

## ГРАВИТАЦИОННОЕ ОСАЖДЕНИЕ СОВОКУПНОСТИ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

А.С. Усанина

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования "Национальный исследовательский  
Томский государственный университет», 634050, Томск, Россия*

Исследования закономерностей динамического взаимодействия частиц дисперсной фазы (капель, пузырьков, твердых частиц) с несущей дисперсионной средой и при взаимных столкновениях являются одной из фундаментальных задач механики сплошных сред. Актуальность данной научной проблемы подтверждается возрастающим количеством практических приложений результатов и необходимостью в получении новых данных для верификации существующих физико-математических моделей движения двухфазных (и многофазных) потоков. В качестве примеров областей применения получаемых результатов, можно привести угольную промышленность (гидроподавление пыли в угольных шахтах), энергетику (течения парожидкостных смесей), задачи осадкообразования, оценка экологических последствий при отделении ступеней ракет-носителей и аварийном сбросе авиационного топлива [1].

В настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования процесса гравитационного осаждения совокупности твердых сферических монодисперсных частиц в вязкой жидкости в области чисел Рейнольдса  $Re < 1$ . Экспериментальная установка состоит из прозрачного сосуда с плоскопараллельными стенками, системы сброса системы твердых частиц в жидкость и системы визуализации процесса движения консолидированной системы твердых частиц. Экспериментальные исследования проведены в диапазоне параметров: диаметр отдельных частиц  $d = 0.2 \div 3.1$  мм; диаметр совокупности частиц  $D = (0.5 \div 68)$  мм; скорость осаждения совокупности частиц  $u = (2.4 \cdot 10^{-3} \div 0.1)$  м/с; плотность жидкости  $\rho = 1260$  кг/м<sup>3</sup>; плотность материала частиц  $\rho = 2835 \div 7700$  кг/м<sup>3</sup>; коэффициент динамической вязкости жидкости  $\mu = (0.83 \div 1.34)$  Па·с; начальная объемная концентрация  $C_V = (2 \cdot 10^{-5} \div 0.47)$ .

В экспериментах получены три режима движения совокупности частиц: режим продуваемого, непродуваемого и частично продуваемого облака [2]. Для совокупности частиц, движущихся в режиме непродуваемого облака, в области чисел Рейнольдса  $Re < 1$ , скорость движения определяется по формуле [3]:

$$u = \frac{gD^2(C_V\rho - \rho_l)}{18\mu_l}, \quad (1)$$

где  $g = 9.80665$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения. Сравнение экспериментальных и теоретических данных для скорости движения группы частиц в режиме непродуваемого облака от числа Рейнольдса показало удовлетворительное согласование результатов (рис. 1).

В работе проведены вычисления экспериментального значения коэффициента сопротивления совокупности частиц по формуле

$$C_D = \frac{4}{3} \frac{gDC_V}{\rho_l u^2} (\rho - \rho_l).$$

Экспериментальная зависимость коэффициента сопротивления системы частиц от безразмерного комплекса  $Re \cdot C_V$  приведена на рис. 2. Из рис. 2 видно, что характер движения совокупности частиц зависит от начальной объемной концентрации  $C_V$ . По мере увеличения объемной концентрации величина коэффициента сопротивления уменьшается.

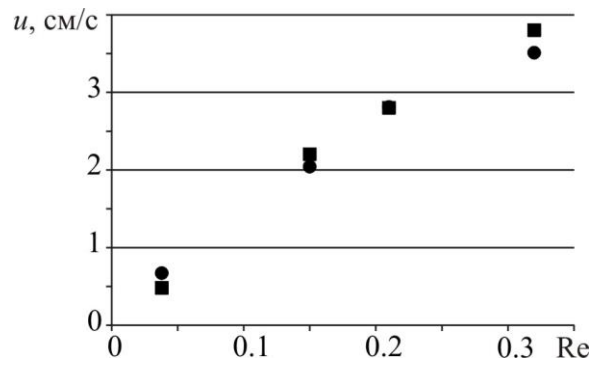


Рис. 1. Зависимость скорости движения совокупности частиц от числа Рейнольдса:  
 ■ – рассчитанные по формуле (1); ● – экспериментальные данные

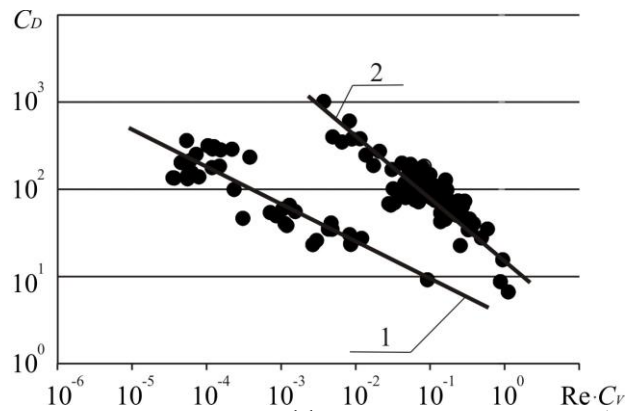


Рис. 2. Экспериментальная зависимость коэффициента сопротивления от безразмерного комплекса  $Re \cdot C_V$ : 1 –  $C_V = 2 \cdot 10^{-5} \pm 0.02$ ; 2 –  $C_V = 0.02 \pm 0.47$

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-38-50448 мол\_нр).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии, Ленинград: Химия, 1982.
2. Фукс Н.А. Механика аэрозолей, Москва: Изд-во АН СССР, 1955.
3. Архипов В.А., Усанина А.С. Движение частиц дисперсной фазы в несущей среде, Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014.