cdot 10^{-2}$ см находим для $R = 1$ см $\omega/\omega_0 = 0,99$ и $R = 2$ см $\omega/\omega_0 \approx 0,85$, т. е. скорость груза к моменту схлопывания полости уменьшается на 15%. С возрастанием M , как следует из (2), $\omega \rightarrow \omega_0$, вследствие чего можно ожидать, что в опытах с более тяжелыми грузами расчет по (1) будет лучше согласовываться с экспериментом. Проверочная серия опытов 16, проведенная с грузом 10 кг, подтверждает этот вывод (рис. 2).

Заметим, что при торможении груза за счет вязких эффектов [1]:

$$\frac{\omega}{\omega_0} = 1 - \frac{3 \pi \mu R^4}{4 M \omega_0 h_0^2} \left[\left(\frac{h_0}{h} \right)^2 - 1 \right]. \quad (3)$$

Для упомянутых выше условий и $\omega_0 = 2$ м/сек находим $\omega/\omega_0 = 0,999$ при $R = 1$ см и $\omega/\omega_0 = 0,995$ при $R = 2$ см.

Найденные закономерности будут использованы при анализе снижения частоты взрывов в экспериментах с большими ударниками (см. опыты 9—16).

2. Двигаясь ускоренно с момента удара груза, граница полости во время возникновения струи обладает некоторой скоростью, которая зависит от геометрии слоя жидкости и параметров удара. На рис. 3 в логарифмическом масштабе приведена зависимость скорости фронта полости u от величины $R/2\tau\sqrt{\beta}$, которая, по существу, является средней радиальной скоростью течения жидкости в начальной стадии удара. Если исключить из рассмотрения серии опытов 13—16, условия проведения которых обсуждались выше, то эмпирическую зависимость для оценки величины u можно представить в приближенном виде

$$u \approx c (R/2\tau\sqrt{\beta})^{1,06}, \quad (4)$$

где $c \approx 1,0$ (м/сек) $^{-1,06}$.

3. На основании результатов экспериментов оказалось возможным установить закономерность между величинами скоростей движения границ схлопывающихся полостей и скоростей возникающих кумулятивных

струй (рис. 4). Приближенное соотношение между ними имеет простой вид

$$V \approx 2,25 u. \quad (5)$$

4. Располагая экспериментальными результатами относительно скоростей струй и границ полостей, нетрудно рассчитать величины ударных давлений, возникающих при столкновении струй со стенками схлопывающихся полостей, если известна ударная адиабата исследуемой жидкости. В таблице приведены значения динамических давлений, полученных расчетом с использованием ударной адиабаты НГЦ [8]:

$$p = 16,8 u_p (1 + 0,405 u_p) \text{ кбар}, \quad (6)$$

где $u_p = u + V$, км/сек.

Следует обратить внимание на следующий наблюдаемый факт, который, по-видимому, проливает свет на некоторые особенности возбуждения взрыва. Поскольку сходящийся поток жидкости в момент возникновения струи утрачивал радиальную симметрию течения, то лобовое столкновение струй со стенками полостей часто отсутствовало. Если характер диспергирования струй зависит от параметров их взаимодействия со стенками полостей, то появление вероятностной закономерности взрывов в некоторых сериях опытов, возможно, связано с влиянием рассмотренного эффекта.

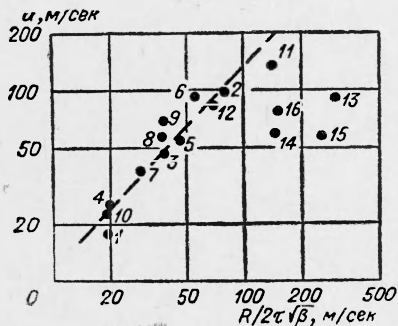


Рис. 3.

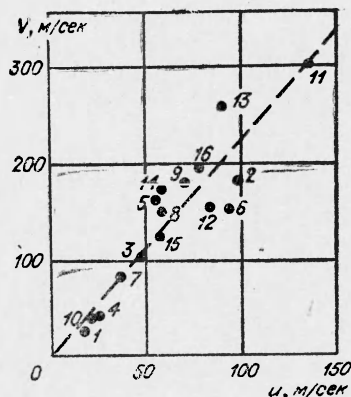


Рис. 4.

