

могут быть применены и для других систем окислитель — горючая добавка, если термическое разложение окислителя идет в несколько стадий. В частности, следует ожидать сохранения механизма возбуждения взрыва для смесей аммиачной селитры с горючими добавками.

*Поступила в редакцию
24/XI 1970*

ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Карпухин, В. К. Боболев. ФГВ, 1967, 3, 3, 381.
2. Г. Т. Афанасьев, В. К. Боболев. Иницирование твердых взрывчатых веществ ударом. М., «Наука», 1968.
3. Г. Т. Афанасьев, В. К. Боболев, Ю. А. Казарова. ФГВ, 1968, 4, 4.
4. L. L. Bigsby, B. H. Newman. J. Amer. Chem. Soc., 1957, 79, 4741.

УДК 541.12.03

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ДИФфуЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ ЗА ВРЕМЕНА УДАРНОГО СЖАТИЯ

*О. Б. Якушева, В. В. Якушев, А. Н. Дремин
(Москва)*

Для объяснения различных химических и физико-химических превращений, наблюдаемых в конденсированных веществах после воздействия ударной волны, часто предполагаются своеобразные диффузионные процессы, протекающие за времена ударного сжатия [1—5].

Однако доказательств возможности протекания диффузионных процессов в твердых телах за времена сжатия в ударной волне в настоящее время не имеется [6], поскольку все превращения, связанные с переносом вещества, наблюдались в образцах, сохраненных после ударного сжатия. Эти образцы подвергались воздействию ударной волны, интенсивных пластических течений в волне разрежения, высоких остаточных температур и давлений. Кроме того, на результатах опытов сказывается специфика сжатия в ампуле данной геометрии. Таким образом, наличие превращений в ампулах сохранения не является доказательством возможности протекания диффузионных процессов в твердых телах за времена ударного сжатия.

По-видимому, единственной возможностью выяснения этого вопроса является изучение свойств веществ в ударно сжатом состоянии.

В данной работе сделана попытка непосредственного наблюдения диффузии тонких слоев металла в прозрачные диэлектрики оптическим методом.

Экспериментальное устройство для изучения отражающих свойств слоя Си, толщиной ~ 100 Å, напыленного в вакууме на подложки из плексигласа или LiF, показано на рис. 1. В качестве диффундирующего материала выбрана медь как металл с небольшим атомным радиусом.

Ударная волна входит в подложку с напыленным слоем Си из жидкости, имеющей близкий показатель преломления, что обеспечивает практически полное отсутствие отражения от границы раздела подложка — жидкость без отражающего слоя Си. Монокристаллы LiF нагружались вдоль плоскости спайности.

Развертка во времени изображения щели источника света, отраженного от напыленного слоя Си, проводилась с помощью прибора СФР-2.

Если во фронте ударной волны (или в непосредственной близости от него) произойдет диффузия металла в диэлектрик, то тонкий слой металла размоется с образованием диффузного слоя. Ввиду экспоненциальной зависимости степени перекрытия волновых функций электронов атомов от межатомного расстояния, очевидно, что уже при размытии слоя в 3—5 раз перекрытия волновых функций электронов практически не будет (см., например, [7]), и слой металла потеряет отражающую способность. Поскольку граница раздела подложка — жидкость света практически не отражает, отражение исчезнет.

Представленные на рис. 2 результаты экспериментов не показали, однако, заметного уменьшения коэффициента отражения от напыленного на плексиглас и LiF слоя Си при входе в него ударной волны и прохождения ее по диэлектрику в течение ~ 1 мксек.

На основании полученных результатов можно сделать верхнюю оценку коэффициента диффузии меди в плексиглас и LiF для данных условий ударного сжатия. Примем для определенности, что перекрытия волновых функций не будет при увеличении межатомного расстояния в 5 раз. В таком случае тот факт, что слой Си в состоянии ударного сжатия металлически отражает, говорит о том, что если он и размылся в ударной волне за 1 мксек, то не более чем до 500 Å.

Из формулы $X^2 = 2Dt$ (см., например, [8]), где X — толщина диффузного слоя (500 Å), образовавшегося за время $t = 10^{-6}$ сек, находим верхнее значение коэффициента диффузии D

$$D_{\max} = \frac{X^2}{2t} \approx 10^{-5} \text{ см}^2/\text{сек}.$$

Таким образом, для коэффициента диффузии меди в плексиглас и LiF в данных условиях ударного сжатия получаем:

$$D \leq 10^{-5} \text{ см}^2/\text{сек}.$$

Рис. 2. Фотохронограмма отражения света от покрытия Си на плексигласе, $p = 110\text{--}120$ кбар (а) и LiF, $p = 140\text{--}150$ кбар (б). t_0 — момент входа ударной волны в покрытие.

