

ВЛИЯНИЕ ОПЕРАЦИИ ОПАЛИВАНИЯ ТКАНЕЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ БИОХИМИЧЕСКОЙ РАСШЛИХТОВКИ

С.В. АЛЕЕВА, С.А. КОКШАРОВ

(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

Несмотря на неоспоримые преимущества ферментативного катализа и широкий спектр рекомендаций по использованию энзимов в процессах облагораживания волокнистых материалов, применение биохимических технологий в текстильном производстве в настоящее время весьма ограничено. Эта тенденция характерна даже для глубоко изученных и описанных в научно-технической литературе ферментативных способов расшлихтовки ткани. Следует отметить, что сведения об эффективности применения амилолитических препаратов в процессах расшлихтовки довольно противоречивы.

В частности, наряду с информацией [1], [2] о практически полном удалении крахмальной шлихты, в работах ряда авторов отмечается низкая эффективность использования ферментных препаратов. По данным [3], [4] биопрепараты уступают действию окислителей, обеспечивая 60...75 %-ный уровень удаления крахмальных примесей с текстильного материала. Авторы [5] отмечают, что степень биорасшлихтовки текстильных материалов не превышает 40 %.

Одной из основных причин получения невысоких результатов энзимной расшлихтовки, как показано ранее в [6], является неоптимизированный состав полиферментных композиций, обогащенных экзодеполимеразами, обладающими малой активностью по отношению к водонерастворимому полимеру [7].

Для эффективного удаления крахмальных загрязнений с ошлихтованных нитей

основы более предпочтительно применение препаратов с доминирующим содержанием эндодеполимераз – ферментов, воздействующих на срединные участки макромолекул с образованием олигомеров и водорастворимых декстринов.

Данная работа посвящена оценке возможных затруднений для биокатализируемого расщепления крахмальной пленки в результате проведения операции опаливания ткани. Опаливанию подвергается основная часть ассортимента тканей за исключением полотенечных, пестротканых, ворсовых полотен и марли.

В красильно-отделочном производстве эта обработка, как правило, предшествует циклу подготовки текстильных материалов. Несмотря на кратковременность высокотемпературного воздействия, полимерная пленка крахмальной шлихты может претерпевать химические и морфологические изменения. Однако экспериментальных исследований в этом направлении не проводилось, а публикуемые материалы не содержат указаний о проведении операции опаливания или ее отсутствии.

В эксперименте использованы ткани ОАО "Тейково-текстиль" (Ивановская обл.) в исходном виде сурового полотна и после обработки на газоопальной машине ГО-240М. Расшлихтовку тканей проводили в растворах промышленных ферментных препаратов, а также экспериментальных образцов, разработанных в ИХР РАН специализированных биокатализаторов серии "амилан" [8], путем изотермической выдержки образцов в растворе биокатали-

затора с концентрацией 1...10 г/л при модуле ванны M = 40 с последующей промывкой холодной дистиллированной водой для удаления водорастворимых фракций олигосахаридов.

Во избежание побочных эффектов при оценке скорости гидролиза крахмала модельный эксперимент проводили без использования текстильных вспомогательных веществ и без наложения гидромеха-

нических воздействий. Качество расшлихтовки оценивали по содержанию крахмала на выделенных нитях основы в соответствии с разработанным экспресс-методом [9]. Для определения каталитической способности биопрепаратов использованы стандартные методы дифференцированного анализа активности декстриногенных (Аэндо) и осахаривающих (Аэкзо) ферментов амилолитического комплекса [10].

