

ЭКОТЕХНОЛОГИИ БЕЛЕНИЯ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ*

А.В. ЧЕШКОВА, А.П. КУЗЬМИН, И.Л. ПИСКАРЕВА

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

Текстильная промышленность по объему сбрасываемых загрязнений сточных вод занимает 8...9-е место после энергетического комплекса. Так, например, известно, что при подготовке целлюлозосодержащих тканей формируется более 50% всех стоков текстильных фабрик. Содержание поверхностно-активных веществ в сточных водах ряда предприятий превышает ПДК в 100...200 раз. Особо опасными для экологии являются широко применяемые технологические приемы подготовки (белиния) льняных и льносодержащих текстильных материалов, основанные на использовании хлорсодержащих реагентов. Современные международные экостандарты предусматривают исключение таких обработок.

Целью работ, проводимых на кафедре ХТВМ, является разработка энерго- и ресурсосберегающих технологических ре-

жимов облагораживания текстильных материалов, где биотехнология заменяет экологически небезопасные классические химические методы воздействия [1...5].

Особый интерес биохимические технологии представляют для обработки льняных материалов, ассортимент которых постоянно расширяется. Льняные жаккардовые ткани, полульняные простынные полотна и котонинсодержащие смесовые материалы составляют важную статью экспорта России. Известно, что из-за высокого содержания сопутствующих примесей и особенности морфологического строения процесс белиния льняных материалов на российских текстильных предприятиях является многостадийным и длительным. Это приводит к значительному удорожанию продукции, высокому расходу химических реактивов, необходимости многоступенчатой очистки сточных вод.

Т а б л и ц а 1

Стадия обработки	Потеря массы, %	Белизна, %	Разрывная нагрузка, Н	Капиллярность, мм
Стланцевая ровница				
Без обработки	-	15,9	23,0	30
Биомодификация пектиназами	6,74	16,0	25,2	150
Беление 1	7,85	45,6...54,5	45,4	160
Беление 2	3,54	73,6	44,4	180
	18,1(сумма)			
Моченцовая ровница				
Без обработки	-	18,9	34,6	20
Биомодификация пектиназами	3,53	20,6	27,5	110
Беление 1	6,82	54,5...66,8	27,0	160
Беление 2	1,95	75,5	18,0	170
	12,3(сумма)			

*Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Минобразования РФ Т-02-10.2-1984 и научно-технической программы "Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники 202.09.02.021".

Таблица 2

Стадия обработки	Вязкость, ед	Расщепленность, номер	Длина волокон, мм	Тонина моноволокна, мкм	Содержание примесей, %	Суммарная степень удаления примесей, %
Стланцевая ровница						
Без обработки	2,52	229	238	10,8	28,4	-
Биомодификация пектиназами	2,03	301	231	10,16	24,2	14,85
Беление 1	1,50	315	205	8,6	17,4	38,4
Беление 2	1,34	325	154	8,2	4,7	83,28
Моченцовая ровница						
Без обработки	2,39	141	242	10,8	18,4	-
Биомодификация пектиназами	2,26	153	224	9,4	9,0	51,5
Беление 1	1,87	177	190	7,7	4,8	74,4
Беление 2	1,69	233	158	7,3	3,5	81,6

Таблица 3

Длительность ферментативной обработки, мин	Белизна, %	Капиллярность, мм	Устойчивость к истиранию, циклы	Разрывная нагрузка, Н	Тонина волокон, мкм
-	50,5	30			13,4
1	54,1	100	6921	660	13,4
15	56,0	100	7065	560	13,4
60	58,4	100	8532	580	13,2
180	57,2	95	8614	530	12,2

Нами показано, что обработка ферментами пектолитической активности способствует эффективному удалению нецеллюлозных примесей на последующих стадиях пероксидного беления (табл. 1...3).

В табл. 1 показаны технические результаты подготовки по стадиям стланцевой и моченцовой льняной ровницы; в табл. 2 – влияние ферментативной обработки и пероксидного беления на степень очистки льняного волокна от примесей и повреждение целлюлозы; в табл. 3 – влияние

длительности ферментативной модификации композицией гидролитических ферментов на технические свойства льняной ткани (арт. 576).

Принцип освобождения волокна от лигнина при использовании пектиназ основан на нарушении связей межклеточного вещества, содержащего клейкие компоненты (пектины, гемицеллюлозы) и структурообразующий лигнин (рис.1, 2).