5. Для анализа причин возникновения взрывов полезно располагать сведениями о спектральном распределении по размерам образующихся при дроблении струй капель жидкости или о среднем размере капель. В данном эксперименте прямое измерение размеров капель произвести невозможно. Приближенную оценку их величины можно получить, пользуясь критерием дробления или критическим числом Вебера $We = \rho d V^2 / \sigma$, где ρ — плотность газа (в полости) и σ — поверхностное натяжение жидкости. Принимая $\rho \geq 10^{-2} \text{ г/см}^3$, $\sigma = 50 \text{ дина/см}$, скорость струи $V \geq 100 \text{ м/сек}$ и $We = 1 \div 10$, находим некоторый предельный размер капель $d \leq 5 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$.

Оценка разогрева ЖВВ при схлопывании полостей

Как известно [1, 2], источниками разогрева ЖВВ при ударе могут являться нагретый при адиабатическом сжатии газ в полости и тепловыделение в результате вязкого течения жидкости между соударяющимися поверхностями.

Вязкий разогрев ЖВВ при схлопывании полости. Рассмотрим случай удара со скоростью ω_0 по кольцевому слою вязкой жидкости толщиной h_0 с внешним радиусом R и внутренним r_0 . Считаем движение груза равномерным вплоть до схлопывания полости, тогда

$$h = h_0 - \omega_0 t. \quad (7)$$

Пренебрегая противодействием газа в полости, из уравнений гидродинамики, описывающих процесс схлопывания полости, найдем радиальную скорость течения жидкости в цилиндрической системе координат r, z [9]:

$$u = f(r, t) (z^2 - zh), \quad (8)$$

где

$$f(r, t) = - \frac{3 \omega_0 R}{h^3} \frac{\eta \ln \xi + 1 - \xi}{\sqrt{\eta \ln \xi}}$$

и введены обозначения: $\eta = r^2/R^2$ — текущая координата и $\xi = b^2/R^2$ — координата границы полости, причем

$$\xi(0) = \beta = r_0^2/R^2.$$

Учитывая, что

$$\bar{u} = \frac{db}{dt} = \frac{1}{h} \int_0^h u dz, \quad (9)$$

найдем связь между размерами полости

$$h = h_0 \frac{1 + \beta \ln \beta - \beta}{1 + \xi \ln \xi - \xi}. \quad (10)$$

Скорость сдвига для жидкости

$$\frac{\partial u}{\partial z} = - \frac{3 \omega_0 R}{h^3} \frac{\eta \ln \xi + 1 - \xi}{\sqrt{\eta \ln \xi}} (2z - h). \quad (11)$$

Из (11) следует, что максимальная скорость сдвига достигается при $z=0$ и $z=h$ в точках $\eta=1$ и $\eta=\xi$, причем нетрудно убедиться, что

$$\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)_{\eta=1} < \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)_{\eta=\xi}, \quad (12)$$

так как $\xi < 1$.

Считая жидкость нетеплопроводной, найдем максимальный подъем температуры ΔT_{\max} на границе полости. Скорость диссипации энергии за счет вязкого течения на единицу объема жидкости

$$\mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)_{\eta=\xi} = \rho_0 c_p \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (13)$$

где c_p — удельная теплоемкость жидкости. Из (13):

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{9 \mu \omega_0^2 R^2}{\rho_0 c_p h^6} \left(\frac{\xi \ln \xi - \xi + 1}{\sqrt{\xi \ln \xi}} \right)^2.$$

Заменяя $\frac{\partial T}{\partial t}$ на $\frac{\partial T}{\partial h} \frac{\partial h}{\partial t} = -\omega_0 \frac{\partial T}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial h}$ и, используя (10), находим

$$\Delta T_{\max} = \frac{D}{(1 + \beta \ln \beta - \beta)^3} \int_{\beta}^{\xi} \frac{(1 + \xi \ln \xi - \xi)^4}{\xi \ln \xi} d\xi, \quad (14)$$

где

$$D = 9 \mu \omega_0 R^2 / \rho_0 c_p h_0^3.$$

Поскольку

$$\left| \int \frac{(1 + \xi \ln \xi - \xi)^4}{\xi \ln \xi} d\xi \right| < \left| \int \frac{(1 - \xi)^4}{\xi} d\xi \right| \lesssim \left| \int \frac{d\xi}{\xi} \right|,$$

получаем приближенное соотношение:

$$\Delta T_{\max} \lesssim \frac{D}{(1 + \beta \ln \beta - \beta)^3} \ln \beta / \xi. \quad (15)$$

