

Макромолекулы в лавсановых и нитроновых волокнах плотно расположены, субмикроскопические поры имеют весьма и весьма малые размеры, поэтому влагопоглощение волокнами протекает очень медленно. Лавсановые волокна имеют в поперечном сечении круглую форму и гладкую поверхность, нитроновые — почкообразную форму.

На основе теоретического анализа и экспериментальных данных можно сделать вывод, что механизм электризации текстильных волокон и нитей является сложным явлением, зависящим не только от контактов неоднородных и однородных тел, но и от их структуры и строения.

УДК 687.03:66.047

А.И. Ольшанский, канд.техн.наук,
В.И. Ольшанский, З.Е. Ковчур

КИНЕТИКА ТЕПЛООБМЕНА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ НЕКОТОРЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для описания кинетики процесса сушки влажных материалов необходимо знать закономерности изменения среднеинтегральных значений влагосодержания и температуры тела с течением времени. Значения этих величин можно получить из решения системы дифференциальных уравнений тепловлагопереноса. Однако применение полученных решений в инженерной практике в настоящее время ограничено, так как для их использования необходимо знать закономерности изменения коэффициентов переноса в периоде падающей скорости.

Эти обстоятельства требуют упрощенных методов расчета кинетики сушки влажных материалов. Для получения приемлемых расчетных зависимостей необходимо прибегать к обработке экспериментальных данных, на основе которых устанавливается эмпирическая связь между переменными величинами.

Связь между тепло- и влагообменом в процессе сушки, установленную А.В. Лыковым [1] на основе закона сохранения энергии, можно записать в безразмерном виде:

$$q^* (\tau) = \frac{q_{II}}{q_I} = N^* (1 + Rb), \quad (1)$$

где q^* — отношение потока тепла в периоде падающей скорости сушки (q_{II}) к потоку тепла в периоде постоянной

скорости (q_1); $N^* = \frac{1}{N} \cdot \frac{d\bar{U}}{d\tau}$ -- относительная скорость сушки (N -- скорость сушки в первом периоде; $d\bar{U}/d\tau$ -- скорость сушки в периоде падающей скорости);

$Rb = \frac{cb}{r}$ -- число Ребиндера (c -- теплоемкость влажного тела; $b = d\bar{t}/d\bar{U}$ -- температурный коэффициент сушки; r -- теплота парообразования).

Введение числа Ребиндера в кинетические расчеты процесса сушки позволило расчет теплообмена свести к расчету влагообмена и избежать определения коэффициентов теплообмена в периоде убывающей скорости, определение которых связано с известными трудностями.

На основе числа Ребиндера в кинетике процесса сушки используется также безразмерный температурный коэффициент сушки B , вводимый по соотношению

$$B = K_o Rb = b \frac{\bar{U}_{кр}}{T_c}, \quad (2)$$

где K_o -- критерий Коссовича; T_c -- температура среды, $^{\circ}K$; $\bar{U}_{кр}$ -- критическое влагосодержание материала.

Для определения плотности потока тепла и температуры материала в периоде убывающей скорости сушки необходимо знать зависимости числа Rb и B от влагосодержания $\bar{U}$, которые устанавливаются на основе опытных данных.

Зависимости $Rb = f(\bar{U})$ и $B = f(\bar{U})$ при сушке войлока, фетра, драпа, сукна и других материалов можно выразить эмпирическими формулами:

$$Rb = A \exp [-n(\bar{U} - \bar{U}_{кр})]; \quad (3)$$

$$B = a \exp [-m(\bar{U} - U_p)], \quad (4)$$

где A , a , m , n -- постоянные, определяемые из опыта; $\bar{U}$ и U_p -- текущее и равновесное влагосодержание материала.

Обработка экспериментальных данных по сушке капиллярно-пористых тел показала, что число Ребиндера не зависит от всех режимных параметров процесса сушки, а коэффициент B от скорости движения воздуха [2,3].

