

УДК 677.016.253

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ПРОМЫВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ ПЕЧАТИ АКТИВНЫМИ, КУБОВЫМИ И АЗОИДНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ**

*М.И.КОШЕЛЕВА, А.А.ЩЕГОЛЕВ, В.А.РЕУТСКИЙ*

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

Расчет процесса промывки текстильных материалов от красителей достаточно сложен, поскольку каждый тип красителя отмывается по-своему. Это не позволяет использовать общие для всех типов красителей уравнения подобно тому, как это делается в методе расчета процесса промывки хлопчатобумажных тканей после мерсеризации [1, 2].

В результате исследований, проведенных на кафедре процессов и аппаратов МГТУ им. А.Н. Косыгина авторами разработан метод расчета процесса промывки

после печати, который предлагается проводить с использованием приведенной средней скорости  $\tilde{q}$  (кг(г) красителя/(м<sup>2</sup>·с)) процесса промывки (представляющей собой среднюю скорость процесса промывки при заданной конечной степени  $\eta$  промывки, рассчитанную при постоянной начальной концентрации  $C_n$  незафиксированного красителя на ткани, равной 2 г/кг сухой ткани) и с прямым использованием обобщенного уравнения массопередачи [1, 2].

В обоих случаях в основу расчета положено обобщенное уравнение массопередачи, разработанное академиком Б.С. Сажиным и проф. В.А. Реутским [1, 2], и результаты экспериментального исследования кинетики процесса промывки на про-

мышленной линии для промывки и сушки тканей ЛПС-140-10.

Техническая характеристика обрабатываемых тканей и технологические параметры их промывки на линии ЛПС-140-10 приведены соответственно в табл.1 и 2.

Таблица 1

Наименование ткани	Ширина, см	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Сырьевой состав
Ситец арт. 41	100±1,5	101±5	100% хлопок
Сатин арт. 535	80±1,5	129±6	100% хлопок
Флейта арт. 975	75±1,5	110±5,	67% хлопок, 33% лавсан
Пальмира арт. 1462	80±1,5	126±6	100% хлопок
Пальмира арт. 1460	95±1,5	126±6	100% хлопок

Таблица 2

Наименование ткани	Вид печати	Класс красителей	Скорость, м/мин	Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	Температура t воды в промывных ваннах, °С				
					шлю-совка	1	2	3	4
Ситец арт. 41	прямая белоземельная	активные	110	12	37	46	68	68	68
Сатин арт.535	прямая грунтовая	азоидные в раппорт с активными	90	12	48	70	78	72	78
Флейта арт. 975	прямая белоземельная	кубовые	100	10	20	20	60	60	60
Пальмира арт. 1462	прямая грунтовая	азоидные	90	12	50	70	78	78	76
Пальмира арт. 1460	прямая грунтовая	полукубовые	100	12	20	20	60	70	75

Концентрация поверхностно-активных веществ, вводимых в процессе промывки во вторую промывную ванну, составляла 0,5 ÷ 1,0 г/л. Прочностные показатели промытых тканей к физико-химическим воздействиям оценивались по соответствующим ГОСТам.

Вместо текущей концентрации C' красителя в ткани в уравнении ОУМ использовалась степень η промывки, определяемая уравнением

$$\eta = (C'_n - C') / C'_n \quad (1)$$

Тогда ОУМ принимает вид

$$\tau = \frac{M}{\beta} \ln \left[ \frac{C'_n \eta (A - B)}{(C'_n - A)[C'_n (1 - \eta) - B]} \right] \quad (2)$$

где C' – концентрация незафиксированного красителя в ткани, г/кг; C'\_n – начальная концентрация незафиксированного красителя; B – динамическая равновесная концентрация незафиксированного красителя; τ – продолжительность промывки, с; β – коэффициент массопередачи процесса промывки во 2-м периоде, кг/(м<sup>2</sup>·с); M – поверхностная плотность ткани, кг/м<sup>2</sup>.

По уравнению (2), по известной начальной концентрации C'\_n красителя и заданной степени η промывки может быть рассчитана необходимая продолжительность τ процесса промывки, определяющая состав промывной линии (число промывных машин, входящих в промывную линию), что необходимо для проектного расчета промывной линии.

Если состав промывной линии известен

и задана скорость  $v$  проводки ткани в промывной линии, то достигаемую степень промывки можно определить, решив уравнение (2) относительно  $\eta$  (поверочный расчет промывной линии):

$$\eta = \frac{1 - B}{1 + \frac{A - B}{C'_H - A} \exp\left(-\frac{\beta\tau}{M}\right)}. \quad (3)$$

В формулах (2) и (3) продолжительность  $\tau$  промывки связана со скоростью  $v$  проводки ткани и длиной  $l_3$  заправки ткани в промывной машине или в промывной линии уравнением:

$$\Delta_{cp} = \frac{C'_H - C'_k}{\int_{C'_H}^{C'_k} \frac{dC'}{(C'^3 - C')(C' - B)}} = \frac{(C'_H - C'_k)(C'_k - B)}{Z_k}, \quad (6)$$

где  $C'_k$  – конечная концентрация незафиксированного красителя в ткани, г/кг;

$$Z_k = \ln \left[ \frac{(C'_H - C'_k)(A - B)}{(C'_H - A)(C'_k - B)} \right].$$

Учитывая, что

$$\beta \approx K(C'_H - B), \quad (7)$$

где  $K$  – константа скорости процесса промывки,  $\text{кг}^2/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{г})$ , и принимая во внимание (1) и (6), уравнение (5) представим в виде

$$\bar{q} = \frac{\beta(C'_H - C'_k)}{Z_k} = \frac{\beta C'_H \eta_k}{Z_k}, \quad (8)$$

где  $\eta_k$  – конечная степень промывки, достигаемая в промывной машине или в промывной линии.

