

Изучение Расширение Псевдооживленного Слоя Полидисперсного Зернистого Материала

Худойбердиева Назора Шарофовна¹, Худойкулова С. В.², Худойкулова Г.В.²

¹Навоийский государственный горный институт, (PhD) доцент кафедры «Химическая технология»

²Навоийский государственный горный институт, студенты 4-го курса

Received 30th Oct 2021, Accepted 4th Nov 2021, Online 13th Nov 2021

Аннотация: В данной статье авторами приведен экспериментальные исследования гидродинамики, структуры и внешнего теплообмена в трубчатых аппаратах с псевдооживленным слоем полидисперсного зернистого материала, состоящего из частиц неправильной формы.

Особенности, присущие зернистому слою, затрудняют непосредственное измерение поля скоростей в нем и единственной легко измеряемой величиной является перепад давления в слое. Данные по гидравлическому сопротивлению слоя зернистого материала позволяют определить скорость потока, при которой слой приходит в псевдооживленное состояние, или так называемую скорость псевдооживления. В связи с этим, исследование перепада давления в неподвижном слое зернистого материала имеет важное практическое значение.

Ключевые слова: Опыт, порозность, взвешенный слой, степень расширения, жидкость, псевдооживления, скорость, широкий интервал, изменения расхода, гидродинамика, тяжелые частицы, граница слоя, критерией Рейнольдс.

Проблема повышения эффективности технологических процессов с использованием неоднородного псевдооживленного слоя является актуальной. Основными моментами в решении этой проблемы являются снижение удельных энергетических затрат на осуществление технологического процесса, сокращение его продолжительности (но не в ущерб качества готовых изделий) на основе новых и уже накопленных научных результатов.

Одним из средств снижения затрат энергии на создание псевдооживленного слоя как промежуточного теплоносителя может являться уменьшение объема насыпного слоя при сохранении максимальных значений коэффициентов теплоотдачи и уменьшение сопротивления газораспределительных устройств. Известно, что высота псевдооживленного слоя определяется из условия равенства гидравлических сопротивлений неподвижного и псевдооживленного слоев по формуле [1]:

$$H=H_0(1-\varepsilon_0)/(1-\varepsilon) \quad (1)$$

Экспериментальные исследования гидродинамики неподвижного слоя полидисперсных твердых частиц, восходящим потоком жидкости были проведены на опытной установке который

основным элементом установки, т. е. рабочим аппаратом являются цилиндрические, стеклянные трубки с внутренним диаметром 20, 22; 36; и 45,1 мм и высотой 1,2 м. Диаметр стеклянных трубок проверяли по объему воды в мерном цилиндре. В качестве рабочего зернистого материала исследованы слои частиц неправильной формы (многие частицы имеют почти овальные формы) гравия, округлых стеклянных частиц, катионита КУ-2-8, и свинцовую дробь.

В проведенных опытах измеряли также порозность взвешенного **слоя** и степень ее расширения H_d/H_0 . Экспериментальные данные показывают (рис. 1), что для всех исследованных частиц порозность слоя во всем интервале скоростей жидкости непрерывно и практически одинакова возрастает. Тем самым еще раз доказано, что в исследованном процессе не достигается состояние, характерное для псевдооживления при меньших скоростях жидкости, когда действительные скорости в широком интервале, изменения расхода жидкости остаются постоянными. Оценки показывают непрерывное возрастание действительной скорости жидкости. Эти данные также свидетельствуют, что характер псевдооживления тяжелых частиц отличается от псевдооживления слоя мелких сферических частиц.

Текущие значения порозности кипящего слоя в полном диапазоне псевдооживленного состояния зависят от режима течения, характеризуемого критерием Рейнольдса. Поэтому экспериментальные значения ε вычисленные, обработаны как функции числа Рейнольдса. Экспериментальные точки располагаются около прямых линий, и практически не имеют излома.