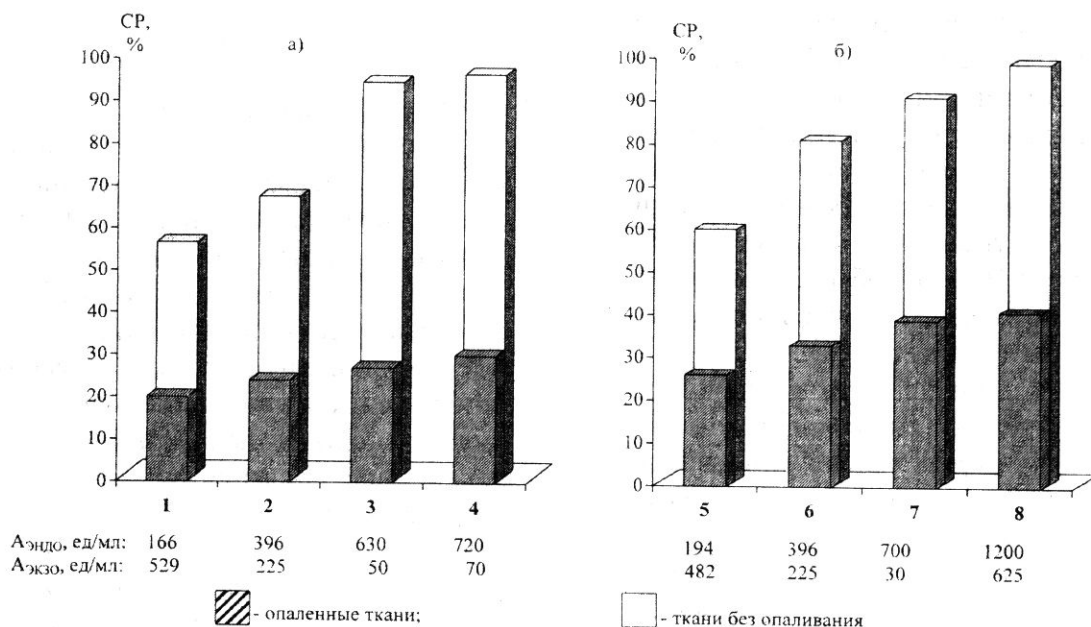


Рис. 1

На рис. 1 представлена степень расшлихтовки СР, % ткани бязь арт. С-59 в растворах биокатализаторов за 60 мин обработки при температуре 40°C (а) и за 20 мин при 80°C (б). Сопоставлено действие амилолитических препаратов: 1 – глюкозаморин ГЗх; 2 и 6 – амилосубтилин Г10х; 3 – амилан СПР; 4 – аквазим; 5 – амилоризин П10х; 7 – аквазим-ультра; 8 – амилан МТР.

На диаграмме приведены также значения активности эндо- и экзодеполимераз используемых рабочих растворов промышленных биокатализаторов (1 г/л) и экспериментальных образцов препаратов амилан (1 %).

В случае обработки неопаленной ткани уровень расшлихтовки растет симбатно увеличению показателя активности декстриногенных ферментов. Как иллюстрируют данные рис. 1-а, степень удаления

крахмальной шлихты при 40°C специализированными амилолитическими препаратами аквазим и амилан СПР с оптимальным соотношением компонентов амилазного комплекса достигает 95...98 %, что превышает результаты обработки амилосубтилином Г10х в 1,4 раза и в 1,7 раза выше, чем при воздействии глюкозаморина ГЗх, который характеризуется низким содержанием технологически необходимых эндодеполимераз. Однако для образцов ткани, подвергнутой опаливанию, результаты расшлихтовки не превышают 30...40 %.

Увеличение температуры расшлихтовки до 80°C (рис. 1-б) позволяет повысить эффективность применения амилосубтилина Г10х в сравнении с обработкой ткани при 40°C. Ускорение десорбции крахмальной шлихты с текстильного материала объясняется как обеспечением более пред-

почтительных условий для активной работы данного биопрепарата, так и интенсификацией набухания полимерной пленки и повышением ее доступности для ферментов.

Усиление каталитической способности полиферментной системы препаратов, активных при повышенных температурах, эффективно проявляется также лишь при обработке неопаленных тканей. Прирост степени расшлихтовки при переходе от амилоризина П10х к амилану МТР достигает 30 %. При этом амилан МТР обеспечивает максимальный уровень деструкции крахмала даже при более короткой продолжительности обработки – 10...12 мин. Но в случае опаленной ткани смена препаратов дает увеличение десорбции шликты только на 16 %, не обеспечивая удовлетворительного качества расшлихтовки за 20 мин биообработки.

Одной из причин таких различий является, по-видимому, снижение реакционной способности ферментов по отношению к макромолекулам полимеров крахмала в связи с химическими превращениями поверхностного слоя шликты в процессе опаливания. Подтверждением термохимической деструкции полимера служит визуально наблюдаемое пожелтение поверхности суровых тканей, в большей степени проявляющееся на ошлихтованных нитях основы.

При оценке цветовых характеристик выделенных нитей суровой ткани бязь арт. С-59 выявлено, что в результате опаливания показатель белизны нитей основы снижается с 68,1 до 63,9 %, а для уточных нитей – до 66,6 %; показатель светлоты основы меняется с 87,7 до 83,3 % и до 87,5 % – для утка.

Зафиксировано существенное уменьшение значения цветового тона естественной окраски суровой нити: основа – с 87 до 78 град, уток – с 93 до 87 град. Представленные данные наглядно свидетельствуют о более существенном термическом повреждении поверхности крахмальной пленки в сравнении с целлюлозой неошлихтованных нитей.

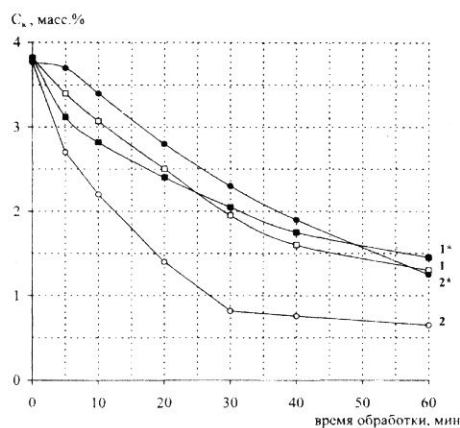


Рис. 2

На рис. 2 показано изменение кинетики расшлихтовки ткани при 60°C щавелевой кислотой (кривые 1 и 1*) и среднетемпературным препаратом амилан ДСР (кривые 2 и 2*) в результате опаливания полотна (соответственно 1* и 2*). Как видно, превращения в поверхностном слое крахмальной пленки различным образом проявляются в изменении хода начальных участков кинетических кривых (до 5 мин).

