

УДК 677.027.62:658.562

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ СТЕПЕНИ ПРОПИТКИ ТКАНЕЙ

М.Н. ГЕРАСИМОВ, О.Н. МАХОВ, С.В. ЛОГИНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Анализ большого числа исследований процесса пропитки волокнистых материалов показал, что ни одна из приводимых в этих работах теоретических зависимостей не позволяет описать кинетику заполнения жидкостью их капиллярно-пористой структуры. Это связано с тем, что указанный процесс не может быть описан только закономерностями явления капиллярного впитывания, основное внимание изучению которого уделялось в этих работах.

Отсутствие кинетических зависимостей процесса пропитки волокнистых материалов, к которым относятся и ткани, создает значительные трудности при выборе эффективных режимов их жидкостной обработки, а также при выборе оптимальных конструктивных и расчетных энергетических характеристик технологического оборудования пропитки тканей.

Получение аналитических зависимостей для расчета кинетики пропитки текстильных полотен напрямую зависит от объективности применяемого в экспериментальных исследованиях показателя степени их пропитки. В [1] на основании критического анализа известных методов оценки степени пропитки волокнистых систем обоснована и разработана методика определения такого показателя для суровых хлопчатобумажных тканей. Показатель $\delta_{пр}$ степени пропитки определен как отношение влагосодержания материала $u_{св}$ после пропитки и центрифугирования к максимально возможному влагосодержанию $u_{св}^{max}$ того же материала, пропитан-

ного с его предварительным вакуумированием и последующим центрифугированием:

$$\delta_{пр} = \frac{u_{св} - u_{равн}}{u_{св}^{max} - u_{равн}}, \quad (1)$$

где $u_{равн}$ – равновесное влагосодержание материала до пропитки.

В настоящей статье приводятся результаты апробации данной методики с целью статистической оценки достоверности получаемых результатов и подтверждения возможности ее использования для исследования кинетики процесса пропитки не только тканей с плохой смачиваемостью, но и для тканей с высокими показателями капиллярности.

Предварительными опытами установлены оптимальные параметры центрифугирования: фактор разделения центрифуги $F = \omega^2 R / g = 4400$ (ω – угловая скорость вращения центрифуги, рад/с; R – радиус ротора, м); время центрифугирования 1 мин. Влагосодержание образцов ткани определялось по ГОСТу 3816–81.

Экспериментальные результаты, полученные с использованием приведенной выше методики и подвергнутые статистической обработке, приведены в табл. 1...4, содержащих по две выборки параллельных опытов, каждая объемом $k=5$. В каждой выборке содержатся экспериментальные значения остаточного $u_{св}$ влагосодержания тканей после соответствующего режи-

ма их пропитки и центрифугирования. Выборки отличаются или одним из параметров процесса пропитки конкретного вида

ткани, или одним из показателей физико-механических характеристик тканей, пропитываемых при прочих равных условиях.

Таблица 1

Время пропитки	$u_{св}$					$\bar{u}_{св}$	s	$\delta_{пр}$	p
3 с	0,346	0,341	0,348	0,339	0,351	0,345	0,004	0,795	<0,001
5 с	0,376	0,378	0,385	0,381	0,380	0,380	0,003	0,889	xxxx

Примечание. Пропитка в воде при $t_{ж}=60^{\circ}\text{C}$ суровой ткани саржа арт. 3217 (капиллярность 0 мм/ч).

Таблица 2

Время пропитки	$u_{св}$					$\bar{u}_{св}$	s	$\delta_{пр}$	p
3 с	0,337	0,290	0,304	0,344	0,331	0,321	0,021	0,783	<0,02
6 с	0,361	0,350	0,363	0,385	0,384	0,368	0,015	0,919	xx

Примечание. Пропитка в воде при $t_{ж}=20^{\circ}\text{C}$ отваренной ткани бязь арт. 157 (капиллярность 64 мм/ч).

Таблица 3

Температура воды, $^{\circ}\text{C}$	$u_{св}$					$\bar{u}_{св}$	s	$\delta_{пр}$	p
20	0,378	0,374	0,378	0,369	0,375	0,374	0,004	0,661	<0,01
30	0,389	0,391	0,394	0,388	0,397	0,391	0,004	0,696	xxx

Примечание. Пропитка в воде в течение 2 с отбеленной ткани бязь арт. 262 (капиллярность 140 мм/ч).

Таблица 4

Вид ткани	$u_{св}$					$\bar{u}_{св}$	s	$\delta_{пр}$	p
1	0,466	0,438	0,467	0,486	0,477	0,467	0,018	0,846	<0,001
2	0,337	0,290	0,304	0,344	0,330	0,329	0,021	0,783	xxxx

Примечание. Пропитка в воде в течение 3 с при $t_{ж}=20^{\circ}\text{C}$;

1 – бязь арт. 262 (капиллярность 140 мм/ч),

2 – бязь арт. 157 (капиллярность 64 мм/ч).

