

# СУШКА ХЛОПКА-СЫРЦА В ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВИХРЕВЫХ СУШИЛЬНЫХ КАМЕРАХ

**Соис. Мухаммаджанова И., д.т.н., проф. Сафаров Н.М.**

**Аннотация.** Эта статья в основном посвящена процессу сушки. Вихревые сушилки относятся к аппаратам с закрученными потоками газов и взвесей. Преимущество закрученного потока, перед прямоточным заключается в следующем: повышенная удерживающая способность материала в аппарате, высокие относительные скорости, увеличение диапазона рабочих скоростей, расширение эффективного объема, наличие зон рециркуляции, способствующих стабилизации гидродинамики и интенсивному массообмену.

**Ключевые слова:** вихревые сушилки, хлопок-сырец, рециркуляция, горячий воздух, скорость, процесс, движущие силы, равновесное состояния, тепло-массообмен.

## DRYING OF RAW COTTON IN VERTICAL VORTEX DRYERS

**Annotation.** This article is mainly about the drying process. Vortex dryers are devices with swirling molasses and gas suspensions. The advantage of a swirling flow over a direct flow is as follows: increased holding capacity of the material in the apparatus, high relative speeds, an increase in the range of operating speeds, an expansion of the effective volume, the presence of recirculation zones that contribute to the stabilization of hydrodynamics and intensive mass transfer.

**Key words:** vortex dryers, raw cotton, recirculation, hot air, speed, process, driving forces, equilibrium state, heat and mass transfer.

### Введение

В мире проводится ряд исследований по созданию приемов и технологий сушки хлопкового сырья, в том числе по следующим приоритетным направлениям: разработка экологически безопасных и энергосберегающих приемов и технологий использования альтернативных источников энергии, особенно солнечной энергии, для сушки влажного хлопкового сырья; максимальное сохранение качества волокна за счет увеличения интенсивности процесса сушки при низкой температуре;

Повышение эффективности процесса за счет сушки инфракрасным (ИК) лучем; создание естественного регулирования воздушного потока в сушильной камере; разработка способов перемещения сушильного агента (естественного, искусственного); требует совершенствования методов, подходящих для типа высушимого сырья.

В результате исследований сушка хлопка-сырца таким способом показала свои преимущества во всех аспектах. По результатам экспериментов природные свойства волокон при предложенном новом способе сушки показали незначительное преимущество перед волокнами хлопка-сырца барабанной сушки, а предложенный способ сушки оказался экологически чистым и энергоэффективным [1].

Но, несмотря на проведенные научные исследования, хотя и рекомендована эффективная технология сушки хлопка с использованием альтернативных источников энергии, основным недостатком этого метода является низкий КПД устройства, а некоторые проблемы сушки хлопкового сырья до конца не решены и остаются актуальными.

### **Основная часть**

Как обычно процесс сушки разделяют на три периода: период прогрева, период постоянной скорости сушки, период падающей скорости сушки [2]. Рассматривается течение процесса сушки под действием двух движущих сил.

$$\frac{dU}{d\tau} = -K(A - U)(U - B) \quad (1)$$

А и В – начальное и конечное равновесное влагосодержание материала. Предполагается, что процесс сушки – это перевод материала из некого равновесного состояния в другое состояние вследствие изменения условий равновесия.

Решение уравнения для начального условия:  $\tau = 0$  имеет вид:

$$U = U_i \quad (2)$$

и

$$\tau = \frac{1}{K(A-B)} \ln \frac{(U-B)(A-U)}{(A-U)(U-B)} \quad (3)$$

\* К-параметр обобщенной кривой зависит от материала и не зависит от режима. К определяет кривую  $U = U(N\tau)$  на всем диапазоне сушки.

Параметр “В“ является конечным равновесным влагосодержанием; он может быть найден из изотермы десорбции.

