

- [2] Алтухов П.Д., Рогачев А.А., Силлов А.Ю. - ФТТ, 1986, т. 28, № 4, с. 1212-1215.
- [3] Алтухов П.Д., Бакун А.А., Крутицкий А.В., Рогачев А.А., Рубцов Г.П. - Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 46, № 11, с. 427-430.
- [4] Алтухов П.Д., Бакун А.А., Кенцовой Ю.А., Кузнецов Ю.А., Рогачев А.А., Романова Т.Л., Рубцов Г.П. - ФТТ, 1987, т. 29, № 8, с. 2412-2419.

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

Поступило в Редакцию
14 июня 1986 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 17 12 сентября 1988 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДРОБЛЕНИЯ ОДИНОЧНОЙ ТВЕРДОЙ ЧАСТИЦЫ ПРИ СОУДАРЕНИИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА

И.А. Духовский, П.И. Ковалев

В работах [1, 2] проведено экспериментальное исследование обтекания затупленного тела сверхзвуковым потоком запыленного газа. Авторами обнаружен эффект образования зоны повышенной концентрации дисперсной фазы в области ударного слоя. Относительно упомянутого эффекта высказано предположение, что он является следствием дробления твердых частиц при соударении с поверхностью. С целью уточнения предложенной модели образования зоны повышенной концентрации твердой фазы были проведены эксперименты по исследованию соударения одиночных частиц с плоской поверхностью.

Оценки, проведенные авторами, показали, что большинство осколков, образующихся при дроблении, имеют размер меньше 10 мкм. Отсюда следует, что для измерения скоростей осколков следует устранить их торможение в газовой среде. В работах [3, 4] проводилось исследование соударения твердых частиц с поверхностью при различных углах встречи. Ускорение частиц осуществлялось при помощи газовой струи, максимальная скорость удара составляла величину ~ 100 м/с.

Для проведения аналогичных исследований нами использован баллистический метод, который позволяет устранить влияние газа на движение частиц и исследовать процесс удара при скоростях встречи ~ 850 м/с. Изучалось соударение твердой частицы, находящейся в свободном падении, с объектом, метаемым лабораторным ускорителем. Объекты представляли собой стальные, закаленные цилиндры, передний торец которых был усечен плоскостью, наклоненной к оси.

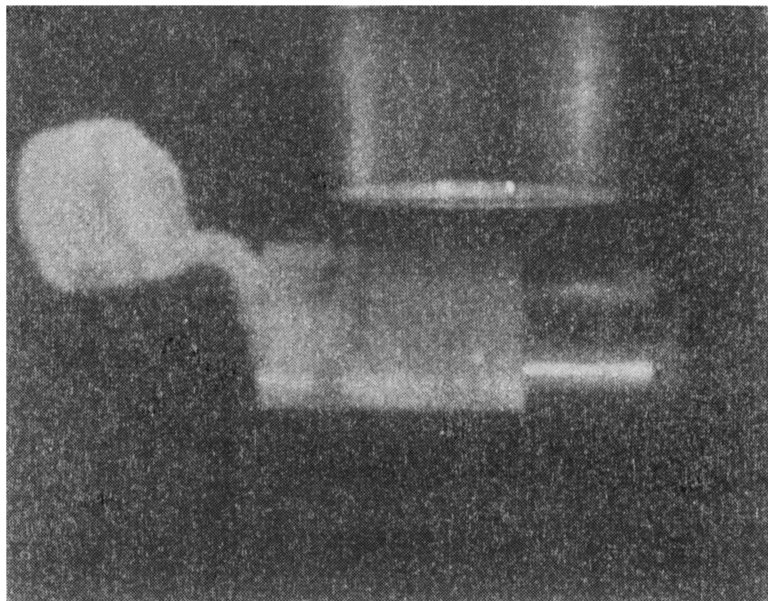


Рис. 1. Разлет продуктов разрушения частицы при нормальном ударе. Время после соударения ~ 7 мкс.

В опытах использовались частицы электрокорунда диаметром ~ 180 мкс. Процесс соударения исследовался в герметизированной баротрассе при пониженном давлении ($p \sim 0.5$ мбар). Фоторегистрация траекторий разлетающихся частиц осуществлялась методом лазерного ножа.

Фотографии, иллюстрирующие процесс соударения, приведены на рис. 1, 2.

Во всем диапазоне углов встречи от 0° до 60° (угол между вектором скорости тела и нормалью к поверхности) наблюдалось дробление частиц.

Для нормального удара (рис. 1) характерна симметричная картина движения образующейся мелкодисперсной фазы, которая качественно совпадает с разрушением капли воды при соударении [5]. Скорость разлета продуктов разрушения частицы в направлении, касательном к поверхности, отнесенная к скорости удара, составляет величину ~ 0.4 . Дробление и радиальный разлет осколков связаны с образованием в объеме частицы растягивающих усилий, превышающих предел прочности материала. Механизм разрушения частицы аналогичен механизму откола, описанному, например, в [6].

При увеличении угла встречи от 0° до 60° происходило уменьшение сектора разлета осколков до величины $\sim 60^\circ$. В случае косого удара (рис. 2) плоскость симметрии облака продуктов разрушения проходит через нормаль к поверхности и вектор скорости соударения.

