

УДК 677.253:577.151.36

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБА КЛЕЙСТЕРИЗАЦИИ КРАХМАЛА  
НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЕЯЩЕГО ВЕЩЕСТВА  
В СТРУКТУРЕ ПРЯЖИ\****С.В. АЛЕЕВА, С.А. КОКШАРОВ***(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)**

В зависимости от способа приготовления крахмальной шлихты физико-механические свойства ошлихтованной пряжи существенно варьируют при одинаковых значениях количества нанесенной композиции (приклея). Обусловлено это тем, что в процессе шлихтования пряжи клеящий состав может с разной степенью глубины и неравномерности проникать в структуру нити наряду с образованием поверхностной пленки. Наружный слой шлихты снижает фрикционные свойства, ворсистость пряжи и облегчает ее проводку в контакте с деталями технологического оборудования. Однако избыточное наружное отложение шлихты повышает вероятность осыпания высохшей пленки при многократных изгибающих и истирающих воздействиях на ткацком станке, что приводит к увеличению обрывности ошлихтованной нити основы в процессах ткачества. Вместе с тем, чрезмерное проникновение композиции в глубь волокон пряжи снижает ее эластичность, затрудняет последующие процессы удаления шлихты с ткани и проведение высококачественного беления полотна.

Для сопоставления эффективности применения различных расщепителей крахмала при приготовлении шлихты в

данной работе использован оригинальный метод оценки долевого распределения крахмала внутри нити, подробно описанный в работе [1]. Он основан на анализе изотерм десорбции крахмальных примесей из материала под действием амилолитических ферментов биопрепарата амилосубтилин Г10х, крупные размеры молекул которых определяют последовательное разрушение слоев шлихты от поверхности в глубь структуры пряжи. На кинетической кривой изменения остаточного содержания крахмала выделяются три участка с разной скоростью извлечения полимеров шлихты, которые позволяют определить количество полисахаридов в периферийных слоях на поверхности нити ( $G_{\text{ПОВ}}$ ), в межволоконных пространствах ( $G_{\text{МВ}}$ ), а также в трещинах и крупных порах волокон ( $G_{\text{В}}$ ).

Приготовление шлихты осуществляли по известным классическим режимам открытого термического способа, с применением в качестве расщепителей крахмала хлорамина, едкого натра, соляной кислоты [2], а также по разработанному биохимическому способу с использованием специализированных амилолитических ферментных препаратов [3]. Свойства полученных гидрогелей представлены в табл. 1.

\* Исследования выполнены при финансовой поддержке грантов РФФИ (код проекта 06-08-00600) и Федеральной целевой программе (шифр 2007-3-1.3-26-04-008).

Т а б л и ц а 1

Способ клейстеризации крахмала		Степень расщепления крахмала, %	Кинематическая вязкость, $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$	Восстанавливающая способность, %	Истинный приклей, %
Термический		60	29	8	6,8
Химические	едкий натр	85	20	15	4,9
	соляная кислота	95	18	20	3,8
	хлорамин	99	24	12	4,1

Как видно, приготовление шлихты термическим способом обеспечивает наименьшую степень расщепления зерен крахмала, оцениваемую по долевого содержанию полимеров в растворе после седиментационного осаждения грубодисперсных частиц. Высокое содержание крупных твердофазных остатков зерен обуславливает повышенную вязкость композиции, что, в свою очередь, обеспечивает большее ее нанесение на обрабатываемую пряжу. Применение химических расщепителей крахмала увеличивает степень расщепления зерен в 1,4...1,6 раза, повышая текучесть композиции. При этом на-

блюдается неминуемая деструкция полимеров водорастворимой фракции, и содержание концевых альдегидных групп, обуславливающих редуцирующие свойства гидрогеля, повышается в 1,5...2,5 раза. Изменение физико-химических свойств шлихты отражается не только на величине приклея, но и на глубине проникновения композиции в структуру материала.