Параметр “А“ можно находить через параметр В и значение влагосодержания U в точке перегиба кривой

$$A = 2U_* - B \quad (4)$$

Величина N определяется из теплого баланса для цилиндрических частиц материала с учетом того, что все подводимое тепло идет на испарение

влаги в материале, а температура равна температуре влажного термометра

$$\alpha(t - \theta_m) \left[ \pi dh + \frac{\pi d}{2} \right] = mr_n N \quad (5)$$

$\alpha$  – коэффициент теплоотдачи от газов к материалу;  $t$  – температура теплоносителя;  $r$  – удельная теплота фазового перехода.

$$N = \frac{\alpha(t-\theta)\pi d(h+\frac{d}{2})}{mr} \quad (6)$$

Таким образом, кинетику сушки можно считать известной, если известна кинетическая кривая сушки, снятая для какого то одного режима. Величина максимальной скорости сушки N, согласно определяется как параметрами режима сушки, так и параметрами материала[3]..

В работе приведены результаты теоретического и экспериментального исследования процесса тепло-массообмена, вращающегося слоя материала с горячим воздухом.

В экспериментах воздух с температурой 70°C через закручивающий аппарат поступал в рабочий объем камеры, образованный тангенциальными вводами. Обрабатываемый дисперсный материал подавался из бункера пневмотранспортом в камеру, где под действием центробежной силы образовывал вращающийся слой толщиной до 0,025м и весом до 1кг. При этом расход воздуха через слой изменялся в пределах 0,2-0,35кг/с, что обеспечивало

скорость уноса сухого материала от 11 до 22 м/с. Время контакта горячего воздуха с материалом изменялось от 2с до 11с[4].

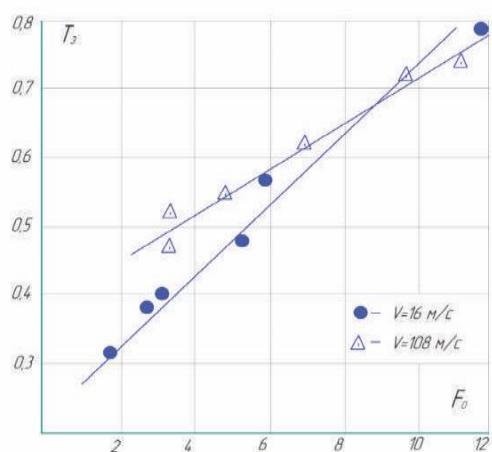


Рис.1 Зависимости безразмерной температуры дисперсного материала от критерия Фуре

## Выводы

Из рисунка видно, что с увеличением скорости фильтрации воздуха через слой, скорость нагрева материала возрастает. Дальнейшее повышение скорости фильтрации до 22 м/с не привело к возрастанию скорости нагрева материала. Вероятно, для дальнейшего увеличения скорости нагрева ацетата целлюлозы,

наряду с увеличением скорости фильтрации теплоносителя, необходимо повышать его температуру. Достоинствами цилиндрической вихревой камеры также является простота изготовления, компактность, высокая экономичность.

### Литература

1. Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушки дисперсных материалов. – Москва: “Химия”, 1998, -352с.
2. Шамсиев К.С., Шамсиева Н.К. Аналитическое исследование движения газа и твердых фаз в вихревой сушильной камере. -Ташкент: Проблемы энерго- и ресурсосбережения.2016.№3.
3. NazirjonSafarof., IlkhomjonMirsultonov. Development Of Mathematical Model Of Drying The Raw Cotton During Transportation In Pipeline By Hot Air Flow. Participated in the II International Scienific Conference on “ASEDU-II 2021: Advances in Science, Enjineering Digital Education” on Oktober 28. 2021 / Krasnoyarsk. Russia.
4. NazirjonSafarof., IrodaMukhammadjanova, MukhammadTulkinov Mathematical model of the process of vertical drying of raw cotton in the hot airflow Participated in the II International Scienific Conference on “ASEDU-II 2021: Advances in Science, Enjineering Digital Education” Krasnoyarsk. Russia.