

УДК 667

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ  
ВИХРЕВЫХ АППАРАТОВ  
ДЛЯ СУШКИ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ**

*Б.С. САЖИН, А.С. БЕЛОУСОВ, М.Б. САЖИНА, АЛЕКСЕЙ В. ЛОПАКОВ,  
АЛЕКСАНДР В. ЛОПАКОВ*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

E-mail: office@msta.ac.ru, office@roszitp.ru

*В работе изложены результаты экспериментальных исследований вихревых аппаратов для сушки волокнообразующих полимеров.*

*The results of experimental research of the vortical apparatus for drying of fibre-forming polymers are stated in the article.*

**Ключевые слова:** волокнообразующие полимеры, фонтанирующий слой, встречные закрученные потоки, вихревые аппараты.

Для исследования дисковых вихревых камер была создана экспериментальная установка и изучена гидродинамика комбинированного аппарата [1], [2]. В результате получены поля скоростей и давлений газа в аппарате при ступенчатом вводе материала. Выявлено также, что подача в аппарат материала приводит к снижению доли потерь полного давления, приходящегося на выходящий из камеры кольцевой вихрь с 65...70 до 55...60%.

Используя импульсный метод, изучена структура потоков в комбинированных аппаратах. Получены зависимости изменения концентрации трассера на выходе из

аппарата от времени при различных режимных и конструктивных параметрах.

Определено влияние на среднее время пребывания материала ( $\tau_{cp}$ ) в комбинированном аппарате от общего расхода газа  $V_o$ , расходной концентрации материала  $C_o$  и относительной высоты пережима ( $b/H$ ), расположенного в вихревой камере. Установлено, что с увеличением  $b/H$ , вследствие роста удерживающей способности, возрастает  $\tau_{cp}$ .

Геометрические размеры лабораторных комбинированных вихревых сушилок представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Диаметр корпуса аппарата $D_1$ , м	Диаметр вихревой камеры $D$ , м	Высота вихревой камеры $H$ , м	Диаметр выхлопной трубы $d_0$ , м	Высота ввода выхлопной трубы $h_0$ , м	Высота пережимного кольца $b$ , м
0,1	0,2	0,06	0,06	0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,055	0,006; 0,015; 0,03
0,1	0,2	0,06	0,045 0,06 0,075	0,055	0,006; 0,015; 0,03

При исследовании гидродинамики во встречных закрученных потоках и аппарате с комбинированным фонтанирующим слоем часть экспериментальных исследований была выполнена в лабораторных условиях, а значительная их часть является результатом обработки статистических данных, полученных при обследовании работы действующих промышленных установок по сушке дисперсных материалов [3].

Исследовалось влияние высоты вихревого аппарата, расхода потока и размера частиц на распределение времени пребы-

вания дисперсной фазы, рассчитана дисперсия функций распределения времени пребывания. Установлено, что распределение времени пребывания существенно зависит от режимов работы и конструкций аппаратов.

Для описания РВП (распределение времени пребывания) частиц предложена гидродинамическая модель ячеечного типа, в которой учитывается зависимость параметров от характеристик материала и устройства.

Обработка кривых распределения проводилась по методу моментов.