При условии отсутствия вытекания жидкости на периферии ударника нетрудно получить:

$$\Delta T'_{\max} \simeq \frac{D}{(1 - \beta)^3} \ln \beta / \xi. \quad (16)$$

Таким образом, температура на границе полости по мере ее схлопывания возрастает логарифмически. Для серии опытов 6 (см. таблицу) при $c_p = 0,3 \text{ кал/г} \cdot \text{град}$ и $\beta/\xi \leq 10^2$, находим по (15) $\Delta T_{\max} \leq 25^\circ$, т. е. подъем температуры невелик. Из (15) и (16) вытекает возможность достижения сравнительно высоких температур разогрева при использовании очень тонких слоев жидкости ($\sim 1/h_0^3$), однако вследствие теплопроводности действительное повышение температуры жидкости, видимо, окажется недостаточным для объяснения причин взрыва в данных экспериментах.

Разогрев газа внутри полости и роль жидких микроструй. При регистрации схлопывания полостей наблюдалось, что взрывы НГЦ в подавляющем большинстве случаев возникали спустя некоторое время с момента взаимодействия струй со стенками полостей. В этой связи заметим, что ударный разогрев жидкости при взаимодействии струи со стенкой полости невелик и составляет, даже в предположении перехода всей кинетической энергии движущейся струи в тепловую, величину $\Delta T_y \simeq \simeq V^2/2 c_v = 35^\circ$ при $V=300 \text{ м/сек}$ и $c_v = 0,3 \text{ кал/г} \cdot \text{град}$. Чтобы в результате удара струи возник взрыв, необходимы: 1) достаточно высокая температура газа внутри полости и 2) достаточное для иницирования реакции время пребывания частиц ВВ в разогретом газе полости.

Первому условию удовлетворить, видимо, нетрудно. При сжатии воздушной полости приблизительно в 30—40 раз, которое осуществляется даже при весьма слабых ударах, температура воздуха, если начальный размер полости не слишком мал [10], достигает величины $\sim 800^\circ\text{C}$, при которой, как было обнаружено в [11], в течение короткого времени удара можно получить вспышку НГЦ. При разогреве самого НГЦ до температуры, близкой к указанной выше величине, происходит взрыв с задержкой порядка 1 мксек. Поскольку в экспериментах с момента удара струи до обратного расширения полости (или ее исчезновения с образованием отдельных газовых пузырьков) проходит $\sim 10^{-5} \text{ сек}$, то, с учетом сказанного, лимитирующим временем для выполнения второго из перечисленных выше условий, является период тепловой релаксации частиц жидкости, который по порядку величины равен $\theta \sim d^2/\pi^2 \kappa$, где κ — температуропроводность жидкости. Для НГЦ $\kappa \sim 10^{-3} \text{ см}^2/\text{сек}$, поэтому в рассматриваемых условиях до указанной температуры прогреваются частицы размером менее $d \sim 3 \cdot 10^{-4} \text{ см}$, которые могут образоваться при ударе струй, движущихся со скоростью более $\sim 100 \text{ м/сек}$ ¹. Если обра-

¹ Давления в жидкости при столкновении струй со стенками полостей оцениваются в этом случае $\sim 3 \text{ кбар}$.

таться к таблице, то можно заметить отсутствие взрывов в экспериментах, в которых при схлопывании полостей скорости струй были ниже указанной величины.

В обсуждаемой картине поведения ЖВВ при ударе опущен один момент, на который впервые было обращено внимание в работе [4]. Для объяснения отдельных результатов эксперимента авторы предположили, что для возникновения взрыва в полости необходимо образование некоторого оптимального количества частиц ВВ, поскольку их большое количество вызовет заметное охлаждение газа в полости, а малое не будет способствовать продолжению реакции на стенках полости.

В качестве конкретного примера, который, на наш взгляд, иллюстрирует это положение, рассмотрим фотографии (рис. 5) схлопывания полости, полученные при проведении 12-й серии опытов. Цифры под кадрами обозначают время (*мксек*) с момента начала схлопывания полости. В рассматриваемой серии опытов были зарегистрированы сравнительно высокие скорости микроструй (150 м/сек), однако взрывы отсутствовали. Возможная причина этого явления заключается в некоторых особенностях

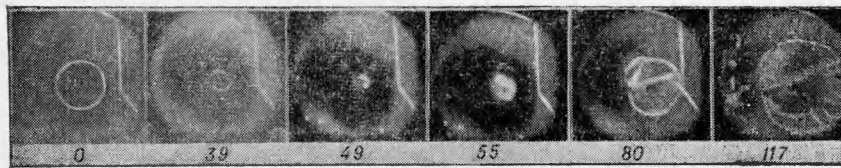


Рис. 5.