Для установления влияния режимных параметров процесса сушки (t_c , v , φ) на число Rb и B были проведены экс-

перименты в широком интервале изменения температуры воздуха t_c , относительной влажности φ и скорости движения v . Опыты проводились на рециркуляционной конвективной сушильной установке с вынужденным движением теплоносителя (воздуха). Сушильная установка имела все приборы и приспособления, необходимые для регулирования, измерения и изменения режимных параметров процесса сушки. В качестве образцов для проведения эксперимента использовались шерстяной войлок, сукно, фетр, подошвенная кожа. В результате обработки экспериментов по конвективной сушке данных материалов были получены эмпирические соотношения вида $Rb = f(\bar{U})$ и $B = f(\bar{U})$. На рис. 1 и рис. 2, а представлены зависимости $\lg Rb$ от влагосодержания $\bar{U}$ для шерстяного войлока и фетра в широком диапазоне изменения режима сушки ($v = 3...25$ м/с, $t_c = 90...150^\circ\text{C}$, $\varphi = 24...74\%$). Из рис. 1 и рис. 2 видно, что опытные точки независимо от режима сушки укладываются на прямые линии, которые выражаются уравнением (3). Таким образом, число Ребиндера не зависит от режима сушки, что подтверждает взаимосвязь между переносом тепла и влаги в процессе сушки.

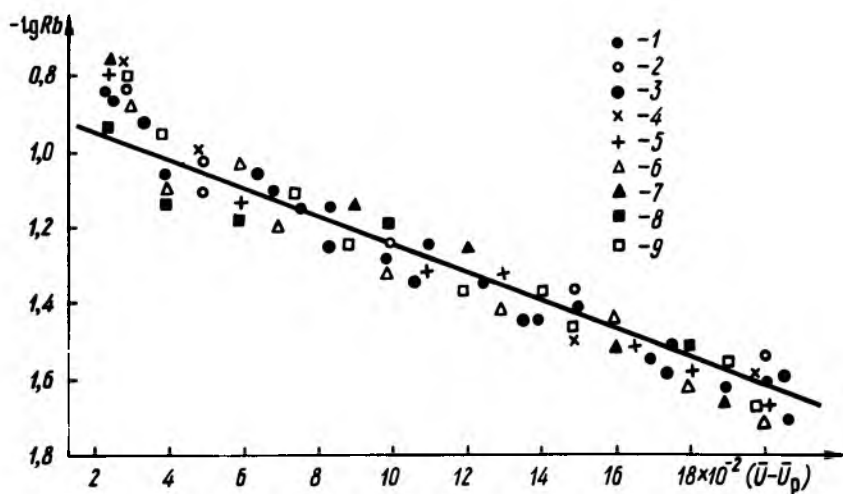


Рис. 1. Зависимость $\lg Rb$ от влагосодержания $\bar{U}$ (кг/кг) для шерстяного войлока при конвективной сушке в условиях вынужденной конвекции: 1 – 6 – $v = 3, 5, 10, 15, 20, 25$ м/с соответственно (при $t_c = 120^\circ\text{C}$, $\varphi = 5\%$, $\delta = 8$ мм); 7 – $t_c = 90^\circ\text{C}$; 8 – $t_c = 150^\circ\text{C}$ (при $v = 5$ м/с, $\varphi = 5\%$); 9 – $\delta = 18$ мм (при $v = 5$ м/с, $\varphi = 5\%$).

