

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

УДК 662.215.2

**ДЕЙСТВИЕ ВЗРЫВА НА ВЕЩЕСТВО.  
ТОПОГРАФИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ КАРБОНАТА КАДМИЯ**

*С. С. Бацанов,  
В. А. Бахмутская, А. А. Дерибас, Е. Н. Заливина  
(Новосибирск)*

В случае ударного сжатия веществ в цилиндрических ампулах максимальное разложение или образование дефектов происходит по оси и внизу ампулы [1, 2]. В нижней части цилиндра отмечалась также повышенная концентрация железа, перешедшего из стенок ампулы [3]. Эти факты указывают на специфику прохождения ударных волн при обжатии цилиндрической ампулы и заслуживают специального исследования.

Для решения задачи о топографии ударного сжатия изучалась степень разложения карбоната кадмия ( $CdCO_3 \rightarrow CdO + CO_2$ ) в разных частях ампул, подвергнутых действию взрыва. Опыты проводились в стальных ампулах (см. [4]) объемом 0,75 см<sup>3</sup>,

с зарядами гексогена в 30 и 150 г. Ампулы наполнялись карбонатом кадмия в виде порошка, вес которого строго контролировался и составлял 1 или 1,5 г. Для каждой степени заполнения и веса ВВ проводилось не менее 2—3 опытов, после которых ампула вскрывалась на станке и ее содержимое делилось на четыре равные части перпендикулярно оси цилиндра. Для каждой такой части проводилось 2—3 параллельных анализа на кадмий комплексометрическим методом, воспроизводимость результатов составляла, как правило,  $\pm 0,1\%$ .

В каждой вскрытой ампуле по оси и внизу наблюдалась темно-коричневая фаза — CdO, причем интенсивность ее содержания возрастала по мере увеличения заряда ВВ и уменьшения степени заполнения ампулы веществом. Результаты количественных анализов приведены в табл. 1.

Из данных этой таблицы можно сделать два вывода: 1) при увеличении степени заполнения ампулы веществом разложение последнего уменьшается, 2) увеличение веса ВВ в 5 раз повысило степень разложения только в 1,5 раза. Если первый вывод свидетельствует о решающей роли температуры в процессе разложения, то второй говорит о снижении эффективности дальнейшего увеличения веса ВВ (см. [5]).

Таблица 1

Топография разложения CdCO <sub>3</sub>						
ВВ, г	CdCO <sub>3</sub> , г	Номер части ампулы				Σ, %
		1	2	3	4	
30	1	65,0 6,2	65,3 7,5	66,6 12,9		65,6 8,7
	1,5	64,3 3,3	64,7 5,0	65,4 7,9	65,8 9,6	65,0 6,2
150	1	64,3 3,3	65,8 9,6	67,6 17,1	68,8 22,1	66,6 12,9
	1,5	64,6 4,5	65,0 6,2	66,3 11,6	67,7 17,5	65,9 10,0
	2,3	64,9 5,8	64,6 4,5	64,6 4,5	65,2 7,1	64,8 5,4

Примечание. Здесь дано процентное содержание Cd в обжатых образцах (первые строчки), причем в исходном CdCO<sub>3</sub> содержалось 63,5% Cd, и степени превращения CdCO<sub>3</sub> в CdO (вторые строчки), вычисленные по формуле

$$\alpha = \frac{P_1 - P_0}{P_2 - P_0},$$

где P<sub>1</sub> — процентное содержание кадмий в обжатом CdCO<sub>3</sub>; P<sub>0</sub> — процентное содержание кадмий в исходном CdCO<sub>3</sub>; P<sub>2</sub> — процентное содержание кадмий в CdO.

Номера частей в этой и остальных таблицах даются сверху вниз; в последней графе приведено среднее значение процентного содержания кадмий в обжатом CdCO<sub>3</sub> и вычисленная из этой величины средняя степень превращения.

Для увеличения степени заполнения ампулы удобно использовать жидкость, например, воду. Благодаря низкому значению удельного веса воды, небольшое количество жидкости может резко увеличить степень заполнения ампулы. Например, добавление 0,17 мл воды к 1,5 г  $\text{CdCO}_3$  в стандартной ампуле дает такое же заполнение пространства, как и 2,3 г  $\text{CdCO}_3$ . Анализ содержимого ампулы после обжаривания такой смеси дал 63,8% кадмия, что составляет только 1,2% степени превращения карбоната в окись кадмия.