При использовании кислого катализатора скорость расшлихтовки возрастает в 1,7 раза, а в присутствии биокатализатора для опаленной ткани наблюдается пятнадцатикратное замедление процесса. Как известно [7], избирательность проявления активности ферментов в отношении определенного вида субстрата обусловлена соблюдением необходимого условия для совершения акта каталитического воздействия – комплементарности. Под этим термином понимается совпадение строения активного центра глобулы фермента и участвующих во взаимодействии участков макромолекулы субстрата. Изменение химического состава крахмальных веществ приводит к нарушению этого обязательного требования. При этом деструктированный поверхностный слой препятствует проникновению ферментов в глубь пленки шликты.

Вместе с тем затрудняется набухание внутренних слоев пленки, поскольку она спекается, обезвоживается и уплотняется. Это отражается, в частности, в одинаковых изменениях хода второго участка кинетических кривых. Причем наблюдаемое замедление в случае ферментного препарата амилан ДСР оценивается в 1,3 раза, а для

щавелевой кислоты – в 1,35 раза. Близкие значения отклонений свидетельствуют о единстве определяющей их причины.

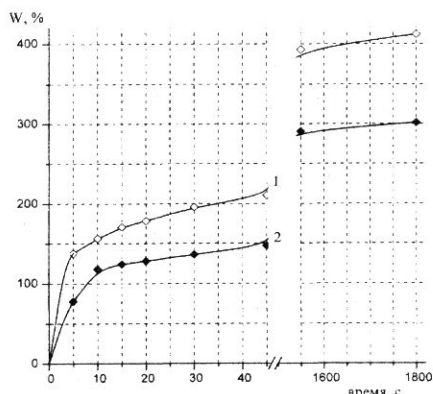


Рис. 3

Снижение доступности опаленной шлихты для реагентов оценено нами по скорости поглощения дистиллированной воды при 25°C крахмальными пленками. На рис. 3 проиллюстрирована динамика влагопоглощения $W, \%$ пленками крахмала в исходном воздушно-сухом состоянии (кривая 1) и после кратковременной ее обработки в пламени горелки (кривая 2).

Как видно, сорбция влаги опаленной пленки значительно уступает соответствующим значениям для образца, не подвергнутого термической обработке. Вдвое медленнее происходит начальное заполнение водой доступного порового пространства. При увеличении продолжительности выдержки образцов в дистиллированной воде до 30 мин различия в поглотительной способности исходных и опаленных пленок неуклонно возрастают, что подтверждает предположения о повышении плотности упаковки макромолекул крахмала в результате обезвоживания шлихты при опаливании суровых тканей.

ВЫВОДЫ

1. Доказано, что в одинаковых условиях обработки ферментными препаратами степень удаления крахмальной шлихты с суровой ткани, не подвергнутой опаливанию, в 2,3...3,1 раза выше уровня расшлихтовки опаленного полотна. Несмотря на подбор оптимального соотношения декстриноген-

ной и осахаривающей способности биопрепаратов для максимальной скорости деструкции полимеров крахмала, степень его десорбции с опаленной ткани в модельном эксперименте не превышает 40 %.

2. Изменение цветовых характеристик ошлихтованных нитей под влиянием пламени в газоопальной машине и начальное торможение на кинетических кривых энзимной расшлихтовки свидетельствуют о протекании химических превращений в поверхностном слое крахмальной пленки.

3. Замедление поглощения влаги опаленными крахмальными пленками в 1,4 раза и кинетики удаления полисахарида с ткани растворами ферментного препарата в 1,3 раза или щавелевой кислоты в 1,4 раза подтверждают снижение доступности внутренних слоев шлихты в результате ее обезвоживания, спекания и уплотнения при кратковременном воздействии пламени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. Смирнова О.К. // Текстильная промышленность. – 2001, №3. С.33...36.
3. Отделка хлопчатобумажных тканей. – В 2-х ч. Ч.1. Технология и ассортимент хлопчатобумажных тканей: Справочник/Под ред. Б.Н. Мельникова. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
4. Чешкова А.В. и др. // Текстильная промышленность. – 1999, №1. С.13...16.
5. Сафонов В.В. и др. // Биотехнология. – 1991, №2. С.61...64.
6. Кокшаров С.А. и др. // Текстильная химия. – 2000, №1(17). С. 78...88.
7. Клесов А.А. Ферментативный катализ. Часть II. – М.: Изд. МГУ, 1984. С. 8, 124.
8. Кокшаров С.А., Куликова И.В., Алеева С.В. Серия ферментных препаратов амилотического действия для биомодификации крахмала и его удаления // Информационный листок, №10-006-01. – Иваново, ЦНТИ, 2001.
9. Алеева С.В., Кокшаров С.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 6. С.5...69.
10. Рухлядьева П.П., Польшалина Г.В. Методы определения гидролитических ферментов. – М.: Легпищепром, 1981.

Рекомендована заседанием ученого совета. Поступила 18.03.03.