Результаты оценки влияния способов получения шлихтующей композиции на распределение полимеров крахмала в пряже и на скорость их извлечения в условиях тестовой обработки раствором амилосульфата Г10х представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Способ клейстеризации крахмала		Долевое содержание крахмала в структуре нити, $G \pm 1, \%$			Скорость десорбции крахмала, $V \pm 0,04, \text{г} \cdot \text{кг} \cdot \text{вол}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$		
		$G_{\text{ПОВ}}$	$G_{\text{МВ}}$	$G_{\text{В}}$	$V_{\text{ПОВ}}$	$V_{\text{МВ}}$	$V_{\text{В}}$
Термический		42	58	-	0,57	0,17	-
Химические	едкий натр	29	60	11	0,84	0,27	0,05
	соляная кислота	13	50	37	0,96	0,31	0,16
	хлорамин	19	55	26	1,02	0,39	0,05

Нетрудно видеть, что крахмальная композиция, клейстеризованная термическим способом, обладает низкой проникающей способностью, и значительная ее доля дислоцирована на поверхности пряжи, что ухудшает фрикционные свойства пряжи и повышает осыпаемость шлихты. Очевидно, что причиной избыточного отложения данного вида шлихты на поверхности нити является низкая степень расщепления зерен крахмала и обусловленная этим повышенная вязкость образующегося гидрогеля. В поверхностной пленке локализуются грубо дисперсные остатки зерен, гидролитическое расщепление которых в растворе амилосульфата происходит с более низкой скоростью. Полученные результаты согласуются с литературными сведениями [2] о недостаточной гладкости

поверхности пленок шлихты с низкой степенью расщепления крахмала и повышенной осыпаемости клеящего вещества при переработке пряжи.

Использование химических расщепителей крахмала снижает долю поверхностной фракции  $G_{\text{ПОВ}}$  в 2,2...3,2 раза. С повышением степени расщепления зерен крахмала в ряду  $\text{NaOH} - \text{хлорамин} - \text{HCl}$  увеличивается подвижность шлихты в процессе отжима пряжи, и более значительная ее часть проникает в структуру материала. Причем максимальное количество шлихты, обеспечивающее склеивание волокон пряжи между собой ( $G_{\text{МВ}}$ ), обеспечивает расщепление крахмала едким натром, но доля поверхностно нанесенной фракции велика и составляет 29 %.

Наиболее существенная миграция в глубь волокон наблюдается при кислотном

способе клейстеризации крахмала. Как известно [4], при кислотном катализе расщепления крахмала первоочередному воздействию подвергаются наиболее напряженные участки макромолекул амилопектина в местах присоединения боковых ответвлений  $\alpha$ -1-6-гликозидной связью. В результате интенсивной деструкции макромолекул амилопектина с образованием малоразветвленных декстринов увеличивается способность композиции проникать в поровые пространства волокон пряжи под действием усилий в жале валов шлихтовального оборудования.

Сопоставляя значения скорости десорбции полимерных фракций, следует отметить, что проникновение шлихты в волокно в значительной мере затрудняет ее удаление в процессе расшлихтовки. Вместе с тем, доля фракции  $G_B$  составляет более 1/4 для традиционно применяемой крахмально-хлораминовой шлихты, а при использовании кислотного способа приготовления клеящего состава – более 1/3.

Для обеспечения оптимального распределения шлихты в структуре пряжи более эффективным методом модификации

крахмальной композиции является биохимический способ приготовления крахмальной шлихты. В исследованиях использованы, разработанные в ИХР РАН совместно с сотрудниками ИГМА, амилитические препараты из серии "Амилан", в том числе:

- амилан ДН – низкотемпературный комплекс ферментов декстриногенного действия с высокими адсорбционными свойствами;
- амилан ДСР – среднетемпературная декстриногенная композиция;
- амилан СПР – среднетемпературный полиферментный комплекс девятящего действия с высокими адсорбционными свойствами.

Выбор биокомпозиций осуществлен на основании результатов исследований влияния условий ферментативной клейстеризации крахмала в их присутствии на физико-химические свойства гидрогеля, описанных в работе [3]. В табл. 3 представлена характеристика применяемых ферментных препаратов.