Таблица 2  
Разложение  $\text{CdCO}_3$  при повторных взрывах

ВВ, г	$\text{CdCO}_3$ , г	Номер части ампулы				Σ, %
		1	2	3	4	
150↓	1	66,2 11,2	67,0 14,5	68,5 20,8	69,7 25,8	67,8 17,9
	1,5	65,4 7,9	65,7 9,1	66,4 12,1	67,7 17,5	66,3 11,6
150↓↓	1	66,0 10,4	67,2 15,4	67,8 17,9	68,4 20,4	67,4 16,2
	1,5	65,0 6,2	65,6 8,7	66,7 13,3	67,4 16,2	66,2 11,2
150↑↑↑	1	67,1 15,0	69,4 24,6	70,4 28,7	72,3 36,6	69,8 26,2
	1,5	65,2 7,1	65,4 7,9	66,4 12,1	68,4 20,4	66,4 12,1

Примечание. Стрелками указывается количество взрывов и положение ампул при последовательных взрывах.

вскрытия ампул должны быть менее эффективны в отношении разложения, чем параллельные, так как после первого взрывного обжаривания вещество спрессовывается. В табл. 2 приведены аналитические данные по повторным взрывам.

Из таблицы видно, что в случае плотной набивки веществ в ампулу повторное взрывное обжаривание лишь незначительно увеличивает разложение, а три последовательных взрыва уже практически не отличаются от двойного ударного сжатия. Вместе с тем, при слабой набивке вещества эффективность последовательных взрывов ослабевает менее резко.

Естественно возникает вопрос, не является ли наблюдаемое разложение карбоната кадмия следствием остаточного тепла после взрывного обжаривания ампулы, которое нагревает ее до нескольких сотен градусов [1]. Для ответа на этот вопрос была поставлена серия опытов по обжариванию  $\text{CdCO}_3$  по схеме «холодной ампулы» [2]. Технология обработки и анализа обжаренного материала была прежней (табл. 3).

Из табл. 3 видно, что среднее разложение в «холодном» варианте сжатия такое же, как и в стандартной ампуле, хотя топография несколько отличается — меньше различия между верхом и низом ампулы.

Таким образом, разложение вещества происходит в процессе ударного сжатия (или разгрузки), а не за счет остаточного тепла.

Изученная топография разложения карбоната кадмия является неполной, поскольку известно только осевое распределение окиси кадмия. Представляет интерес исследовать радиальное распределение продукта раз-

ложения карбоната в окись кадмия.

Сам факт различного разложения карбоната кадмия с водой и без нее обусловлен, по-видимому, различной теплоемкостью  $\text{CdCO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , равной соответственно 0,1 и 1,0 при обычных условиях. Для проверки этого предположения были приготовлены смеси 1 г  $\text{CdCO}_3$  с 0,27 мл  $\text{H}_2\text{O}$  и с 0,57 г  $\text{NaCl}$ , которые имели одинаковые суммарные объемы, равные удельному объему 2,3 г  $\text{CdCO}_3$ . Анализ этих смесей после взрывного обжаривания и удаления примесного вещества дал для случая хлористого натрия 63,8% кадмия или 1,2% степени превращения, а для смеси с водой — 63,6% Cd или 0,4% степени превращения. Эти данные качественно коррелируют со значениями удельных теплоемкостей  $\text{H}_2\text{O}$  1,0 и  $\text{NaCl}$  0,2 кал/г · град. Естественно, что увеличение доли воды в смеси с карбонатом кадмия при одинаковом суммарном объеме также снижает разложение из-за возрастания средней теплоемкости образца.