Во всех опытах отмечены типичные для псевдооживления капельной жидкостью четкая верхняя граница слоя, отсутствие склонности к агрегированию, практическое равенство теоретически рассчитанного и измеренного перепадов давления в слое.

Из рисунка видно, что диапазон скоростей расширяется с увеличением эквивалентного диаметра частиц и плотности частиц.

Интенсивное перемешивание кипящего слоя происходит из-за неправильности формы реальных частиц. Обычно центр тяжести частицы не совпадает с центром приложения подъемной силы потока и образуется вращающий момент. Повернувшись, частица изменяет свою парусность, благодаря чему она летит вверх или вниз. Это движение вызывает местную пульсацию скоростей, что также способствует интенсивному перемешиванию. Кроме того, скорости распределены по сечению сосуда также неравномерно, что приводит к циркуляции частиц в слое [2,3].

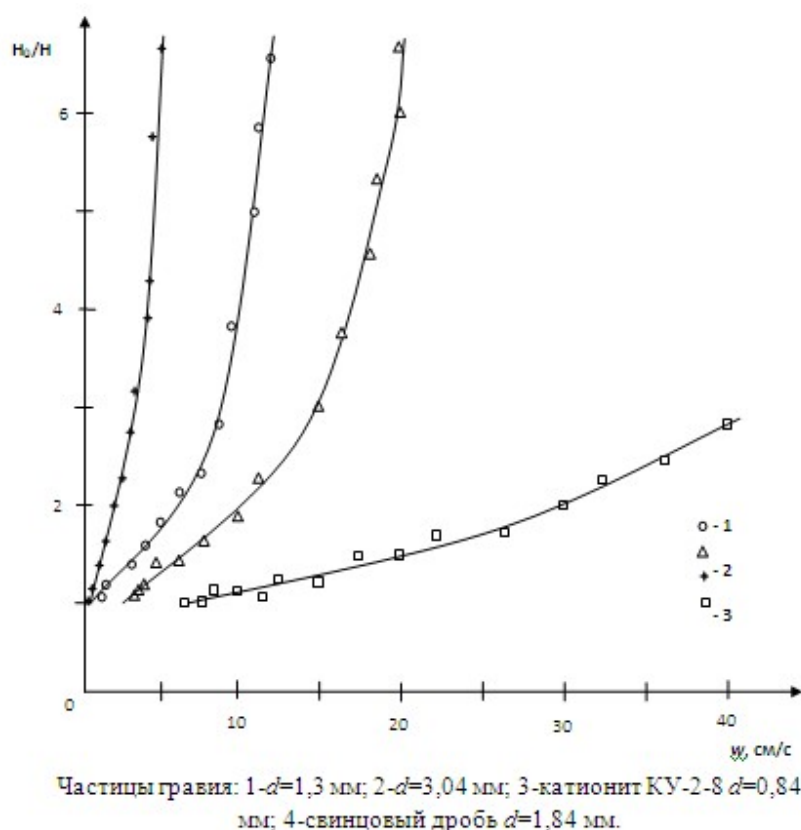


Рис. 1. Зависимость степени расширения слоя от скорости

Таким образом, кипящий слой является совокупностью взвешенных частиц, максимально сконцентрированных в объеме за счет их собственного веса. Сопротивление взвешенного слоя при постоянном весе материала не изменяется и не зависит от скорости потока. Величина этого сопротивления соответствует весу материала на единицу поверхности распределительной решетки. Начала процесса псевдооживления определяется обычно по точке перелома кривой сопротивления слоя, где сопротивление фильтрующего слоя равно сопротивлению кипящего слоя.

В процессе проведения экспериментов обнаружено, что наиболее мелкие частицы из-за своего малого веса могут начать выдвигаться из слоя при таких скоростях потока, когда более крупные еще не сдвигаются с места, несмотря на то, что интервал дисперсности исследованных зернистых материалов $d_{\text{макс}}/d_{\text{мин}} < 2$ [1,4].