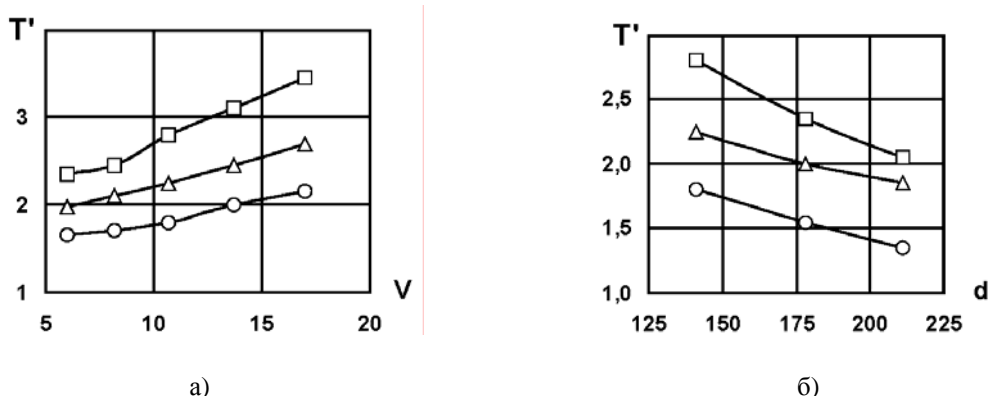


Рис. 1

Рис. 1 отображает среднее время пребывания дисперсной фазы в аппарате  $T'$  (с): а) – в зависимости от скорости во входном патрубке аппарата  $V$ , м/с, при  $d=141$  мкм;  $-O-O-$   $L=0,55$ ;  $- \Delta-\Delta-$   $L=1,0$ ;  $- \square-\square-$   $L=1,5$ ; б) – в зависимости от диаметра частиц  $d$ , мкм; скорость во входном патрубке  $V=10,7$  м/с;  $-O-O-$   $L=0,55$ ;  $- \Delta-\Delta-$   $L=1,0$ ;  $- \square-\square-$   $L=1,5$ .

На рис.1 представлены рассчитанные значения среднего времени пребывания  $T'$  в зависимости от расхода газа и диаметра частиц. Как видно, эти зависимости имеют неординарный характер. Увеличение скорости потока, которое в обычных трубных течениях вызывает уменьшение времени пребывания, в данном случае увеличивает  $T'$ , причем это увеличение пропорционально высоте аппарата.

Также в результате экспериментального исследования установлено существенное влияние дополнительных боковых

вводов теплоносителя на гидродинамику и теплообмен в аппарате с фонтанирующим слоем.

Установлено, что увеличение соотношения потоков  $\alpha$  приводит к уменьшению максимального перепада давления в слое и скорости начала фонтанирования; вместе с тем, увеличение  $\alpha$  приводит к увеличению рабочего перепада давления в слое и числа фонтанирования [4].

Найденная зависимость объемного числа Нуссельта  $Nu_v$  от соотношения расходов  $\alpha$  имеет экстремальный характер, что согласуется с рациональным отношением расходов  $\alpha$ , полученным при гидродинамическом исследовании. При значении  $\alpha=0,55$  конечное влагосодержание материала достигает своего минимального значения.

В результате исследований проведена разработка рекомендаций по созданию ти-

повых сушилок нового поколения для широкопористых сыпучих материалов, а также для суспензий и растворов, образующих после диспергирования и обезвоживания широкопористые дисперсные системы.

## ВЫВОДЫ

1. В результате исследования удерживающей способности комбинированных безуносных сушилок установлена возможность сушки в них растворов и суспензий, образующих после диспергирования и частичного обезвоживания тонкопористые структуры с критическим размером пор 4...6 нанометров.

2. На основании результатов проведенных экспериментальных исследований вместо типовых вихревых сушилок для сушки тонкопористых дисперсных материалов с критическим размером пор 4...6 нанометров рекомендованы безуносные комбинированные аппараты, не требующие установки после себя системы улавливания высушенного продукта.

3. На основании теоретических и экспериментальных исследований предложены методы инженерного расчета и выбора оптимального режима работы сушилок для широкопористых дисперсных материалов с критическим размером пор более 6 нанометров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сажин В.Б., Сажина М.Б. Сушка в закрученных потоках: теория, расчет, технические решения. – М., 2001.

2. Белоусов А.С., Сажин Б.С., Сажин В.Б., Лопаков А.В., Сажина М.Б. Влияние режима работы и конструкции на характеристики вихревого аппарата. Успехи в химии и химической технологии. – 2006, № 2 (60), т. XX. С. 94...97.

3. Белоусов А.С., Сажин Б.С., Лопаков А.В., Лопаков А.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 6. С. 104...109.

4. Белоусов А.С., Сажин Б.С., Лопаков А.В., Сажин В.Б. К расчету потерь давления в вихревом аппарате. Успехи в химии и химической технологии. – 2005, № 10 (58), т. XIX. С. 62...64.

Рекомендована кафедрой процессов, аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 15.06.10.