Необходимым условием применения методов статистической обработки является воспроизводимость опытных данных, оцениваемая соотношением $G_T \geq G_p$, где G_T – значение критерия Кохрена – табличная величина, соответствующая доверительной вероятности $P=0,95$, с которой принимается гипотеза о воспроизводимости опыта; G_p – величина, получаемая расчетным путем по формуле

$$G_p = \frac{\max s_j^2}{\sum_{j=1}^N s_j^2}, \quad (2)$$

где N – количество опытных серий; s_j^2 – оценка эмпирической дисперсии для каждой серии параллельных опытов.

Обработка данных табл. 1...4 с использованием зависимости (2) дала значение $G_p=0,295$. Значение табличного критерия Кохрена, определенного по [2] для степени свободы $f=(k-1)=4$, составило $G_T=0,391$, то есть имеет место соотношение $G_T \geq G_p$. Это свидетельствует о том, что при использовании принятой методики и ее аппаратного оформления выполняется условие воспроизводимости эксперимента и обеспечивается возможность статистической обработки полученных экспериментальных данных методами описательной параметрической статистики с применением критерия Стьюдента.

Достоверность различий между выборками оценена показателем вероятности p :

$$p(m \leq d_0) = \sum_{m=2}^{m=d_0} h(m), \quad (3)$$

где $h(m)$ – функция, выражающая вероятность того, что сравниваемые выборки принадлежат к одной генеральной совокупности; m – серии значений выборок.

Расчет значений эмпирического среднего квадратического отклонения s в выборке, вероятности p достоверности различия среднего арифметического выборки и его доверительного интервала Δ проводился с применением пакета прикладных программ Statistica 5.0 for Windows 95. За уровень значимости принято $\beta = 0,05$. При $p \geq \beta$ сравниваемые выборки относятся к одной генеральной совокупности; при $p \leq \beta$ сравниваемые выборки относятся к разным генеральным совокупностям и их средние значения $\bar{u}_{св}$ достоверно отражают количественные различия в степени пропитки $\delta_{пр}$ ткани.

Как видно из результатов табл. 1...4, использованная методика позволяет выявить количественные отличия степени пропитки тканей даже при незначительных различиях во времени их пребывания в жидкости (табл. 1 и 2), в температуре пропитывающей жидкости (табл. 3), а также при различиях в показателе капиллярности текстильного полотна (табл. 4).

Таблица 5

Температура воды, °С	$\max u_{св}$					$\bar{u}_{св}$	s	$\Delta u_{св}$	p
	0,421	0,423	0,419	0,426	0,424				
40	0,421	0,423	0,419	0,426	0,424	0,423	0,003	$\pm 0,001$	<0.2
95	0,419	0,421	0,417	0,420	0,421	0,420	0,002	$\pm 0,001$	

Примечание. Пропитка в воде в течение 10 с суровой ткани саржа арт. 3217 с предварительным ее вакуумированием ($p_{вак} = 100\%$).

Температура воды, °С	$u_{св}^{max}$					$\bar{u}_{св}^{max}$	s	$\Delta u_{св}^{max}$	p
	0.537	0.541	0.542	0.536	0.543				
40	0.537	0.541	0.542	0.536	0.543	0.540	0.003	$\pm 0,001$	<0.5
60	0.545	0.538	0.541	0.544	0.543	0.542	0.003	$\pm 0,001$	

Примечание. Пропитка в течение 10 с отбеленной ткани бязь арт. 262 с предварительным ее вакуумированием ($p_{вак} = 100\%$).

В то же время анализ результатов табл. 5 и 6 свидетельствует, что значения $u_{св}^{max}$, определенные при пропитке суровой и отбеленной тканей с их предварительным вакуумированием, но при различных температурах жидкости, относятся к одной генеральной совокупности и их усредненные значения $\bar{u}_{св}^{max}$ могут характеризовать максимальную степень заполнения капиллярно-пористой структуры ткани.

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая методика определения показателя степени пропитки тканей обеспечивает выполнение условия воспроизводимости экспериментальных данных и позволяет с ее помощью проводить изучение закономерностей кинетики пропитки с учетом параметров данного процесса и физико-механических характеристик тканей.

2. Данную методику можно использовать и для установления зависимости меж-

ду степенью пропитки и величиной достигнутого технологического эффекта при проведении различных видов химической отделки тканей, а также при исследовании влияния предшествующих видов обработки текстильного материала на процесс его последующей пропитки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов М.Н., Козлов В.В. К вопросу об оценке качества пропитки текстильных материалов // В сб.: Вопросы новой технологии в отделке хлопчатобумажных тканей. – М. ЦНИИТЭИлегпром, 1979. С. 57...65.

2. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1975.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 29.11.00