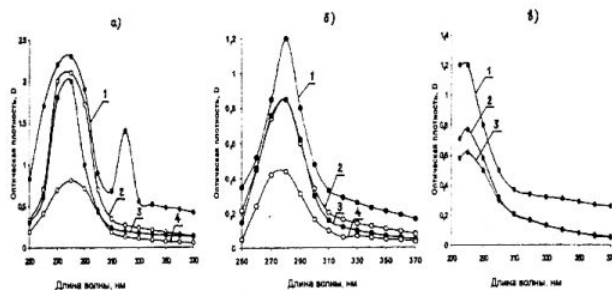


Рис. 1

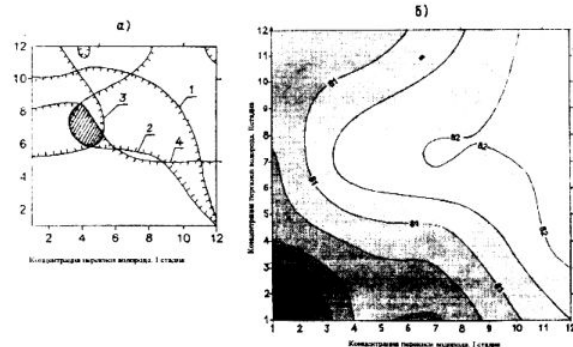


Рис. 2

Рис. 1 – УФ-спектры диоксановых экстрактов лигнина льняного волокна: а – стланцевая ровница; б – моченцовая ровница; в – отбеленная льняная ткань; а-б: 1 – суровая ровница; 2 – биообработанная пектиназами; 3 – отбеленная ровница (пероксидное беление I стадия), 4 – как в 3 (II стадия); рис. 2-а – оптимизация концентрации пероксида водорода в белящем составе: уровни качества ткани: 1 – разрывная нагрузка более 7,2 Н/нить; 2 – белизна более 80%; 3 – капиллярность более 120 мм; 4 – устойчивость к истиранию более 900 циклов; общая щелочность раствора 4,5 г/л; рис. 2-б – оптимизация концентрации пероксида водорода в белящем растворе (степень белизны 78...82%).

Эффект делигнификации льноволокна в процессе ферментативной обработки ферментами наглядно иллюстрируют УФ-спектры поглощения диоксановых экстрактов лигнина льна. Можно видеть, что в процессе ферментативного гидролиза при участии пектиназ происходит снижение концентрации лигнина в исследуемом субстрате. Наблюдается не только уменьшение интенсивности поглощения при 280 нм, соответствующее поглощению

группировок ароматической природы, но и снижение характеристического максимума при 320 нм, соответствующего поглощению хромофорной системы соединения. Следовательно, лигнин в процессе модификации льняного волокна претерпевает существенные изменения.

Наилучшие результаты по делигнификации получены при использовании мультиэнзимных композиций МЭК, амилоризина – высокой осаживающей и ксиланазной активности, амилазы – аквазима, пектофоептидина П10Х – фермента пектолитической и пектинэстеразной активности и препарата фирмы Novozame (Дания), вискозим (скоурзим)

Проведенные исследовательские и прикладные работы показали возможность белиния льняных материалов по технологиям, исключаяющим гипохлоритные обработки.

Методами математической сплайн-интерполяции оптимизированы концентрационно-временные параметры процесса ферментативной обработки и последующего двухстадийного пероксидного белиния (табл.4...6; рис. 2-а, б).

Таблица 4

Биообработка, мин	Белизна, %	Капиллярность, мм	Разрывная нагрузка на одну нить, Н	Вязкость медно-аммиачных растворов, ед
-	58,5/75,6*/ 77,4 **	30/ 70 /120	6,28	1,79
10	64,5/77,8 / 80,8	60/75/ 120	4,95	1,61
30	65,5/78,7 / 81,3	60/ 90/ 125	4,72	1,65
60	66,2/78,7 / 81,8	60/ 90/ 137	5,73	1,64
180	65,8/79,2 / 81,9	60/ 95/ 129	5,61	1,60
Гипохлоритно-пероксидное белиние (5 стадий). Действующий способ				
Расшлихтовка щавелевой кислотой	-/- 83,3	-/- 115	5,88	1,45

Примечание. * – результаты после белиния, I стадия; ** – II стадия. Полупроизводственные испытания: ферментативная обработка – в лабораторных условиях, пероксидное белиние – на линии ЛЖО (Гаврилов-Ямский льнокомбинат).

Таблица 5

Аппаратурное оформление процесса	Артикул ткани	Белизна, %	Капиллярность, мм	Разрывная нагрузка, Н	Разрывная нагрузка на одну нить, Н	Мягкость, %
Бенингер	лен 576	83,7	140	590	8,1	37
	полулен 550	80,8	115	225	2,0	33
ЛЖО-1Л	лен 576	80,9	125	480	6,1	33
	полулен 550	82,8	85	221	2,1	44
ВК-3	лен 576	79,3	125	538-	6,9	25
	полулен 550	80,1	115	280	2,0	51

Таблица 6

Артикул	Белизна, %	Капиллярность, мм	Разрывная нагрузка на одну нить, Н	Удлинение, мм	Мягкость, %	Устойчивость к истиранию, циклы
Суровая ткань						
Лен 458	55,1	20	525	6,8	0	201
п/л 550	55,7	0	308	3,1	23,6	0
Беление по ферментативно-пероксидной технологии, 3 стадии						
Лен 458	79,3	125	538	6,9	9,6	25
п/л 550	83,1	115	380	4,0	13,6	36
Беление по гипохлоритно-пероксидной технологии, 5 стадий						
Лен 458	79,4	110	623	5,5	8,9	16
п/л 550	83,3	115	429	3,9	10,9	30

В табл. 4 показано влияние длительности предварительной ферментативной обработки на технические показатели отбеленной льняной ткани (арт. 576). В табл. 5 представлены качественные показатели льняных и льносодержащих тканей, отбеленных по ферментативно-пероксидной технологии в условиях, моделирующих обработку на оборудовании различного типа. В табл. 6 сведены результаты производственных испытаний в условиях отбельного цеха Гаврилов-Ямского льнокомбината (аппарат ВК-3).

