

воздуха в газовой сфере возрастает с увеличением радиуса полости и при $R_1/R_0 = 11.3$ составляет 59% полной энергии взрыва.

Автор благодарит Э. А. Широкову за помощь в работе.

Поступила 2 VII 1962

ЛИТЕРАТУРА

1. Христофоров Б. Д. Параметры ударной волны и газового пузыря при подводном взрыве зарядов разной плотности из тэна и азиды свинца. ПМТФ, 1961, № 4.
2. Rice M. and Wals J. Equation of State of Water to 250 Kilobars. The Journal of Chemical Physics. April, 1957, vol. 26, № 4.
3. Христофоров Б. Д. Параметры ударной волны в воздухе при взрыве зарядов из тэна и азиды свинца разной плотности. ПМТФ, 1961, № 6.
4. Зелёдович Я. Б., Райзер Ю. П. Ударные волны большой амплитуды в газах. УФН, 1952, № 1.
5. Коротков П. Ф. Об ударных волнах на значительном расстоянии от места взрыва. Изв. АН СССР, ОТН, 1958, № 3.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ВОЗБУЖДЕНИЕ ДЕТОНАЦИИ ЖИДКИХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Г. В. Димза

(Москва)

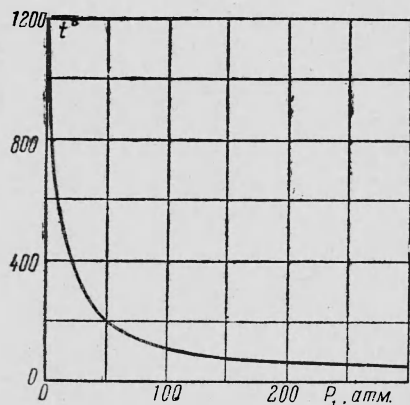
Возбуждение взрыва жидких взрывчатых веществ (ВВ) принято связывать с сжатием и разогревом находящихся внутри жидкости газовых включений, которые, как предполагают, всегда имеются в жидкости в виде пузырьков. Этот вопрос подробно разбирается в работах школы Боудена и освещен в многочисленных публикациях на эту тему [1].

При сжатии идеального газа до давления p_2 его температура T_2 может быть рассчитана (без учета тепловых потерь) по формуле

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad \left(\gamma = \frac{C_p}{C_v} \right)$$

где T_1 , p_1 — исходные температура и давление, C_p и C_v — удельные теплоемкости.

Как следует из формулы, температура разогрева T_2 при одном и том же Δp , равном $p_2 - p_1$, сильно зависит от начального давления. По приведенному выше уравнению, условно считая $p_2 - p_1$ постоянным и равным 200 атм, для двухатомного газа ($\gamma = 1.4$) с начальной температурой $T_1 = 293^\circ \text{K}$ была рассчитана изображенная



Фиг. 1

на фиг. 1 кривая, дающая зависимость температуры разогрева сжатого газа от величины начального давления p_1 .

Повышение начального давления очень сильно влияет на величину нагрева газа при сжатии. Так подъем начального давления до 6 атм почти в два раза (с 1150 до 600° С) снижает температуру, до которой разогревается газ. Отсюда вытекает, что, если инициирование взрыва связано со сжатием ударной волной имеющихся в ВВ газовых включений и последующим поджиганием его горячим газом, то в случае нахождения взрывчатого вещества в начальный момент под давлением для получения достаточного повышения температуры ΔT потребуется значительно большее давление в ударной волне.

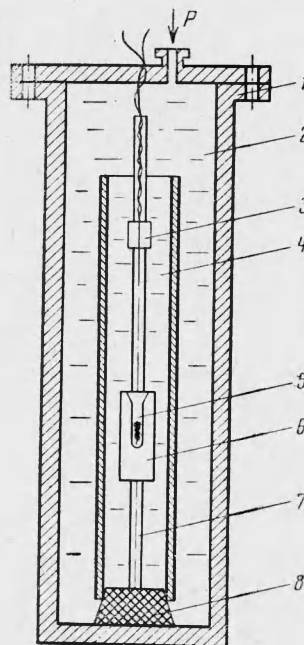
Изложенные выше соображения могут быть проверены путем изучения особенностей передачи детонации при нормальном и повышенном давлении жидким взрывчатым веществам через жидкость (воду). Осуществляя опыты по такой схеме, можно говорить о «чистом» действии ударной волны, так как наличие сравнительно большого слоя воды между пассивным и активным зарядами позволяет пренебречь действием продуктов взрыва активного заряда.