При промывке тканей после печати величина средней интегральной скорости  $\bar{q}$  промывки является недостаточной характеристикой скорости процесса, поскольку, как это видно из уравнения (8), она зависит от начальной концентрации незафиксированного красителя  $C'_H$ , которая, в свою

$$\tau = l_3 / v. \quad (4)$$

При расчете процесса промывки тканей после печати (и после крашения) удобно пользоваться понятием средней интегральной скорости  $\bar{q}$  промывки ткани:

$$\bar{q} = K \Delta_{cp}, \quad (5)$$

где  $\Delta_{cp}$  – средняя интегральная движущая сила процесса промывки:

очередь, зависит от степени  $\varepsilon$  заполнения поверхности полотна ткани печатным рисунком. Последняя может меняться в очень широких пределах (от 1 до 100%). Поэтому одной и той же стадии промывки  $\eta$  могут соответствовать самые различные средние скорости  $\bar{q}$  промывки, даже при промывке от одного и того же красителя.

Конечно, это можно преодолеть, если ввести в (8) степень  $\varepsilon$  заполнения в явном виде:

$$\bar{q} = \frac{\beta C'_H \eta_k}{\varepsilon Z_k}. \quad (9)$$

Тогда средняя скорость  $\bar{q}$  промывки при промывке от одного и того же красителя будет оставаться постоянной независимо от степени заполнения поверхности полотна ткани. Однако в этом случае возникает проблема, связанная с определением  $\varepsilon$  для сложных печатных рисунков (например, в форме цветов или сложных геометрических узоров).

Наиболее просто это можно преодолеть, рассчитав приведенную среднюю интегральную скорость  $\hat{q}$  промывки в соответствии с уравнением

$$\tilde{q} = \bar{q}(Z/C'_n). \quad (10)$$

Величина  $\tilde{q}$  представляет собой среднюю интегральную скорость промывки при постоянной начальной концентрации незафиксированного красителя  $C'_n = 2$  г/кг. При промывке ткани от одного и того же красителя эта величина остается инвариантной по отношению к степени заполнения поверхности полотна ткани.

Необходимую продолжительность промывки ткани от заданного типа красителя можно определить с помощью уравнения

$$\tau = \frac{zM\eta}{\tilde{q}_n}, \quad (11)$$

а необходимый состав промывной линии при заданной скорости  $v$  проводки ткани – по уравнению

$$N = \frac{M\eta v}{\tilde{q}_n \ell_3^{(1)}}, \quad (12)$$

где  $\ell_3^{(1)}$  – длина заправки ткани в одной промывной машине;  $N$  – необходимое число промывных машин;  $\tilde{q}_n$  – приведенная скорость промывки в промывной линии, укомплектованной промывными машинами заданного типа.

Величина  $\tilde{q}_n$  может быть приближенно найдена на основе приведенной средней скорости  $\bar{q}$  промывки, определенной на лабораторной установке.

Для этого можно использовать уравнение

$$\tilde{q}_n(\eta) = \tilde{q}(\eta)\lambda, \quad (13)$$

где  $\lambda$  – коэффициент масштабного перехода;

$$\lambda = \tilde{q}_n / \tilde{q}. \quad (14)$$

Для исследованных тканей значение  $\lambda$  составило 2,5.

Таблица 3

Объект промывки	A	$C'_n$	B	$C'_k$	$\beta/M$	$\eta, \%$	$\tilde{q} \cdot 10^{-3}$
Ситец арт. 41	1,82	2,38	0,04	0,05	0,0837	97,9	3,30
Пальмира арт. 1462	3,28	4,2	2,0	2,13	0,045	49,3	1,80
	1,48	1,77	1,06	1,07	0,0776	39,6	1,64
Сатин арт. 535	1,976	3,265	3,82	0,64	0,0684	74,27	2,77
Флейта арт. 975	1,25	2,08	0,6	0,59	0,0418	66,8	2,47

В табл.3 приведены результаты расчета параметров обобщенного уравнения массопередачи для промышленных кинетических кривых и значения средней скорости промывки.

Сравнительный анализ расчетных и опытных времен промывки исследованных тканей после печати показал, что ошибки составляют 8...12%. Для инженерной практики такой результат вполне допустим.

## ВЫВОДЫ

На основании результатов исследования кинетики промывки хлопчатобумажных тканей после печати активными, кубовыми и азоидными красителями на про-

мышленной технологической линии предложен метод расчета кинетики процесса, который может использоваться в инженерной практике.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Щеголев А.А. Разработка обобщенного метода расчета процесса промывки хлопчатобумажных тканей в высокоскоростных промывных машинах: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1982.
2. Реутский В.А. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, № 3. С. 61.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 11.03.02.