В табл. 5...7 суммированы результаты производственных испытаний принципиально нового сокращенного режима фер-

ментативно-пероксидного беления льняных тканей на перспективном оборудовании обработки расправленным полотном. В технологических режимах подготовки использованы композиционные препараты биотекс и биолен производства АО Ивхимпром.

В результате подготовки льняной ткани арт. 292 ("Льнообъединение им. Зворыкина", г. Кострома) по технологическому режиму ферментативно-пероксидного беления получен текстильный материал, имеющий белизну на уровне 82% и капиллярность 100 мм, что соответствует требованиям стандарта (табл. 7).

Таблица 7

Образец	Белизна, %	Капиллярность, мм	Мягкость, %		Истирание, циклы	Разрывная нагрузка на одну нить, Н		Несминаемость, %	Вязкость, ед
			0	40		614	8,1		
Суровый	64,4	40	0	0	226	614	8,1	19,2*/24,2	1,82
Ходовой	84,8	95	35	40	109	514	6,1	26,3/20,3	0,91
Начало	79,3	100	22	30	130	552	5,9	20,7/23,8	
Середина	81,1	90	29	35	172	605	7,1	20,8/27,5	
Середина	83,2	90	19	27	132	609	6,8	23,8/21,4	
Конец	82,1	100	19	25	175	605	6,6	25,3/21,6	0,98

Примечание. * – в числителе значения для основы, в знаменателе – для утка.

Подготовка по разработанному режиму обеспечивает более высокую сохранность целлюлозы, что подтверждается сравнительно высокими значениями разрывной нагрузки (- на 17% выше, чем по ходовому режиму); вязкости медно-аммиачных растворов, устойчивости к истиранию (на 17...38 % выше, чем по ходовому режиму).

Совместно с экологическими службами города Иванова проведена оценка ха-

рактеристик сточных вод после технологических операций подготовки текстильных материалов, включающих стадию ферментативной обработки. Сравнительный анализ выявил улучшение показателей прозрачности в 2 раза за счет расщепления наиболее объемных крахмалсодержащих загрязнений сточных вод; снижение мутности, содержания взвешенных веществ более чем в 3 раза; щелочности с

pH 8,9 до 8; ХПК с 212 до 105 мг O₂/дм³; БПК с 153 до 65 мг O₂/дм³; содержания ПАВ с 4,8 до 0,04 мг/дм³.

ВЫВОДЫ

1. Оценена степень делигнификации льняного волокна в процессе трехстадийного ферментативно-пероксидного беле-ния. Установлено, что биообработка фер-ментами пектолитической активности по-зволяет повысить эффективность после-дующих операций пероксидного беле-ния и получить льняное волокно и ткань высо-кой степени очистки от сопутствующих примесей.

2. Методом математической сплайн-интерполяции оптимизированы концен-трационно-временные параметры процесса ферментативно-пероксидного беле-ния в три стадии.

3. Представлены результаты производ-ственных испытаний сокращенной техно-логии ферментативно-пероксидного беле-ния, проведено сравнение технических свойств отбеленных полульняных и льня-

ных тканей различного ассортимента с ка-чеством тканей, подготовленных по из-вестной пятистадийной технологии гипо-хлоритно-пероксидного беле-ния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Б.Н., Чешкова А.В., Лебедева В.И. // Текстильная химия. – 1998, №1(13). С.45
2. Чешкова А.В., Надтока И.Б., Мельников Б.Н. Изучение конверсии нецеллюлозных примесей льняного волокна при ферментативном воздействии и перекисном беле-нии // Тез. докл. II Между-нар. научн.-техн. конф.: "Химия". – 1999. С.197.
3. Чешкова А.В., Мельников Б.Н., Кундий С.А. Исследование и разработка биопроцессов для обла-гораживания льна // Тез. докл. II Конгр. РСХТК. – Иваново, 1996. С.28.
4. Надтока И.Б., Чешкова А.В. Беле-ние биокотонина льна для получения материалов медицин-ского назначения // Тез. докл. II Междунар. научн.-техн. конф.: "Химия". – 1999. С.197.
5. Cheshkova A.V., Melnikov B.N. Biochemicals technologies of cottonization and predtreatment of fibrous linen materials // 18 IFATCC Congress. – 1999. P.199.

Рекомендована кафедрой химической техноло-гии волокнистых материалов. Поступила 14.10.03.