Для выполнения работы был выбран способ, позволяющий оценивать чувствительность жидких ВВ по расстоянию передачи детонации, вызываемой ударной волной, распространяющейся при взрыве электродетонатора в воде, заполняющей стальную трубу.

Этот способ дал возможность фиксировать различие в восприимчивости к детонации у нитроглицерина и смесей тетранитрометана с органическими веществами. В опытах применялись трехдюймовые бесшовные стальные трубы с толщиной стенки 10 мм и длиной 1 м. Труба с размещенными в ней на деревянной рейке электродетонатором (активный заряд) и жидким ВВ в открытой пробирке (пассивный заряд) помещалась внутрь автоклава, заполненного водой. Корпус автоклава был изготовлен из толстостенной стальной трубы, внутренним диаметром 180 мм и имел длину 1,8 м. В качестве пассивных зарядов в опытах использовались нитроглицерин и стехиометрическая смесь тетранитрометана с толуолом. Схема постановки опыта изображена на фиг. 2, где 1 — автоклав, 2 — вода, 3 — электродетонатор, 4 — труба, 5 — пробирка с ВВ, 6 — алюминиевая пластина, 7 — рейка, 8 — пробка деревянная.

Перед началом опытов в автоклаве при закрытой крышке и полном заполнении его жидкостью были определены расстояния передачи детонации при атмосферном давлении для нитроглицерина и для смеси тетранитрометан — толуол (точки 100% взрывов, 0% взрывов и промежуточные, на которых имелись взрывы и отказы). На каждую точку ставилось по три параллельных опыта. Последующие опыты проводились с этими же взрывчатыми веществами при начальных давлениях в автоклаве 10, 20, 50, 100 и 300 кг/см² на тех наибольших расстояниях, на которых при атмосферном давлении были получены 100% взрывов. Предполагалось, что влияние давления должно было сказаться уменьшением расстояния передачи детонации с ростом начального давления в жидкости. Результаты опытов представлены в таблице, причем детонация пассивного заряда обозначена знаком плюс, отказ — знаком минус.

Как следует из таблицы, в выполненных экспериментах не удалось найти подтверждение механизму возбуждения взрыва жидких ВВ посредством сжатия и разогрева газовых включений. Во всех опытах, даже при начальном давлении 300 кг/см², расстояния передачи детонации по крайней мере не уменьшились, хотя по расчету разогрев газа за счет сжатия при трехсоткратном увеличении начального давления уменьшается приблизительно в 40 раз. Если учесть также, что с ростом давления растворимость газов увеличивается и, следовательно, падает абсолютное количество (оставшегося нерастворенным) газа, находящегося в жидкости, то, вероятно, будет правиль-



Фиг. 2

Таблица

Взрывчатое вещество	Расстояние между зарядами в см	Начальное давление в автоклаве, абсолютное в кг/см ²					
		1	10	20	50	100	300
Нитроглицерин	10	+++			+++	+++	+++
	15	+-					
	20	---					
Стехиометрическая смесь тетранитрометана с толуолом	30	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	35	+-					
	40	---					

ным связывать механизм возбуждения взрыва в этих жидких ВВ при действии ударной волны не с простым разогревом газовых включений и поджиганием ВВ, а с другими, более сложными, процессами (например, трение движущейся жидкости, соударение струй и т. д.). Вполне возможно также, что у исследованных ВВ размеры газовых включений и пропорциональные им размеры очагов разогрева меньше критических [2], а поэтому они не могут стать источниками поджигания.

Поступила 21 III 1962

ЛИТЕРАТУРА

1. Боуден Ф., Иоффе А. Возбуждение и развитие взрыва в твердых и жидких веществах, М., ИЛ, 1955.
2. Болховитинов Л. Г. О детонации жидких взрывчатых веществ с малой скоростью. ДАН СССР, 1960, т. 130, № 5.