

тем анализа тех изменений в положении максимумов " капиллярных спектров" и соответственно коэффициентов  $A$  и  $n$  в уравнении капилляризации, которые возникают в случае, если процесс протекает в условиях ограниченной смачиваемости.

Часто возникает необходимость изучения свойств таких текстильных материалов, которые в соответствии с принятой методикой не обладают сколько-нибудь заметной капиллярной впитываемостью. Это относится, например, к ряду суровых текстильных изделий, не смачивающихся в обычных условиях водой, но тем не менее подвергаемых обработке (отварке, белиeniu) в растворах поверхностно-активных веществ (ПАВ). Для приведенного случая целесообразно изучать влияние различных ПАВ на выход вышеуказанных характеристик капиллярных свойств текстильных материалов. Получаемые данные, в частности, изохроны капиллярной впитываемости текстильных материалов в присутствии ПАВ, имеют практический интерес.

УДК 677.017:536.21:677.057.135

А.И. Ольшанский (канд.техн. наук),  
С.Г. Ковчур (канд.техн.наук),  
С.Е. Савицкий (канд.техн.наук)

### НОВЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЛАГООБМЕНА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрим методы расчета тепловлагообмена некоторых текстильных материалов (фетра, сукна, драпа, войлока), вытекающие из анализа экспериментальных данных.

Основное уравнение кинетики процесса сушки [1] можно записать в безразмерной форме:

$$q^*(\tau) = N^* + N^* \cdot Rb, \quad (1)$$

где  $q^*(\tau)$  - отношение потока тепла в периоде падающей скорости сушки ( $q_{II}$ ) к потоку тепла в периоде постоянной скорости ( $q_I$ );  $N = \frac{1}{N} \cdot \frac{dW}{d\tau}$  - относительная скорость сушки ( $N$  - скорость сушки в первом периоде;  $dW/d\tau$  - скорость сушки в периоде падающей скорости);  $Rb$  - число Ренбиндера.

Обработка экспериментов [2] показала, что относительную скорость сушки  $N^*$  можно выразить эмпирическими зависимостями вида:

$$N^* = \frac{1}{N} \cdot \frac{dW}{d\tau} = \exp(-m\tau^*), \quad (2)$$

$$N^* = \frac{1}{N} \cdot \frac{dW}{d\tau} = \exp(-aN\tau), \quad (3)$$

где  $m$  и  $a$  — постоянные, определяемые экспериментально;  $\tau = \tau_{II}/\tau_I$  — отношение времени сушки в периоде падающей скорости ко времени сушки в периоде постоянной скорости;  $N\tau$  — обобщенное время.

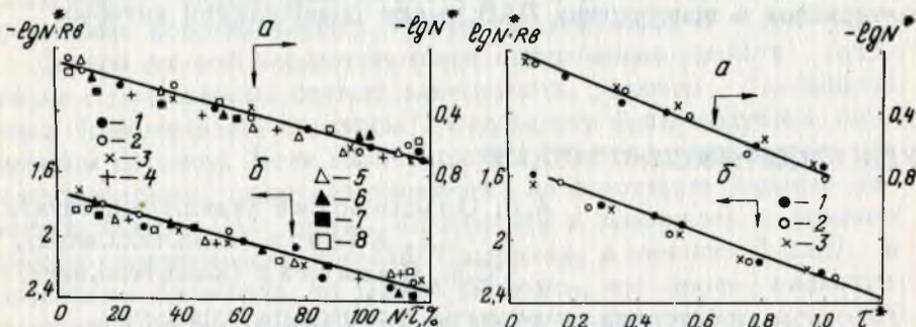


Рис. 1. Зависимости  $\lg N^*$  и  $\lg N^*RB$  от безразмерного времени  $\tau^*$  в процессе конвективной сушки фетра при температуре  $t_c = 50^\circ\text{C}$ . 1 —  $\varphi = 24\%$ ; 2 —  $\varphi = 50\%$ ; 3 —  $\varphi = 74\%$ .

Рис. 2. Зависимости  $\lg N^*$  и  $\lg N^*RB$  от обобщенного времени  $N\tau$  в процессе конвективной сушки шерстяного войлока. 1 —  $t_c = 90^\circ\text{C}$ ,  $v = 5$  м/с,  $\varphi = 5\%$ ; 2 —  $t_c = 120^\circ\text{C}$ ,  $v = 3$  м/с,  $\varphi = 5\%$ ; 3 —  $t_c = 120^\circ\text{C}$ ,  $v = 3$  м/с,  $\varphi = 5\%$ ; 4 —  $t_c = 120^\circ\text{C}$ ,  $v = 15$  м/с,  $\varphi = 5\%$ ; 5 —  $t_c = 120^\circ\text{C}$ ,  $v = 15$  м/с,  $\varphi = 5\%$ ; 6 —  $t_c = 120^\circ\text{C}$ ,  $v = 20$  м/с,  $\varphi = 5\%$ ; 7 —  $t_c = 150^\circ\text{C}$ ,  $v = 5$  м/с,  $\varphi = 5\%$ ; 8 —  $t_c = 120^\circ\text{C}$ ,  $v = 5$  м/с. 6 — 18 мм, 1 → 7 — толщина войлока: 6 — 8 мм; 8 — 6 — 18 мм.