Степень подвижности частиц зависит от всего распределения частиц по размерам. Измерение расширения полидисперсного слоя округлых частиц, псевдооживляемого потоком жидкости показали, что характера кипения можно отнести к спокойным.

Из результатов эксперимента видно, что степень расширения и естественно динамическая высота взвешенного слоя более легких частиц возрастает с увеличением скорости потока интенсивнее, чем тяжелые частицы, что связано с расширением диапазона скоростей при увеличении плотности материала и диаметра частиц, а также при уменьшении высоты стационарного слоя H_0 .

Существенное влияние плотности твердых частиц на свойства псевдооживленной системы является хорошо известным фактором. При увеличении плотности обычно образуется менее однородная система. На первый взгляд, обычно, неожиданно, что уменьшение размеров частиц

также приводит к отклонениям от идеальной системы. Большой разброс опытных точек при ожигении свинцовой дробы водой является доказательством вышесказанного.

Следует отметить, что расширение более легких частиц гораздо интенсивнее, чем тяжелые частицы. Разброс опытных данных при псевдоожигении в трубках диаметром 20 и 22 мм связан пульсационным изменением высоты слоя, вследствие наличия следов поршнеобразования. Степень расширения взвешенного слоя частиц гравия, стекла в аппаратах с наибольшим размером практически одинакова.

Отметим, что с увеличением плотности частиц зернистого материала диапазон существования псевдоожигенного слоя существенно расширяется.

С целью сравнения с литературными данными, результаты тех экспериментов, при которых отсутствовало поршнеобразование (опыты, проведенные в колоннах наибольшего размера), обработаны в виде зависимости критерия Рейнольдса от порозности кипящего слоя. Опытные значения расширения кипящего слоя сопоставлены с результатами общеизвестной универсальной и одновременно простой формулы Тодеса [5]

$$\varepsilon = ((18Re + 0,36Re^2)/Ar)^{0,21} \quad (2)$$

Следует отметить, что степень расширения кипящего слоя в аппарате малого диаметра больше, чем в аппарате большого размера при прочих равных условиях. Основной причиной такого различия является порозность неподвижного слоя ε_0 . При меньших значениях отношения D/d , значение ε_0 больше, чем в аппаратах, большого диаметра. В одинаковых гидродинамических условиях слои, для которых расширение начинается с больших значений порозности, имеют большую степень расширения в рабочем состоянии.

Список использованной литературы

1. Айнштейн В.Г. О расширении псевдоожигенного слоя // Известия вузов. Серия «Химия и химическая технология». - Иваново, 1997. Т.40. - Вып.1. - С. 129-131.
2. Бахронов Х.Ш., Худойбердиева Н.Ш., Суярова Х.Х. Расширение псевдоожигенного слоя полидисперсного зернистого материала. Химия и химическая технология. – Ташкент, 2017. - №4, - С. 55-58
3. Bakhronov Kh. Sh., KHudoyberdiyeva N.SH., Tuyboyov O.V. Improving The Efficiency Of Evaporative Cooling Water // International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 8, Issue 1, January-2017, ISSN 2229-5518890-895 pages.(Journal info IF-3,8).
4. Бахронов Х.Ш., Худойбердиева Н.Ш., Туйбоев О.В. Исследование теплоотдачи от внутренней стенки трубы к псевдоожигенному водой слою полидисперсного зернистого материала. Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2016. - №4- С. 15-18.
5. Тодес О.М., Цитович О.Б. Аппараты с кипящим зернистым слоем: гидравлические и тепловые основы работы. - Л.: Химия, 1981. - 296 с.
6. Бахронов Х.Ш., Ахматов А.А., KHudoyberdiyeva N.SH., Жалилов Р.С. Жураев Д.Д. Research of chemisorption process of gathering hydrogen cyanide of gold-extraction production. Palarch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology 17(6), ISSN: 1567-214x. <https://archives.palarch.nl/index.php/article/view/4187>