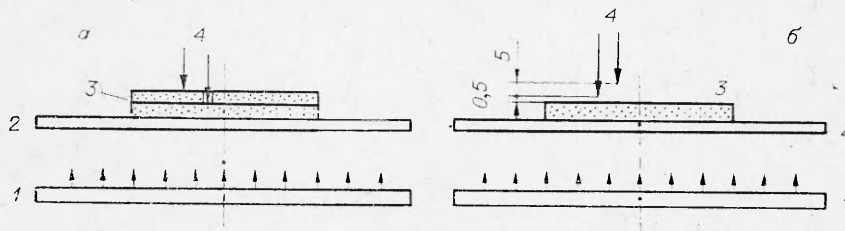


СКАЧОК РАЗРЕЖЕНИЯ В ГРАФИТЕ ПРИ ДАВЛЕНИИ $\sim 0,5$ Мбар

Ю. Л. Алексеев, К. В. Волков

(Челябинск)

Ударная волна в графите создавалась ударом алюминиевой пластины, разогнанной продуктами взрыва заряда ВВ до 5,5 км/с. Конструкция измерительного узла для измерения волновой скорости схематически изображена на фиг. 1, а, а для измерения скорости поверхности — на фиг. 1, б. Пластина-ударник 1 имеет толщину 3,7 мм, алюминиевый экран 2 —



Ф и г. 1

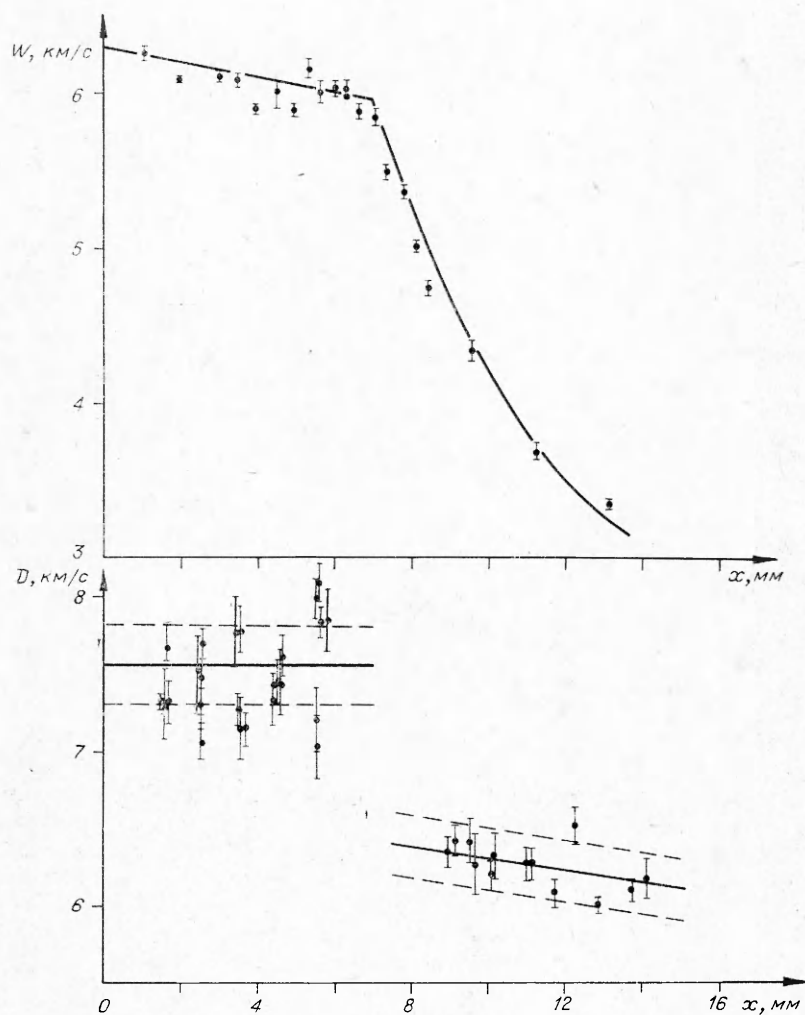
2 мм, образцы графита 3 были $\varnothing 60$ мм и имели начальную плотность $2,07 \pm 0,05$ г/см³. Образцы прессовались из порошкообразного графита марки ТКБ ГОСТ 4404—58.

При измерении волновой скорости образцы состояли из двух слоев. Толщина первого от экрана слоя изменялась в каждом опыте. Измерение скорости производилось во втором слое, имевшем постоянную толщину ~ 3 мм. Электроконтактные датчики 4 в этом случае выполнялись из провода ПЭВ-2 $\varnothing 0,15$ мм. Расстояние между контактами выбрано 8 мм. Этим устранялось влияние на измерения действия боковой разгрузки от отверстий для контактов первого уровня.

В постановке опытов на фиг. 1, б образец был однослойным. Электроконтактные датчики из провода ПМВ-0,12 в медной трубке наружным диаметром 1,6 мм устанавливались над его поверхностью на расстояниях 0,5 и 5,5 мм.