На рис. 1 (а) и 2(а) изображены зависимости  $\lg N^* = f(\tau^*)$  и  $\lg N^* = f(N\tau)$  для фетра и шерстяного войлока при конвективной сушке в условиях вынужденной конвекции. Из рисунков видно, что все опытные точки удовлетворительно ложатся на прямые линии во всем интервале изменения режима сушки.

Интегрирование уравнений (2) и (3) в заданных пределах с учетом времени сушки в первом периоде дает общую длительность процесса сушки:

$$\tau = \frac{W_0 - W_{кр}}{N} \left[ 1 - \frac{2,3}{m} \lg \left( 1 - \frac{W_{кр} - W}{W_0 - W_{кр}} m \right) \right]; \quad (4)$$

$$\tau = \frac{1}{N} \left\{ (W_0 - W_{кр}) - \frac{2,3}{a} \lg \left[ 1 - a(W_{кр} - W) \right] \right\}, \quad (5)$$

где:  $W_0, W_{кр}, W$  - начальное, критическое и текущее влагосодержание материала, %.

Обработка большого числа опытных данных по сушке целого ряда капиллярнопористых материалов позволила установить простые зависимости для определения постоянных  $m$  и  $a$  в уравнениях (2) и (3). Эти зависимости аппроксимируются прямыми вида:

$$m = 0,65 \frac{W_0}{W_{кр}} - 0,37; \quad (6)$$

$$a = \frac{0,8}{W_{кр}} \quad 1/\% \quad . \quad (7)$$

Анализ экспериментальных данных показал, что произведение двух обобщенных параметров  $N^*$  на  $Rb$  в уравнении (1) можно выразить эмпирическими соотношениями, аналогичными выражениям (2) и (3), т.е.:

$$N^* Rb = \frac{1}{N} \cdot \frac{d\bar{U}}{d\tau} \cdot \frac{C}{r} \cdot \frac{d\bar{t}}{d\bar{U}} = A \exp(-m\tau^*); \quad (8)$$

$$N^* Rb = \frac{1}{N} \frac{d\bar{U}}{d\tau} - \frac{C}{r} \cdot \frac{d\bar{t}}{d\bar{U}} = B \exp(-aN\tau), \quad (9)$$

где  $A, B$  - постоянные, определяемые из опыта;  $C$  - теплоемкость влажного материала;  $r$  - теплота парообразования;  $b = \frac{d\bar{t}}{d\bar{U}}$  - температурный коэффициент сушки.

На рис. 1 (б) и 2 (б) представлены зависимости, соответствующие формулам (8) и (9), из которых очевидно, что постоянные  $m$  и  $a$  в них равны постоянным в уравнениях (2) и (3), поскольку тангенсы углов наклона на прямых к оси безразмерного времени  $\tau^*$  одинаковы (рис. 1, 2).

Интегрируя выражения (8) и (9) в заданных пределах, получим уравнения температурной кривой  $\bar{t} = f(\tau^*)$  и  $\bar{t} = f(N\tau)$ :

$$\bar{t} = t_c - \frac{Ar(\bar{U}_o - U_{кр})}{c \cdot m} \exp(-m\tau^*); \quad (10)$$

$$\bar{t} = t_c - \frac{br}{ca} \exp(-aN\tau). \quad (11)$$

Постоянные A и B для фетра, драпа, сукна равны  $A=0,035$ , для шерстяного войлока  $A=B=0,02$ .

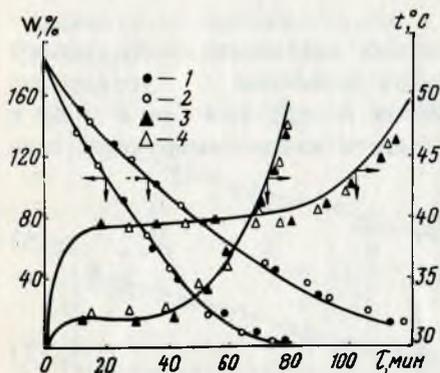


Рис. 3. Кривые сушки и температурные кривые фетра при режиме: 1 —  $t = 50^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 24\%$ ,  $v = 0,4$  м/с; 2 —  $t_c = 50^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 50\%$ ,  $v = 0,4$  м/с.

Из рис. 3 видно, что все полученные уравнения удовлетворительно согласуются с экспериментом.

#### Л и т е р а т у р а

1. Лыков А.В. Теория сушки, Л., 1968.
2. Ольшанский А.И. "Строительные материалы", 1976, № 7.

УДК 677.017.622

А.В. Куличенко,  
М.И. Сухарев (докт. техн. наук)

#### МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДУХО- И ПАРПРОНИЦАЕМОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Обеспечение значительного повышения качества продукции требует совершенствования методов исследования текстильных