Т а б л и ц а 3

Наименование препарата	Рабочая температура, °С	Степень адсорбции, $S_{АДС}$ , %	Показатель активности ферментов при 30°С, ед./мл	
			$A_{ЭНДО}$	$A_{ЭКЗО}$
Амилан ДН	25...50	48,5	300...600	max 50...100 min 0,3...0,9
Амилан ДСР	60...80	13,9	880...920	max 50...60 min 0,3...1,3
Амилан СПР	60...80	24,1	600...1000	max 170...250 min 50...70

Результаты оценки влияния различных вариантов биомодификации шлихты указанными ферментными препаратами на

распределение крахмала в структуре пряжи сведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Биомодификатор	Долевое содержание крахмала в структуре нити, $G \pm 1$ , %			Скорость десорбции крахмала, $V \pm 0,04$ , г·кг вол <sup>-1</sup> ·мин <sup>-1</sup>		
	$G_{ПОВ}$	$G_{МВ}$	$G_B$	$V_{ПОВ}$	$V_{МВ}$	$V_B$
Амилан СПР	16	53	31	2,37	1,03	0,19
Амилан ДСР	21	56	23	1,92	0,75	0,08
Амилан ДН	26	59	15	2,61	1,22	0,05

Как видно в сравнении с результатами применения хлораминовой шлихты (табл. 2), наиболее близкое соотношение фракций крахмала получено при использовании амилана ДСР. Вместе с тем, скорость извлечения крахмальных примесей тестовым раствором в последнем случае примерно в 2 раза выше, чем для базовой технологии. Ускорение десорбции, вероятно, обусловлено частичной деполимеризацией крахмала под действием декстриногенных ферментов в процессе приготовления шлихты. При этом вполне вероятно разрушение гелеобразующих фракций: высокодиспергированных остатков зерен крахмала и отдельных макромолекул, о чем, согласно данным [3], свидетельствует низкая степень расщепления крахмальных зерен при высокой восстанавливающей способности гидрогеля. Применение амилана СПР с выраженным деветвятием действием на амилопектин аналогично влиянию кислот и приводит к существенному увеличению доли крахмала в доступных трещинах и макропорах волокон пряжи ( $G_B$ ). Лишь в случае использования в качестве расщепителя препарата амилан ДН с высокими адсорбционными характеристиками ферментов, не обладающих деветвятием действием, удается получить наиболее рациональное распределение шлихтующей композиции в структуре текстильного материала. Долевое содержание фракции крахмала в доступном поровом пространстве волокон сокращено до 15 %, что способствует повышению интенсивности и полноты удаления шлихты в процессах расшлихтовки тканых полотен.

## ВЫВОДЫ

1. Повышение степени расщепления крахмальных зерен под действием хими-

ческих катализаторов в ряду  $\text{NaOH} < \text{хлорамин} < \text{HCl}$  сопровождается снижением доли поверхностно нанесенной клеящей композиции, а также количества шлихты в межволоконных пространствах, обеспечивающей упрочнение пряжи за счет склеивания волокон между собой. Кислотный и хлораминовый способы приготовления шлихты способствуют значительному проникновению полимера в пустоты отдельных волокон. Для традиционно применяемой крахмально-хлораминовой шлихты содержание крахмала в порах волокна составляет более 1/4, а при кислотном гидролизе – более 1/3.

2. Биохимический метод модификации крахмальных зерен с использованием в качестве расщепителя препарата амилан ДН позволяет получить наиболее рациональное распределение шлихтующей композиции в структуре текстильного материала, обеспечивая сокращение долевого содержания крахмала в доступном поровом пространстве волокон до 15 %, что облегчает его удаление при расшлихтовке тканей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Алеева С.В., Кокиаров С.А.* // Изв. вузов Технология текстильной промышленности. – 2005, № 1. С. 19...22.
2. *Рыбакова В.М.* Технология шлихтования хлопчатобумажной пряжи. – Иваново: Ивановское книжное изд-во, 1957.
3. *Алеева С.В., Кокиаров С.А.* // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2003, т.46, вып. 1. С.120...124.
4. *Роговин З.А.* Химия целлюлозы. – М.: Химия, 1972.

Рекомендована научно-техническим семинаром отдела "Химия текстильных материалов". Поступила 02.10.08.