

Захаров Кирилл Дмитриевич,
магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: Zaharov.kirill.1993@mail.ru

Бальчугов Алексей Валерьевич,
д.т.н., профессор, Ангарский государственный технический университет, e-mail: balchug@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРУБЕ

Zakharov K.D., Balchugov A.V.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF PSEUDO-ANIMATED LAYER OF SPHERICAL PARTICLES IN VERTICAL PIPE

Аннотация. Выполнены экспериментальные исследования псевдоожигенного слоя сферических частиц в вертикальной трубе.

Ключевые слова: псевдоожигенный слой, гидродинамика, скорость уноса.

Abstract. Experimental studies of the pseudo-animated layer of spherical particles in a vertical pipe.

Keywords: pseudo-animated layer, hydrodynamics, ablation rate.

В работе [1] предложен способ интенсификации теплообмена в вертикальных трубках теплообменников за счет создания в них псевдоожигенного слоя из сферических металлических частиц. В связи с этим представляет интерес экспериментальное исследование параметров псевдоожигенного слоя на лабораторной установке.

В экспериментах использованы несколько видов сферических частиц, параметры которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры сферических частиц

№	Металл	Диаметр сферической частицы, м	Насыпная плотность слоя, кг/м ³	Порозность слоя частиц, м ³ /м ³
1	алюминий (фольга)	0,002	791	0,40
2	свинец	0,002	6845	0,40
3	свинец	0,003	6584	0,44
4	сталь	0,0045	4542	0,46

Эксперименты выполнены на лабораторной установке, изображенной на рисунке 1. Внутренний диаметр стеклянной трубки 8 равен 0,013 м, длина – 0,95 м. Методика проведения экспериментов состояла в следующем. В трубке на нижней сетке 7 размещался слой сферических частиц одного вида высотой 0,006 м. В трубку снизу подавалась вода с температурой 12°С. С увеличением скорости жидкости слой частиц переходил в псевдоожигенное состояние. Фиксировалась высота псевдоожигенного слоя при различных скоростях жидкости. Эксперименты снимались видеокамерой.

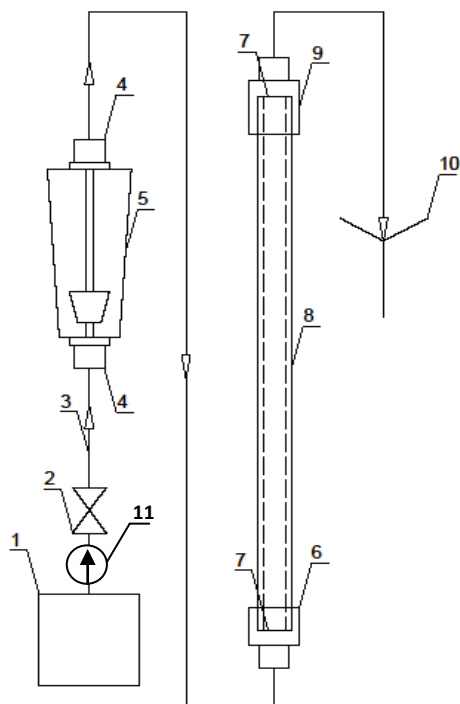


Рисунок 1. Схема лабораторной установки: 1 – источник холодной воды; 2 – вентиль; 3 – шланг; 4 – штуцер ротаметра; 5 – ротаметр; 6, 9 – штуцер трубки; 7 – сетка; 8 – стеклянная трубка; 10 – слив; 11 – насос.

Результаты экспериментов приведены на рисунке 2.

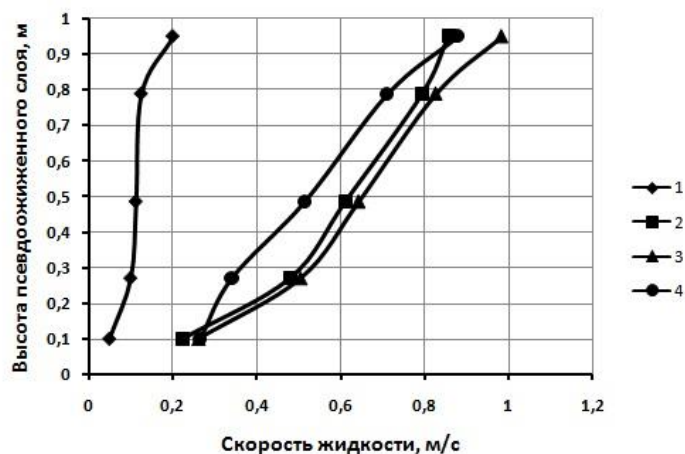


Рисунок 2. Зависимость высоты псевдоожиженного слоя от скорости жидкости на входе в трубу: 1 – частицы из алюминия, $d=0,002$ м; 2 – частицы из свинца, $d=0,002$ м; 3 – частицы из свинца, $d=0,003$ м; 4 – частицы из стали, $d=0,0045$ м.

Визуальные наблюдения показали, что все сферические частицы в псевдоожиженном слое приобретают хаотичное вращательно-поступательное движение, что способствует перемешиванию жидкости. Из рисунка 2 видно, что алюминиевые частицы уносились из трубки при малых скоростях жидкости (0,2 м/с), поэтому данный вид частиц непригоден для использования в теплообменниках. Визуально установлено, что наиболее эффективное перемешивание достигалось при использовании сферических частиц из свинца с $d=0,002$ м. В слое стальных частиц с $d=0,0045$ м перемешивание было малоинтенсивным, при этом в исследованном диапазоне скоростей жидкости наблюдался «снарядный» режим. Это объясняется большим диаметром стальных частиц. Результаты экспериментов могут быть востребованы при использовании псевдоожиженного слоя с целью интенсификации теплообмена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров К.Д., Бальчугов А.В. Интенсификация теплообмена в трубках с псевдоожиженным слоем // Международная научно-техническая конференция «Современные технологии и научно-технический прогресс» им. профессора В.Я. Баденикова. Ангарск, АНГТУ. 2018. С. 12.