ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ ВИТАНИЯ ЧАСТИЦ ОПИЛА, ПРОДУКТОВ ЕГО ПИРОЛИЗА И МОДЕЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В ТРУБКАХ РАЗНОГО ДИАМЕТРА

Суворин И.Д.[1, 2], Тупоногов В.Г[1, 2], Рыжков А.Ф.[1, 2]
[1)] Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия
[2)] Лаборатория новых энергетических технологий
E-mail: suvorin.ig@yandex.ru

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE TERMINAL VELOCITY OF SAWDUST PARTICLES, PRODUCTS OF ITS PYROLYSIS AND MODEL PARTICLES IN TUBES OF DIFFERENT DIAMETERS

Suvorin I. D.[1, 2], Tuponogov V. G.[1, 2], Ryzhkov A. P.[1, 2]
[1)] Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia
[2)] Laboratory of New Energy Technologies

The paper presents a comparison the terminal velocity of particles of different geometries, densities and roughness, obtained experimentally and calculated values.

На примере опила сосны, его пиролизных частиц, а также модельных частиц выполнено экспериментальное исследование поведения частиц разной геометрии, плотности и шероховатости, применительно к условиям в поточном газогенераторе с уносом. Полученные данные сопоставлены с известными корреляциями, применяемыми при проектировании установок пневмотранспорта и кипящего слоя.

Для проведения экспериментов был создан экспериментальный стенд. На данный момент эксперименты проводились с использованием трубок диаметром 11,2 мм и 26,0 мм.

Рис. 1. Экспериментальный стенд. 1 – ротаметр РМС-2,5 ГУ3-3, 2 – система шлангов для подачи воздуха, 3 – трубка Ø11,2 мм, 4 – трубка Ø26 мм, 5 – трубка Ø38 мм, 6 – трубка Ø73 мм

Для исследования было отобрано по 5 частиц опила сосны разной формы и размера. Они были измерены под микроскопом с 40-кратным увеличением с использованием цифровой камеры для микроскопа.

Частицы опила сосны были отобраны из рассевки 0,7 – 0,8 мм. Минимальная длина частиц составила 0,972 мм, максимальная – 3,623 мм. Ширина частиц варьировалась от 0,724 мм до 0,909 мм. Толщина частиц составила от 0,305 мм до 0,525 мм.

Пиролизные частицы взяты из обоженных частиц той же фракции. Минимальная длина частиц составила 0,948 мм, максимальная – 2,055 мм. Ширина частиц варьировалась от 0,738 мм до 1,026 мм. Толщина частиц составила от 0,189 мм до 0,435 мм. Для тестирования методики исследования был сделан шарик из термоклея диаметром 1,872 мм и плотностью 950 кг/м3.

Эксперимент проводился следующим образом: на закрепленную на соединительной трубке сетку укладывается частица и крепится снизу стеклянной трубки. С помощью воздуходувки подается воздух и регулируется с помощью частотного регулятора и шарового крана. Для частиц несферической формы за скорость витания принималась скорость в момент уноса частицы из трубки. Для сферической частицы из термоклея наблюдалось непосредственно витание.

Были рассчитаны скорости витания частиц по формулам Тодеса [1], Святкова и Успенского [2].

Расчетные значения не совпадают с экспериментальными. Учитывая, что частицы имеют сложную геометрическую форму, расчетные формулы могут не учитывать её. Кроме того, в ходе эксперимента наблюдалось хаотичное вращение частиц внутри трубки, за счет чего положение частицы перед вылетом из рабочей зоны (в момент которого и замерялся расход) могло отличаться от положения, которое учитывает та или иная формула.

Результаты для пиролизных частиц, относительно частиц опила выглядят лучше. Это можно объяснить более правильной формой пиролизных частиц, относительно частиц опила, а также погрешностью ротаметра в нижних точках замеров (менее 5 делений шкалы ротаметра из 100).

Для расчета скорости витания для шарика из термоклея был найден эквивалентный диаметр, учитывая, что в ходе проведения эксперимента он слегка сдавился и имеет овальную форму. Это объясняет разницу между расчетными формулами и экспериментальной скоростью витания.

В дальнейшем планируется уточнить коэффициент формы для частиц опила и пиролизных частиц, создать шарики идеальной формы из различных материалов (в т.ч. термоклей), а также провести эксперименты над существующими шариками идеальной формы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Программы развития Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н.Ельцина в соответствии с программой стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

1. Аэров М. Э., Тодес О. М. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем. Л.: Химия, 1968 512 с.
2. Илиев Т. Н., Святков С. Н. О скорости витания древесных частиц // Деревообрабатывающая промышленность. 1962 № 12 С. 13–14.