

- [1] M o o i j J.H. // Phys. Stat. Sol. (a). 1973. V. 17. N 2. P. 521-530.
- [2] J a y a n n a v a r A.M., K u m a r N. // Phys. Rev. B. 1988. V. 37. N 1. P. 573-576.
- [3] S o n n t a g J., V o i g t m a n n R., E d e l m a n n J. // Thin Sol. Films. 1988. V. 165. N 1. P. 11-19.
- [4] G y r o m S., B r i o n e s F., V i c e n t J.L.// Phyl. Mag. B. 1987.. V. 56. N 4. P. 449-456.
- [5] R a o C.N.R., G r a n g u l y P. In: Localization and Metal Insulator Transitions. New York: Plenum, 1985. P. 53.
- [6] E l-H i t y M.A., A h m e d M.A., E l-S h a b a s y M. // J. Mater. Sci. Lett. 1989. V. 8. N 3. P. 329-333.
- [7] Г а о К., Х ь ю э т т Ч.А. // Приб. науч. иссл. 1987. № 2. С. 48-51.

Институт металлофизики
АН УССР, Киев:

Поступило в Редакцию
28 февраля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 12

26 июня 1990 г.

03; 04; 05.1; 05.3

© 1990

ОСОБЕННОСТИ НЕОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ВЫБРОСОВ ИЗ СВЕРХСКОРОСТНЫХ УДАРНЫХ КРАТЕРОВ

Э.М. Д р о б ы ш е в с к и й, Б.Г. Ж у к о в,
С.И. Р о з о в, В.М. С о к о л о в,
Р.О. К у р а к и н, М.А. С а в е л ь е в

Динамика осесимметричных выбросов из взрывных и высокоскоростных ударных кратеров исследована довольно хорошо, поскольку эксперимент легко поддается интерпретации и сравнению с многочисленными двумерными газодинамическими расчетами, принимающими во внимание как пластические и прочностные свойства тел, так и фазовые переходы типа твердое тело-жидкость-газ (плазма). Этого нельзя сказать о трехмерных процессах, хотя они реализуются чаще и их практическая важность несомненна (взрывы на переброс грунта, косые столкновения, удары крупных метеороидов и т. д.). Ниже обращается внимание на некоторые особенности