Значения постоянных A и n в уравнении (3), полученные методом наименьших квадратов, равны: для шерстяного войло-

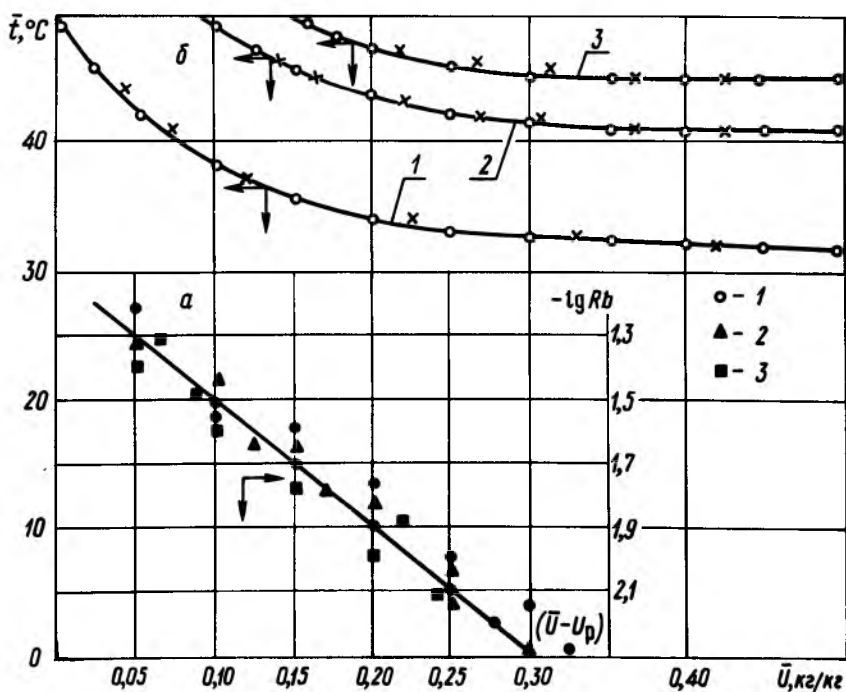


Рис. 2. Зависимость $\lg Rb$ от влагосодержания $\bar{U}$ (кг/кг) и $\bar{t} = f(\bar{U})$ для фетра при конвективной сушке в условиях естественной конвекции: соответственно 1 – 3 – $\varphi = 24,50,74\%$ при $t_c = 50^\circ\text{C}$, $v = 0,3 \dots 0,4$ м/с.

ка $A = 0,1$, $n = 6$; для фетра $A = 0,1$, $n = 10$; подошвенной кожи $A = 0,5$, $n = 8,5$; сукна $A = 0,1$, $n = 20$.

В следующей серии опытов исследовалось влияние режимных параметров на относительный температурный коэффициент сушки B . В результате обработки опытных данных установлено, что величина a в уравнении (4) является линейной функцией температуры среды t_c и относительной влажности воздуха φ , т.е. зависит от режима сушки, а постоянная m не зависит от режимных параметров процесса и определяется только родом материала, т.е. формой связи влаги с ним (рис. 3).

Значения постоянной m для некоторых материалов соответственно равны: для шерстяного войлока $m = 12$, фетра $m = 12$, подошвенной кожи $m = 7,5$, сукна $m = 24,8$. Величина a определяется по формуле

