

Рассеяние несферических частиц при отскоке от поверхности, обтекаемой потоком газозвеси¹

Панфилов С.В., Циркунов Ю.М.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург

Столкновения несферических частиц с гладкой стенкой и их рассеяние при отражении рассмотрено на примере частиц двух видов формы: параллелепипеда и параллелепипеда со срезанными вершинами. Задача столкновения частицы со стенкой решена численно в трехмерной постановке с использованием модели нескользящего удара. Путем прямого численного моделирования систематически исследованы индикатрисы рассеяния несферических частиц, отскакивающих от гладкой поверхности.

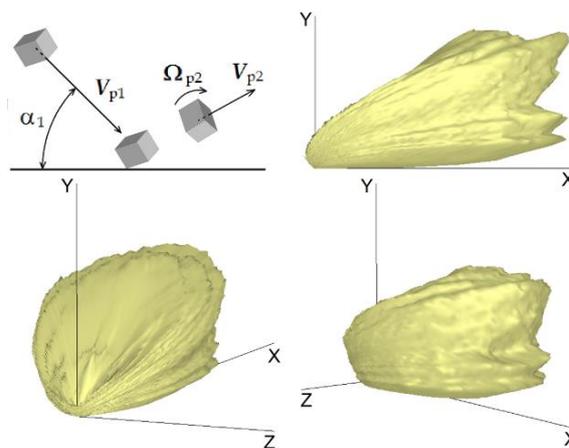
Взаимодействие частицы с обтекаемой поверхностью является одним из ключевых моментов в задачах двухфазной аэродинамики. При моделировании обтекания тел потоком газозвеси частицы, как правило, считаются сферическими, а их отражение от поверхности моделируется на основе коэффициентов восстановления скорости центра масс, то есть носит регулярный характер.

В реальных течениях запылённого газа форма частиц, даже изометрических, заметно отличается от сферической. Частицы часто имеют призматическую форму или же плоские грани, что связано, например, с кристаллической решеткой. Взаимодействие таких частиц с поверхностью определяется не только углом падения, скоростью центра масс и угловой скоростью, но и случайной ориентацией частицы относительно поверхности в момент удара. Поэтому несферические частицы отскакивают от обтекаемой поверхности случайным образом.

В большинстве экспериментов по определению коэффициентов восстановления использовались несферические частицы (корунд, песок, зола). Однако невозможно описать пространственное рассеяние при отражении несферических частиц в рамках моделей, основанных на коэффициентах восстановления нормальной и касательной к поверхности компонент скорости центра масс. Необходимы модели, учитывающие локальное взаимодействие в области контакта частицы с поверхностью.

Целью данного исследования являлось изучение рассеяния несферических частиц при отскоке, влияния параметров модели отражения на коэффициенты восстановления компонент скорости центра масс частицы. Отражение частицы от поверхности рассматривалось в трехмерной постановке с использованием простой модели, основанной на коэффициенте восстановления нормальной скорости точки контакта частицы с поверхностью. Касательная скорость точки контакта отраженной частицы принималась равной нулю (удар без проскальзывания). Учитывались повторные удары частицы о поверхность.

В результате прямого численного моделирования отскока большого числа частиц были построены пространственные индикатрисы рассеяния. Типичный вид индикатрисы приведен на рисунке (траектория падающей частицы лежит в плоскости XY).



Анализ результатов численного моделирования показал существенную роль повторных ударов при отражении несферических частиц. При близком к нормальному падении доминирующее направление отскока существенно различно для сферических и несферических частиц, этом потери кинетической энергии для несферических частиц оказываются существенно меньше, чем для сферических.

¹ Грант РФФИ № 20-08-00711