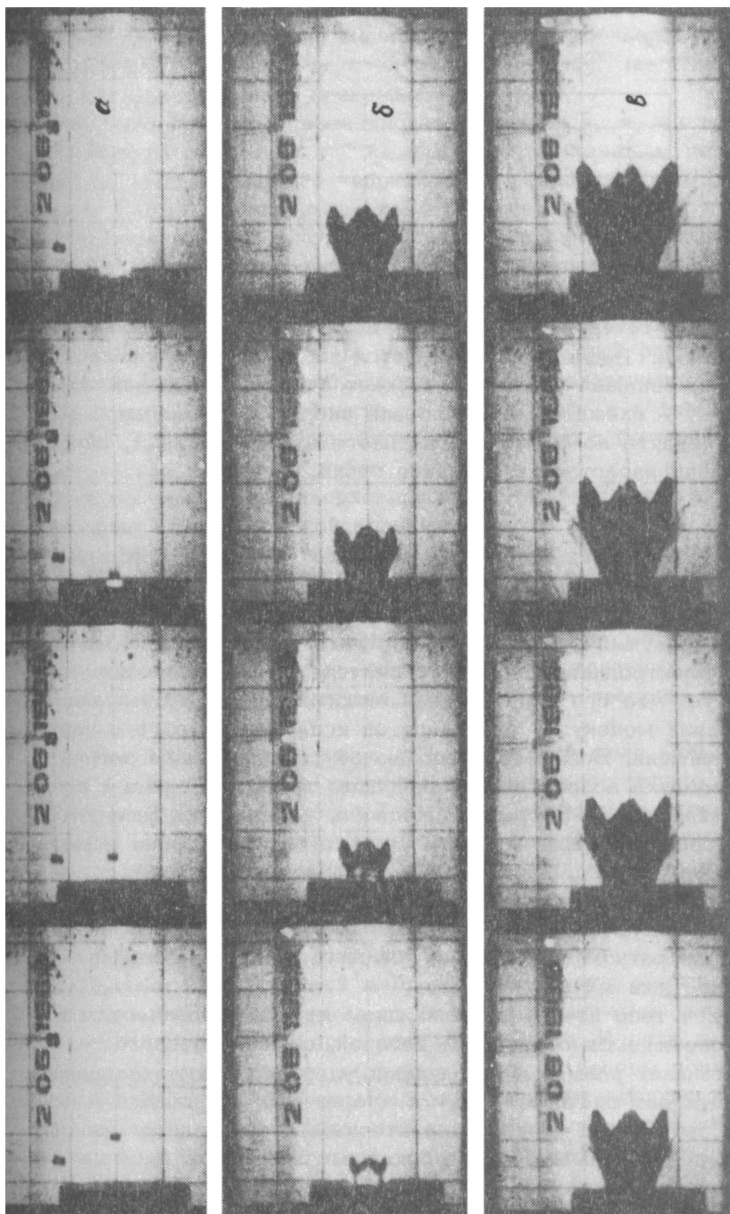


Рис. 1. СФР-грамма столкновения тела (размер $11 \cdot 11 \cdot 8,5$ мм³, масса 1,35 г), движущегося справа налево со скоростью 5 км/с, с торцом цилиндра. Время между кадрами 4 мкс, экспозиция 1 мкс, размер ячеек экрана $5 \cdot 5$ см².

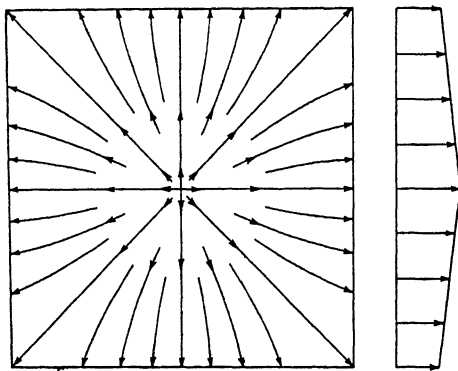


Рис. 2. Схема течения (линий тока) вещества вдоль лобовой грани ударника. Вещество растекается из центральных областей к периферии, большая часть его стекает с грани в средних зонах ребер. Сбоку – схематический профиль скорости, нормальной ребрам. Если судить по форме центрального зубца (рис. 1,), скорость почти линейно нарастает к середине грани.

сверхскоростного взаимодействия ударников кубической формы с плоскостью, ограничивающей полупространство (реально – с торцом длинного дюралюминиевого Д-16 цилиндра $\varnothing 13$ см).

Поликарбонатный кубик размером 10–12 мм (массой 1–2 г) ускорялся в электродинамическом ускорителе [1] до скорости 4–5,5 км/с, так что его кинетическая энергия сильно превышала энергию связи молекул, и при ударе он испарялся вместе с частью вещества мишени. Большой скоростью обусловлен также нагрев и свечение воздуха возле тела в свободном полете. На рис. 1 представлена типичная СФР-грамма процесса, когда кубик ударяется о мишень своей передней гранью. Две его боковые грани нормальны плоскости рисунка, две другие – параллельны.

В момент соударения возникает сильное свечение у плоскости касания. Не исключено, что часть его обусловлена сжатием воздуха при многократном прохождении ударных волн, отраженных между поверхностями мишени и тела.

Далее все тело исчезает в сплошном квазицилиндрическом в проекции светящемся облаке без деталей, ширина которого \sim вдвое превышает размер в направлении удара. Скорость поверхности облака достигает сначала 4–6 км/с. Через 4–6 мкс облако начинает приобретать вид струи с характерным короновидным передним фронтом с центральным и двумя боковыми зубцами в проекции. Зона переднего фронта быстро темнеет – вначале (через ≈ 4 мкс) с внутренней поверхности боковых зубцов, потом (через ≈ 8 –10 мкс) от впадин между потемневшими зубцами к поверхности мишени „прорастают“ темные „стебельки“. Через ≈ 20 –25 мкс весь факел

выброса темнеет. Он приобретает вид струи, передний короновидный фронт который движется в осевом направлении со скоростью ≈ 3 км/с (для сохранения отчетливой „короны“ вершины зубцов должны двигаться быстрее впадин между ними). Основание струи расширяется вбок довольно медленно, быстро уменьшая скорость от $\approx 1-1.5$ км/с вначале, до практически неизмеримого значения (рост кратера в мишени прекращается).