$$a = K T_c - P. \quad (5)$$

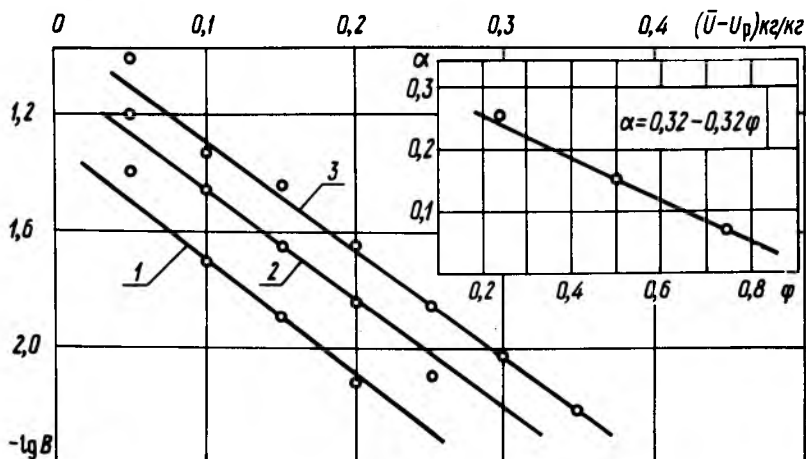


Рис. 3. Зависимость $\lg B$ от влагосодержания $\bar{U}$ и постоянной a от относительной влажности воздуха φ в процессе сушки фетра: соответственно 1 – 3 – $\varphi = 24, 50, 74\%$ при $t_c = 50^\circ\text{C}$, $v = 0,3 \div 0,4$ м/с.

Величины K и P равны: для войлока $K = 2,84 \cdot 10^{-3}$, $P = 0,65$; подошвенной кожи $K = 12,3 \cdot 10^{-3}$, $P = 3,6$.

Для фетра в интервале изменения относительной влажности воздуха φ от 24 до 74% величина a определяется соотношением

$$a = 0,32 - 0,32 \varphi. \quad (6)$$

Температура материала — один из важнейших показателей процесса сушки. Ее величина зависит не только от свойств материала, но и от параметров теплоносителя (t_c, v, φ), а также способа сушки.

Значительный интерес для практики сушки представляют приближенные, достаточно надежные эмпирические уравнения, которые позволяют определить температуру материала в любой момент времени. Решая соотношение (2) совместно с зависимостью (4) получим приближенное уравнение для расчета среднеобъемной температуры материала в процессе сушки. Эта зависимость имеет вид:

$$\bar{t} = t_c - \frac{a T_c}{m \bar{U}_{кр}} \left\{ 1 - \exp \left[-m (\bar{U} - U_p) \right] \right\}. \quad (7)$$

Температуру на поверхности материала можно определить из полученной нами простой зависимости [4]:

$$T_{\Pi} = T_c - N^{*0,43}(T_c - T_M), \quad (8)$$

а температуру в центре — по соотношению

$$T_{\Pi} = \frac{\bar{T} - \Pi T_{\Pi}}{1 - \Pi}, \quad (9)$$

где T_c , T_{Π} , T_{Π} , T_M — соответственно температуры среды, поверхности, центра и мокрого термометра; Π — постоянный числовой коэффициент (для платины $\Pi = 1/3$). На рис. 2, б представлено сравнение эксперимента с расчетными значениями температуры, вычисленными по формуле (7). Максимальная погрешность в вычислении температуры составляет 5...7%, что является вполне допустимым в инженерных расчетах.

Рассмотренные зависимости $Rb = f(\bar{U})$ и $B = f(\bar{U})$ позволяют определять плотность потока тепла и температуру материала в периоде убывающей скорости сушки. Этот метод дает возможность отказаться от использования коэффициентов теплоотдачи α , определение которых достаточно сложно.

Л и т е р а т у р а

1. Лыков А.В. Теория сушки. М., 1968. 2. Куц П.С., Ольшанский А.И. Экспериментальное исследование зависимостей критерия Ребиндера от режимных параметров. — Труды III конф. по сушке. Будапешт, 1971. 3. Лыков А.В. и др. Приближенный метод расчета кинетики процесса сушки. — ИФЖ, т. 13, 1967, № 5. 4. Лыков А.В., Куц П.С., Ольшанский А.И. Кинетика теплообмена в процессе сушки влажных материалов. — ИФЖ, т. 23, 1972, № 3.

УДК.677.21.027.862.53

Л.Ф. Хомич, Л.А. Дробова

ТРОПИКОСТОЙКАЯ ПРОПИТКА ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА ИЗ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ

При эксплуатации обивочного материала из искусственной кожи на трикотажной основе из хлопчатобумажной пряжи возникают благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, которые разрушающе действуют на полотно.

Существующие способы предохранения материала от действия микроорганизмов предусматривают пропитку антисептиками [1, 2].