

РАЗРАБОТКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРАХМАЛЬНОЙ ШЛИХТЫ В СТРУКТУРЕ ПРЯЖИ

С.В. АЛЕЕВА, С.А. КОКШАРОВ

(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

Действие усилий в жале валковых машин обеспечивает проникновение крахмальной клеящей композиции в глубь текстильного материала.

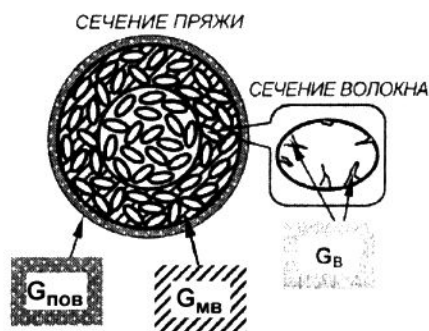


Рис. 1

Как показано на рис. 1, крахмал может быть дислоцирован в структуре пряжи следующим образом: в виде пленки на поверхности пряжи $G_{\text{пов}}$, в межволоконном пространстве с кольцевым или сплошным проникновением по сечению нити ($G_{\text{мв}}$), а также в трещинах и порах волокон ($G_{\text{в}}$).

Долевое распределение шликты в соответствующих структурных зонах материала существенным образом влияет на качество продукта. Однако существующие в настоящее время количественные методы определения крахмала [1...3] не позволяют дифференцированно оценить содержание различных фракций клеящей композиции в структурных участках пряжи. Крайне трудоемкими и малоинформативными следует признать и микроскопические исследования поперечных срезов волокна, которые позволяют лишь качественно охарактеризовать полноту заполнения структуры пряжи клеящей композицией.

Данная работа посвящена разработке надежного и оперативного метода анализа долевого распределения крахмала в структуре текстильного носителя.

Предлагаемый метод основан на оценке кинетики изотермической деструкции нанесенного на пряжу клеящего вещества ферментами, катализирующими гидролиз полимеров крахмала. Метод предусматривает обработку текстильного носителя с нанесенной крахмальной композицией раствором ферментного препарата амилосубтилин Г10х (концентрация 1 г/л, модуль ванны 40) с выдержкой образцов как минимум при трех значениях температуры в интервале 25...60°C. Для полного извлечения продуктов гидролиза полисахаридов образцы перед анализом промывали холодной дистиллированной водой. Остаточное содержание S_k крахмала в пряже может быть оценено с помощью известных количественных методов анализа, в частности, с использованием экспресс-метода [3], основанного на компьютерной обработке сканированных изображений пучка нитей, обработанных 1 н. раствором йода.

Важным моментом в реализации разработанного метода является проведение разрушения крахмальных веществ без использования механических или физико-химических методов его активации, что обеспечивает диффузионный механизм перехода примесей в раствор. При этом удаление шликты лимитировано стадией расщепления крахмала до низкомолекулярных сахаров и водорастворимых олигосахаридов, десорбирующихся из текстильного носителя.

Механизм протекания ферментативной дегградации крахмального субстрата, распределенного в структуре волокнистого материала, принципиально отличается от его гидролиза, катализируемого кислотами или щелочами.

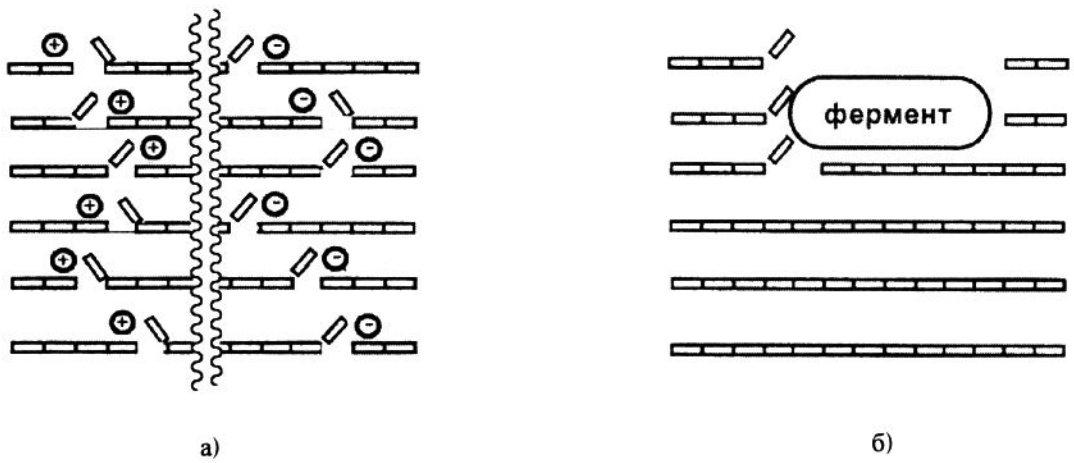


Рис. 2

На рис. 2 проиллюстрированы схемы гидролиза полимерной пленки шлихты под действием химических катализаторов (а), где \oplus – действие кислот, \ominus – щелочей, а также амилолитических ферментов (б).

Вследствие высокой проникающей способности ионов химических катализаторов в аморфные области полимерной пленки как кислотный, так и щелочной гидролиз протекает одновременно во всех зонах дислокации крахмала. При этом удаление продуктов деструкции крахмала из ошлихтованной пряжи происходит со скоростью, убывающей по экспоненте. В противоположность этому при ферментативном расщеплении клеящего вещества внутренние слои полимерной пленки становятся доступными для биокатализатора только после деструкции поверхностно расположенных макромолекул крахмала. Следовательно, в выбранных условиях проведения эксперимента разрушение шлихты происходит последовательно от периферии пленки к внутренним областям залегания клеящего полимера.