Регистрация временных интервалов между замыканиями электроконтактных датчиков производилась на электроискровой установке. По измеренным интервалам времени и известной в каждом опыте базе установки контактов определялась средняя скорость. Результаты измерения помещены на фиг. 2 в виде двух зависимостей $W(x)$ и $D(x)$, где D — скорость ударной волны; W — скорость поверхности; x — толщина образца графита в случае измерения W и расстояние от экрана до середины базы измерения в случае измерения D . Аппроксимирующие прямые и кривые линии определены методом наименьших квадратов.

В наших измерениях на $W(x)$ -зависимости так же, как это было обнаружено в [1], имеется излом (при $x_1 = 7$ мм) и наблюдается аномальное затухание величины W до точки излома. На $D(x)$ -зависимости до точки x_1 значение волновой скорости сохраняется постоянным. В окрестности точки x_1 значение волновой скорости резко уменьшилось на ~ 1 км/с. Затухание W и D при толщинах образцов, больших x_1 , связано с действием вол-



Ф и г. 2

ны разгрузки, распространяющейся с тыльной стороны ударяющей пластины.

Существует мнение [1, 2], что аномальный ход $W(x)$ на первом участке связан со снижением давления на фронте волны из-за фазового перехода (с уменьшением объема) в глубине сжатого вещества, происходящего после некоторой временной задержки (так называемая «фазовая разгрузка»). В этом случае должна уменьшаться также и волновая скорость, т. е. разгрузка волны должна быть реальной.

Наши результаты показывают, что разгрузка волны лишь кажущаяся, так как скорость фронта ударной волны в графите на этом же участке постоянна. По нашему мнению, результаты измерений $W(x)$ можно интерпретировать по-другому. Предположим, что волна в графите имеет сложный профиль со скачком на фронте и последующим нарастанием давления (двухволновая конфигурация или плавный профиль [3]). Тогда электроконтактными датчиками будет измерена постоянная скорость фронта волны на всем пути ее движения до прихода волны разгрузки от тыльной

стороны ударника на фронт волны, что и получено в наших опытах. При выходе такой волны на свободную поверхность последняя должна ускоряться с расстоянием, поскольку тыльные участки волны несут более высокое давление.

Уменьшение скорости свободной поверхности с увеличением толщины образца, т. е. с длиной пути, пройденного ударной волной по графиту, можно объяснить растягиванием профиля волны при продвижении ее вперед. Пока волна (или система волн) имеет малую ширину, полное ускорение свободной поверхности от первого ее скачка до максимальной скорости происходит до подлета к первому уровню контактов (в нашем случае на базе 0,5 мм). В этом случае на зависимости $W(x)$ должен быть начальный горизонтальный участок, небольшой по величине, но из-за его малости его не регистрируем. При большей толщине образца и соответственно более растянутом профиле волны ускоряемая поверхность будет проходить часть базы измерения со скоростью, меньшей максимальной, и в опыте будет регистрироваться средняя скорость, также меньшая максимальной. При дальнейшем увеличении толщины образца регистрируемая скорость W будет монотонно падать, стремясь к постоянной, определяемой массовой скоростью материала за самым передним фронтом. Растягивание профиля особенно наглядно в случае двухволновой конфигурации, так как задняя волна все более отстает от передней.

В наших условиях при конечной толщине ударника тыльная разгрузка начнет уменьшать давление в задних частях профиля волны, что приведет к уменьшению скорости свободной поверхности еще до того, как разгрузка выйдет на самый передний фронт волны. Это реальное уменьшение скорости будет накладываться на кажущееся, приводя к более быстрому падению W . В наших опытах не удалось определить точку начала воздействия тыльной разгрузки на заднюю часть профиля.

Зарегистрированный у нас и в прежних работах излом в $W(x)$ при $x = x_1$ есть, по нашему мнению, результат выхода на передний фронт скачка разгрузки. Этот скачок вызывает и соответствующий скачок в $W(x)$, однако его регистрируем как излом из-за конечной базы измерений. Скачкообразный характер разгрузки в данном случае подтверждается нашими результатами измерений $D(x)$.

Появление скачка (ударной волны) разрежения характерно для процессов нагружения веществ, претерпевающих фазовые переходы [3]. В случае графита такой скачок свидетельствует о мгновенной графитизации алмаза, в который превращался графит в процессе нагружки.

Поступила 21 VII 1978

ЛИТЕРАТУРА

1. Павловский М. Н. Сжимаемость, фазовые переходы и уравнения состояния ионных и валентных кристаллов. Дис. на соиск. учен. степени канд. физ.-мат. наук. Москва, ВНИИЭФ, 1966.
2. Бахрах С. М., Зубарев В. Н., Шанин А. А. Ударные волны в средах с фазовыми переходами. — В кн.: Материалы III Всесоюзного симпозиума по горению и взрыву. М., «Наука», 1972.
3. Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М., Физматгиз, 1963.