Поскольку разложение сильно зависит от заполнения ампулы веществом, последовательные взрывы без

зависит от заполнения ампулы веществом, последовательные взрывы без

Таблица 3

Разложение  $\text{CdCO}_3$  при холодном сжатии

ВВ, г	$\text{CdCO}_3$ , г	Номер части ампулы				Σ, %
		1	2	3	4	
30	1	64,3 3,3	65,2 7,1	65,4 7,9	67,4 16,2	65,6 8,7
	1,5	64,5 4,1	65,0 6,2	65,5 8,3	65,8 9,6	65,2 7,1
150	1	65,2 7,1	65,8 9,6	67,2 15,4	67,6 17,1	66,4 12,1
	1,5	64,7 5,0	65,0 6,2	66,0 10,4	66,2 11,2	65,5 8,3

ложения  $\text{CdCO}_3$ . С этой целью образец, обжатый в стандартной ампуле, был разделен на три части: на периферический цилиндрический слой (внешний радиус 1,75 мм, внутренний — 1 мм), средний слой (внешний радиус 1, внутренний 0,5 мм) и внутренний осевой цилиндр (радиусом 0,5 мм). Результаты анализа разделенного таким образом материала приведены в табл. 4.

Среднее значение степени разложения вычислялось, естественно, не как среднеарифметическое, а как средневзвешенное с учетом различных объемов трех цилиндрических слоев. Поскольку удельный вес каждой части будет несколько отличаться, причем ближе к центру удельный вес образца будет расти, ясно, что истинное среднее значение процента разложения будет немного выше и сравняется с приведенным в табл. 1 — 66,6% Cd.

Существенным моментом радиальной топографии является факт наличия разложения не только в центре (главная часть), но и на периферии ампулы. Однако преимущественное разложение по оси цилиндра позволяет сделать вывод, что значение давления, полученное термохимическим методом [1], исходя из среднего распределения продукта разложения карбоната кадмия по всей ампуле, следует в несколько раз увеличить (см. [6]).

Полученные количественные результаты будут справедливы только для данного конкретного случая, но качественная картина разложения вещества в обжимаемой цилиндрической ампуле, по-видимому, имеет общий характер.

Таблица 4  
Радиальное распределение разложения  $\text{CdCO}_3$

ВВ, г	$\text{CdCO}_3$	Номер части ампулы			Σ, %
		1	2	3	
150	1	64,8 5,4	66,7 13,3	75,0 47,9	66,2 11,2
	1,5	64,4 3,8	65,8 9,6	70,7 30,0	65,3 7,5

Примечание. Номера частей ампул идут от периферии к центру.

Поступила в редакцию  
4/VI 1966

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Бацанов, А. А. Дерибас, С. А. Кутолин. ФГВ, 1965, 2, 52.
2. С. С. Бацанов, А. А. Дерибас и др. ФГВ, 1965, 4, 78.
3. С. С. Бацанов, С. С. Дербенева и др. ФГВ, 1966, 3, 110.
4. С. С. Бацанов, А. А. Дерибас. ФГВ, 1965, 1, 103.
5. С. С. Бацанов, Г. Е. Блохина, А. А. Дерибас. ЖСХ, 1965, 6, 227.
6. С. С. Бацанов, Г. С. Доронин, С. С. Кутателадзе. ПМТФ, 1966, 4, 171.

УДК 532.593

#### О НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПОВЕРХНОСТИ СЫПУЧЕЙ СРЕДЫ ПРИ СКОЛЬЖЕНИИ ПО НЕЙ УДАРНЫХ И ДЕТОНАЦИОННЫХ ВОЛН

А. А. Борисов, А. В. Любимов, С. М. Козарко, В. П. Козенко

(Москва)

Экспериментальные исследования взаимодействия скользящей ударной или детонационной волн в газах с поверхностью различных жидкостей показали, что после прохождения скользящей волны свободная поверхность жидкости становится гидродинамически неустойчивой в смысле неустойчивости Кельвина — Гельмгольца [1—3]. Это явление объясняется наличием интенсивного газового потока над слоем и возникновением системы акустических волн сжатия и разрежения в самом слое, дающих начальные искажения поверхности слоя. Развитие неустойчивости с образованием тонкого распыла жидкости в газе наблюдалось не только для различных жидкостей, но и для таких вязких материалов, как технический вазелин. Предлагаемая работа является продолжением подобных исследований на неустойчивость поверхности, но уже сыпучей среды типа песка.

Эксперименты проводились на установках, состоящих из детонационной трубы диаметром 15 мм и длиной 50 см и двух наблюдательных камер: сечением 28×28 мм и длиной 40 см и с размерами 4×50×50 см.

В наблюдательные камеры засыпался песок в виде слоя определенной толщи-