Анализ экспериментальных данных включает построение кинетических кривых изменения остаточного содержания крахмала и выявление на них линейных участков, соответствующих последовательной энзиматической деструкции фракций клеящего вещества, локализованных на поверхности пряжи, в межволоконном пространстве и, наконец, в трещинах и крупных порах волокон. Проецирование линейных участков изотерм десорбции на начальный момент ферментативной обра-

ботки позволяет количественно определить содержание крахмала в соответствующих структурных зонах его дислокации.

В качестве примера по разработанному методу проведен анализ количественного распределения крахмала в структуре хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 18,5 текс, ошлихтованной крахмально-хлораминовым составом.

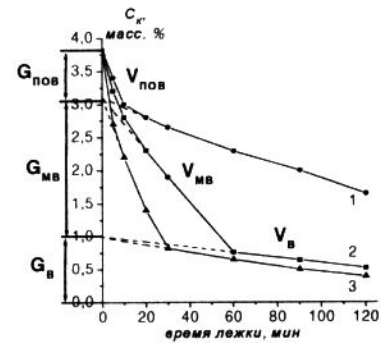


Рис. 3

На рис. 3 представлены изотермы десорбции крахмальной шлихты в раствор амилосубтилина Г10х при температурах: кривая 1 – 25; 2 – 45; 3 – 60°C. Экспериментальные значения остаточного содержания крахмала на пряже образуют несколько прямолинейных участков, которые характеризуются различной скоростью V_i удаления примеси. Наличие изломов (иногда сглаженных) на кинетических кривых отражает процесс последовательного расщепления фракций шлихты, дислоцированных в различных областях пряжи.

Первый участок определяется количеством крахмала, удаляемого с поверхности $G_{пов}$ нити со скоростью $V_{пов}$, второй – из межволоконных пространств $G_{мв}$; $V_{мв}$, третий – из трещин и макропор волокон $G_{в}$; $V_{в}$. Прямолинейные участки кинетических кривых для разных температур при экстраполяции на начальный момент ферментативной обработки пересекаются, характеризуя долю вещества, дислоцированного в соответствующей структурной области волокнистого материала.

Согласно представленным на рис.3 данным распределение крахмала шлих-

тующей композиции в анализируемом образце пряжи произошло следующим образом: на поверхности нити 19 %, в межволоконных ее пространствах 55 %, в доступные макропоры волокон проникло 26 %.

Корректность разработанного метода подтверждается кинетическими характеристиками расщепления крахмальной шлихты раствором амилосубтилина Г10х на льняной ткани и стеклянных носителях, представленными в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Температура обработки, °С	Значения скорости удаления крахмала, $г \cdot м^{-2} \cdot мин^{-1}$				
	с суровой ткани* ¹⁾			со стеклянной пластины	из пористого фильтра (160 мкм)
	$V_{пов}$	$V_{мв}$	$V_{в}$		
25	4,75	0,68	-	4,91	0,17
40	5,76	2,20	0,23	6,50	0,22
60	12,66	4,92	0,24	14,12	0,28

Пр и м е ч а н и е . *¹⁾ – расчет произведен с учетом поверхностной плотности ткани 177 $г/м^2$.

Как видно из представленных данных, значения скорости десорбции крахмала со стеклянной пластины и из стеклянного пористого фильтра, моделирующих дислокацию шлихты на поверхности нити и в доступном поровом пространстве волокон, удовлетворительно совпадают с соответствующими показателями скорости его извлечения из ошлихтованной нити.

Разработанный метод оценки долевого распределения шлихты в структуре волокнистого материала позволяет оптимизировать условия процесса шлихтования пряжи при смене ее ассортимента с целью повышения качества пряжи и выработываемых из нее тканей.

В ы в о д ы

1. Для оценки долевого распределения клеящей крахмальной композиции на поверхности нити, в ее межволоконных пространствах, в трещинах и крупных порах волокон предложен метод, основанный на анализе изотерм десорбции крахмальных примесей из волокнистого материала под действием биокатализаторов. Условия экспериментального определения изменения

содержания крахмала предусматривают изотермическую выдержку анализируемого образца в растворе амилосубтилина Г10х концентрацией 1 г/л в отсутствие гидродинамических воздействий и ПАВ.

2. Последовательное ферментативное расщепление фракций шлихты в соответствующих структурных областях текстильного носителя осуществляется с различной скоростью. Проецирование прямолинейных участков кинетических кривых десорбции крахмала на начальный момент времени позволяет количественно оценить распределение его в структуре нити, а именно: на поверхности ($G_{пов}$) пряжи, в межволоконном ($G_{мв}$) пространстве, в трещинах и крупных порах ($G_{в}$) волокон.

3. Расчетные значения $G_{пов}$, $G_{мв}$, $G_{в}$ должны удовлетворительно совпадать при выбранных температурных условиях ферментативной обработки.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Садов Ф.И. Лабораторный практикум по курсу химическая технология волокнистых материалов. – М.: Гизлегпром, 1963. С. 23...26.
2. Новые окислительно-восстановительные системы для подготовки целлюлозных текстильных

материалов / Шибашова С.Ю., Лебедева В.И., Липатова Т.Б.// Межвуз. сб. науч. тр. – Иваново, 1989. С. 64, 44.

3. *Алеева С.В., Кокиаров С.А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 6. С. 65...69.

Рекомендована заседанием ученого совета. Поступила 25.11.04.
