

Математическое моделирование движения частицы по наклонной поверхности в сдвиговом потоке газа

Научный руководитель – Матвиенко Олег Викторович

Андриасян Алина Валерьевна

Студент (бакалавр)

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, Россия

E-mail: alina-andriasyan@yandex.ru

Математическое моделирование движения частицы по наклонной поверхности в сдвиговом потоке газа

Изучение движения частиц аэрозоля, их осаждения и коагуляции составляет предмет весьма важного раздела учения об аэродисперсных системах, который можно назвать механикой аэрозолей. Сюда же целесообразно отнести тесно примыкающий к проблемам осаждения и коагуляции вопрос о явлениях, происходящих при соприкосновении аэрозольных частиц друг с другом и с макроскопическими телами, а также весьма важный, но чрезвычайно мало изученный вопрос об обратных процессах - отрыве частиц от стенок и переходе порошкообразных тел в аэрозольное состояние.

Рассмотрим движение частицы диаметром d , находящейся на наклонной поверхности с углом наклона к горизонту α , обдуваемую воздушным потоком с линейным распределением скорости. В качестве сил, действующих на частицу, будем рассматривать силу тяжести, подъемные силы Сафмана и Магнуса, силу сопротивления; кроме того, необходимо учитывать силу трения и силу реакции опоры. Кроме действующих сил необходимо так же учитывать гидравлический момент

Рассмотрим различные сценарии движения частицы. В зависимости от величин действующих сил и моментов возможно:

1. нахождение частицы в покое;
2. качение частицы без скольжения;
3. качение частицы со скольжением;
4. пробуксовка частицы;
5. отрыв частицы от поверхности.

Придем к анализу полученных результатов. Скорость центра масс частиц увеличивается с увеличением ее диаметра. При этом скорость частиц быстро уходит на стационарное значение, определяемое балансом сил тяжести и сопротивления. За исключением небольшого начального этапа, изменение координаты со временем описывается линейной зависимостью. Изменение угловой скорости, характеризуется на начальном этапе резким ее возрастанием, после чего качение частицы происходит с постоянной угловой скоростью.

Для частиц диаметром менее 100 мкм происходит режим чистого скольжения, т.е. движение без вращения. Более крупные частицы движутся с вращением, при этом угловая скорость увеличивается с увеличением диаметра частиц от 100 до 200 мкм.

С дальнейшим ростом диаметра частиц угловая скорость уменьшается. Уменьшение угловой скорости для довольно крупных частиц можно объяснить из следующих соображений. С увеличением диаметра частицы увеличивается как линейная, так и угловая

скорость частицы, что приводит к росту подъемных сил, Сафмана и Магнуса и как следствие этого уменьшение давления на опору. Это приводит к уменьшению вращательного момента, создаваемого силой трения. Таким образом, возрастает поступательная часть движения, связанная со скольжением.

Источники и литература

- 1) Crowe C., Sommerfeld M., Tsuji Ya. Multiphase Flows with Droplets and Particles. – NY: CRC Press, 1998. 472 p.
- 2) Кутепов А.М., Полянин Л.Д., Запрянов З.Д. и др. Химическая гидродинамика: справочное пособие. – М.: Бюро Квантум. 1996. – 336 с
- 3) Матвиенко О.В., Евтюшкин Е.В. Математическое исследование сепарации дисперсной фазы в гидроциклоне при очистке вязкопластических буровых растворов // Инженерно-физический журнал. – 2011. – Т. 84. – № 2. – С. 230–238. 4.
- 4) Матвиенко О.В., Агафонцева М.В. Численное исследование процесса дегазации в гидроциклонах. // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2012. № 4. – С. 107–118
- 5) Матвиенко О.В., Андриасян А.В., Мамадраимова Н.А., Андропова А.О Исследование движения частицы в форме вытянутого эллипсоида вращения в закрученном потоке. // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2016. № 3 (41). С. 74-85.
- 6) Кутепов А.М., Полянин Л.Д., Запрянов З.Д. и др. Химическая гидродинамика: справочное пособие. – М.: Бюро Квантум. 1996. – 336 с. 3.