стях схлопывания полости. В указанном эксперименте создавались сравнительно благоприятные условия для устойчивого движения границы полости (число Рейнольдса потока жидкости в момент появления струй составляло ~ 2000 и оказалось выше, чем в других экспериментах), в результате быстрые струи возникали лишь в заключительной стадии схлопывания. Возможно, поэтому, несмотря на достигаемые заметные степени сжатия воздуха (~ 100), происходили отказы. На последних кадрах рис. 5 видно обратное расширение полости, связанное с актом пульсирования.

Авторы благодарят Э. И. Андрианкина за обсуждение результатов работы.

Поступила в редакцию
10/XI 1970

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Боуден, А. Иоффе. Возбуждение и развитие взрыва в твердых и жидких веществах. М., ИЛ, 1955.
2. Ф. Боуден, А. Иоффе. Быстрые реакции в твердых веществах. М., ИЛ, 1962.
3. С. Н. Johansson, H. L. Selberg. Appl. Sci., Res., 1956, Ser. A., 5, 439.
4. С. Н. Johansson a. c. Proc. Roy. Soc., 1958, Ser. A, 246, 160.
5. F. P. Bowden, M. P. McOnie. Nature, 1965, 206, 380; Proc. Roy. Soc., 1967, Ser. A, 298, 38.
6. В. К. Боболев, А. В. Дубовик. ПМТФ, 1970, 2.
7. Э. И. Андрианкин. ПМТФ, 1966, 5.

8. И. М. Воскобойников, А. Н. Афанасенков, В. М. Богомолов. ФГВ, 1967, 3, 4.
 9. Э. И. Андрианкин, В. К. Боболев, А. В. Дубовик. ПМТФ, 1970, 6.
 10. Л. Г. Болховитинов. Докл. АН СССР, 1959, 126, 3220.
 11. J. I. Evans, A. M. Yuill. Proc. Roy. Soc., 1958, Ser. A. 246, 176.

УДК 541.126+662.232

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ВЗРЫВА В НИТРОГЛИЦЕРИНЕ ПРИ СХЛОПЫВАНИИ ВОЗДУШНЫХ ПОЛОСТЕЙ УДАРОМ

А. В. Дубовик, В. К. Боболев

(Москва)

В работе [1] на основании результатов анализа картины схлопывания газовых полостей в слое жидкого взрывчатого вещества (ЖВВ) сформулирован возможный механизм инициирования взрыва при ударе. Там же приводился краткий обзор ранних исследований по данной проблеме.

Можно предположить следующее поведение жидкости при ударе. Во время схлопывания газонаполненной полости в слое ЖВВ на ее границе возникает высокоскоростная кумулятивная струя жидкости, при столкновении которой со стенкой полости в адиабатически (или квази-адиабатически) нагретом газе образуется множество микрокапель жидкости разнообразного размера. Если в спектре капель, характер которого зависит от параметров удара струи, преобладают частицы достаточно малого размера, период тепловой релаксации которых не превышает времени до обратного расширения полости (или ее исчезновения с образованием отдельных пузырьков), и если, вследствие теплообмена газа с каплями, температура в полости не снижается слишком сильно, то в полости создаются благоприятные условия для инициирования химической реакции.

Условия для продолжения реакции на стенках полости будут зависеть как от характера тепловыделения в результате реакции внутри полости, так и от состояния поверхности полости в рассматриваемый момент времени. Следуя этим рассуждениям, нетрудно найти значение температуры T_0 , которая установится в сжатой полости в результате вбрасывания некоторого количества частиц ВВ с начальной температурой T_1 . Если Ω_1 — объем частиц, а Ω_2 — объем полости, то

$$T_0 = T_2 \frac{1 + \rho_1 c_1 \Omega_1 T_1 / \rho_2 c_2 \Omega_2 T_2}{1 + \rho_1 c_1 \Omega_1 / \rho_2 c_2 \Omega_2}, \quad (1)$$

где T_2 — температура газа в полости до вбрасывания частиц; ρ — плотность; c — удельная теплоемкость; индекс 1 относится к жидкости, а 2 — к газу.

Из (1) следует, что при заданной величине Ω_2 T_0 тем выше, чем меньше количество вброшенных частиц Ω_1 . Естественно, тепловой эффект реакции с уменьшением Ω_1 также уменьшается.

Исходя из изложенных представлений относительно механизма инициирования взрыва в ЖВВ, попытаемся дать качественное объяснение