Ясно, что причиной возникновения короны является трехмерная структура обтекания кубика плазмо-газо-пылевым потоком вещества, выдавливаемого ударником из образующегося в мишени кратера. Схема течения вещества вдоль передней грани кубика представлена на рис. 2. От центра грани вещество растекается более или менее симметрично. По мере приближения к периферии элементы вещества стремятся двигаться к „стоку“ - ребру грани, - по кратчайшему пути, так что линии тока стремятся приблизиться к нормали к ребру. В результате погонный расход вещества через среднюю зону ребра будет заметно превышать расход через ее периферийные области. Выброс вещества в формирующейся в этой зоне части струи будет происходить с большей скоростью, - так возникает зубец „короны“.

В общем выброс из сверхскоростного ударного кратера имеет вид хорошо сформированной конической струи с полным углом раствора при вершине $\approx \pi/4$, а не π , как это имеет место при приповерхностном взрыве и как иногда принимают при оценках последствий ударов метеороидов [2], и не $\approx \pi/2$, как при низкоскоростных ударах о сравнительно прочную мишень. На поздних этапах эволюции струи можно заметить отдельные быстро движущиеся ($\approx 3-4$ км/с) частицы, выходящие за пределы струи вдоль ее внешних образующих.

При слабо наклонном ударе из клиновидной щели между поверхностью мишени и гранью ударника вбок истекает сильно светящаяся высокоскоростная (до ≈ 7 км/с) кумулятивная струя. После смыкания щели возникает также ореол неправильных выбросов в разных направлениях. Однако по истечении нескольких десятков мкс из этих выбросов все равно выделяется струя с короновидным передним фронтом. Квазиконическая структура этого основного выброса оказывается нарушенной только в секторе, где имел место первичный кумулятивный выброс. Полный угол раствора основной струи $\approx \pi/4$ по-прежнему. Цветная киносъемка показывает в приосевой зоне струи ярко светящееся ядро. И если природа свечения первых ударных выбросов пока не совсем ясна, - возможно возбуждение свечения воздуха ударными волнами, в том числе из-за движения в нем потоков выбрасываемых частиц, то на оси струи могут светиться только перегретые продукты испарения вещества ударника и мишени.

Правильное короновидное истечение при ударе кубика о твердую мишень ранее не описывалось, хотя начальные стадии подобного процесса видны на рис. 4 в [4]. Его анализ позволяет прояснить причину крестообразной структуры выброса осколков в

направлении движения кубика при пробивании им металлической пластины [3]. Сходный вид течения (концентрация потока к середине ребер) должна реализовываться и при свободном обтекании прямоугольных тел газом или жидкостью.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Д р о б ы ш е в с к и й Э.М., Ж у к о в Б.Г., Н а з а р о в Е.В., Р о з о в С.И., С о к о л о в В.М., В е с е л к о в Д.Е., К у р а к и н Р.О., С а в е л ь е в М.А., Ю ф е р е в С.В. МГД разгон диэлектрических тел в рельсотроне в режиме постоянного ускорения. Препринт ФТИ-1315, Л.: 1989. 23 с.
- [2] V i s k e r y A.M. // J. Geophys. Res. 1986. V. 91. P. 14139-14160.
- [3] D i c k i n s o n D.L., Y a t t e a u J.D., R e c h t R.F. // Int. J. Impact Engng. 1987. V. 5. P. 249-260.
- [4] К о н д р а т е н к о М.М., Л е б е д е в Е.Ф., О с т а ш е в В.Е., С а ф о н о в В.И., Ф о р т о в В.Е., У л ь я н о в А.В. // ТВТ. 1988. Т. 26. № 1. С. 159-164.

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе АН СССР,
Ленинград

Поступило в Редакцию
13 марта 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 12

26 июня 1990 г.

05.2

© 1990

ИМПУЛЬСНОЕ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ
ПЛЕНОК $(Y, Lu, Pr, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$
С РОМБИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИЕЙ

М.В. Л о г у н о в, В.В. Р а н д о ш к и н,
Ю.Н. С а ж и н

Быстродействие магнитооптических устройств типа управляемых транспарантов (МОУТ) в основном определяется скоростью доменных стенок (ДС) в магнитооптическом материале [1, 2]. Обычно МОУТ создают на основе висмут-содержащих монокристаллических пленок феррит-гранатов (Вс-МПФГ). Наибольшее быстродействие МОУТ обеспечивается при использовании Вс-МПФГ с компенсацией момента импульса [3-9] или с ромбической магнитной анизотропией (РМА) [10-12].