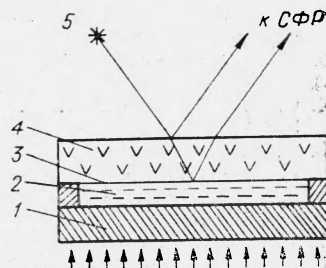
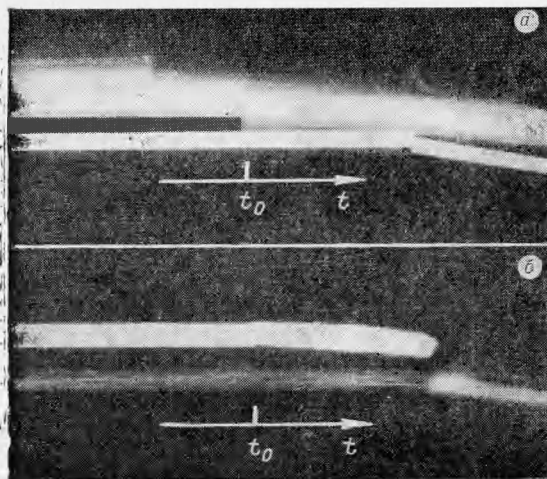


Рис. 1. Схема экспериментального устройства для изучения отражающих свойств ударно сжатых покрытий.

1 — экран из Al; 2 — вода — для подложки из плексигласа; ацетон — для LiF; 3 — покрытие Си; 4 — плексиглас или LiF; 5 — аргоновый взрывной источник света. Стрелками показано направление входа плоской ударной волны.



В общем случае вопрос о возможности протекания диффузионных процессов в твердых телах за времена ударного сжатия остается открытым.

*Поступила в редакцию
21/XII 1970*

ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Бацанов, А. И. Лапшин. Первый Всесоюзный симпозиум по горению и взрыву. Тез. докл. М., «Наука», 1968.
2. А. Н. Дремин, О. Н. Бреусов. Усп. химии, 1968, XXXVII, 5, 898.
3. С. С. Бацанов. Изв. СО АН СССР, сер. химическая, 1967, № 14, вып. 6, 22.
4. С. С. Бацанов, В. М. Нигматуллина, И. Г. Юделевич. ФГВ, 1968, 4, 3, 422.
5. А. И. Лапшин, С. С. Бацанов. Ж. прикл. спектроскопии, 1968, 6, 1033.
6. Г. А. Ададунов, Т. В. Бавина и др. О химических процессах при ударном сжатии. ВИНТИ, Отдел научных фондов, депонирование от 24 октября, 1968. № 328—68.
7. Ч. Уэрт, Р. Томсон. Физика твердого тела. М., «Мир», 1969.
8. П. Шьюмон. Диффузия в твердых телах. М., «Металлургия», 1966.

УДК 541.12.03

ДЕЙСТВИЕ ВЗРЫВА НА ВЕЩЕСТВО. УДАРНОЕ СЖАТИЕ ФТОРИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

*С. С. Бацанов, Е. В. Дулепов, Э. М. Мороз,
Л. В. Лукина, В. В. Романьков
(Новосибирск)*

При исследовании ударно сжатых фторидов церия и празеодима были обнаружены заметные изменения физических свойств этих веществ. Вместе с тем в случае LaF_3 и NdF_3 при тех же параметрах ударного сжатия не было отмечено подобных изменений [1].

В настоящей работе приводятся результаты изучения 10 ударно сжатых фторидов редкоземельных металлов (РЗМ) и иттрия. Импульсное сжатие порошков производилось по схеме [2] с использованием насыпного гексогена в количестве от 30 до 150 г для создания высоких динамических давлений.

Стандартные стальные ампулы после подрыва вскрывались на токарном станке и их содержание изучалось физическими методами. В случае использования самых мощных зарядов проводились контрольные химические анализы, которые не показали изменения состава обжатого вещества. Примесь железа (из стенок ампулы) во всех случаях не превышала нескольких сотых долей процента, что не сказывается на результатах примененных методов.

Исследование продуктов ударного сжатия показало, что, за исключением церия и празеодима, максимальный эффект изменения физических характеристик имеет место при использовании зарядов гексогена весом 30—50 г (в случае CeF_3 и PrF_3 100—150 г).

Все ударно обжатые вещества обнаружили оптическую анизотропию, тогда как исходные вещества были тонкодисперсными и поэтому