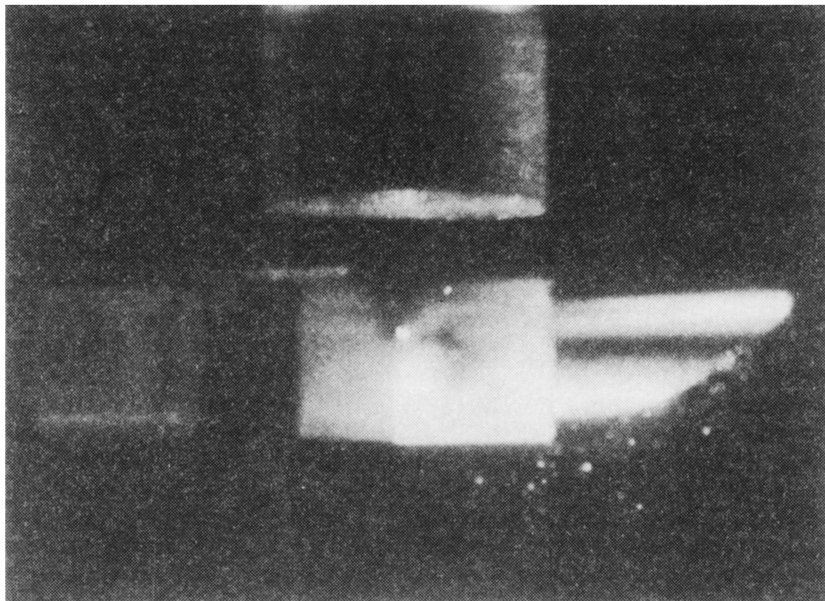


Рис. 2. Разлет продуктов разрушения частицы при косом ударе. Угол встречи 60° . Время после соударения ~ 15 мкс.

Измерения показали, что максимальная касательная скорость осколков превышает величину касательной скорости удара.

Распределение скоростей осколков, наблюдаемое в случае косого удара, можно объяснить следующим образом. Соударение с нормальной составляющей скорости вызывает симметричный радиальный разлет. Скорости осколков на периферии облака мелкодисперсной фазы получаются в результате сложения касательной скорости удара с радиальной.

Кроме того, измерения указывают на присутствие в дисперсном облаке частиц, скорости которых меньше по величине, чем сумма векторов касательной скорости удара и максимальной радиальной скорости. Наличие упомянутых частиц в облаке мелкодисперсной фазы связано с повторными соударениями осколков с поверхностью объекта. В пользу этого предположения свидетельствуют вторичные кратеры, расположенные в направлении касательной скорости соударения. Возможен и другой механизм торможения осколков. При неполном внедрении в материал преграды в частице возникают сдвиговые напряжения, связанные с наличием касательной скорости удара, которые могут вызвать дробление, при этом касательная скорость разлета осколков уменьшается.

В результате проведенных исследований было установлено, что максимальная скорость продуктов разрушения частицы определяется суммой радиальной скорости разлета и тангенциальной составляющей

скорости удара. Эксперименты, проведенные в широком диапазоне углов встречи, показали, что разлетающаяся дисперсная фракция может вносить существенный вклад в изменение параметров газа в случае обтекания тела запыленным потоком.

Л и т е р а т у р а

- [1] Д у х о в с к и й И.А., К о в а л е в П.И., Л у н ь к и н Ю.П., П о д к л а д е н к о А.Н. В сб.: Турбулентные двухфазные течения и техника эксперимента. Таллин, 1985, с. 23-27.
- [2] Д у х о в с к и й И.А., К о в а л е в П.И., Р а з у м о в с к а я А.И., Ч е р н ы х В.Т. - Оптика и спектроскопия, 1987, т. 63, в. 5, с. 1105-1108.
- [3] Т а б а к о в В., М е й л э к М.Ф., Х а м е д А. Аэрокосмическая техника, 1987, № 12, с. 58-64.
- [4] A r m s t r o n g J.P., C o l l i n g s N. and S h a g l e r P.J. - AIAA Journal, 1984, v. 22, N 2, p. 214-218.
- [5] Д у х о в с к и й И.А., К о в а л е в П.И., Ш м и д т А.А. - Письма в ЖТФ, 1984, т. 10, в. 11.
- [6] С в и ф т Х.Ф. Механика соударения со сверхвысокими скоростями. - В сб.: Динамика удара, М., 1985, с. 173-197.

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

Поступило в Редакцию
27 июня 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 17

12 сентября 1988 г.

ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМЫ КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ 180° ДОМЕННОЙ ГРАНИЦЫ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ЖЕЛЕЗА ПРИ ПОВЫШЕНИИ ЧАСТОТЫ

В.Е. З у б о в, Г.С. К р и н ч и к, А.Д. К у д а к о в

Исследована частотная зависимость амплитуды и фазы колебаний 180° доменной границы (ДГ) на поверхности и в объеме нитевидных монокристаллов железа (вискеров) в переменном магнитном поле в диапазоне частот $f=20$ Гц-2 МГц. Установлено, что с ростом амплитуда колебаний ДГ на поверхности ($\Delta^{ПОВ}$) убывает значительно быстрее, чем в объеме ($\Delta^{ОБ}$). Особенно быстрое падение $\Delta^{ПОВ}$ наблюдается в диапазоне частот до 15 кГц, в котором $\Delta^{ОБ}$ практически не меняется, а $\Delta^{ПОВ}$ уменьшается почти на порядок. На основании полученных экспериментальных данных качественно восстановлена форма ДГ, которая имеет сложный вид и изменяется с ростом f .