

## DEVELOPMENT OF THE MAGNETOCHEMICAL METHOD TO ACTIVATE PROCESSES IN DYEING AND FINISHING TECHNOLOGIES

*S.A.Koksharov*

Relationship between changes in solution properties and chemical composition of an object of magnetization is proved experimentally. Possibility to promote processes of association and aggregation in aqueous electrolyte solutions, solvation in solutions of hydrotropic organic substances, changes in conditions of mass transfer and kinetics of some chemical reactions is shown. These points have made it possible to forecast and realize in practice desired technological effects by introduction of functional additives which can both abolish an influence of random admixtures and change purposefully the state of dyes and finishing agents in solution and on fibers. Results of realization in practice of magnetochemical regulation of dyeing and finishing systems are presented.

УДК 677.826.021:577.16

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Б.Н.Мельников, А.В.Чешкова, В.И.Лебедева*

Изучено влияние ферментных препаратов с различной субстратной активностью на полноту удаления и химические превращения шлихты и примесей целлюлозосодержащих текстильных материалов. На основании полученных результатов разработаны полиферментные композиционные составы многоцелевого действия для использования в отделочном производстве текстильной промышленности. Приведены результаты производственных испытаний новых технологических режимов подготовки целлюлозосодержащих тканей.

Анализ мировой практики разработки и использования биопроцессов обнаруживает постоянный интерес к этой области науки и технологии [1, 2].

На кафедре химической технологии волокнистых материалов ИГХТА в рамках программы «Высокоэффективные технологии развития социальной сферы» проведены комплексные исследования по использованию биокаталитических процессов в технологиях отделочного производства текстильных предприятий. Теоретически и экспериментально обоснован принципиально новый подход к построению технологических процессов с использованием биохимических катализаторов для подготовки текстильных материалов.

На основании изучения скорости и полноты уда-

ления сопутствующих веществ целлюлозы хлопка и льна при воздействии ферментов с различной субстратной активностью и химизма процесса биодеструкции примесей разработан системный подход к выбору ферментных препаратов для создания полиферментных композиций, обеспечивающих наиболее полную очистку текстильных материалов от сопутствующих примесей и искусственно нанесенных загрязнений в процессах подготовки, крашения, промывки, при минимальном повреждении волокна (схема 1). Выбор ферментов осуществлялся с учетом их специфической активности, факторов дезактивации и активации, стабильности систем в условиях обработки текстильного материала [3].

## Биопроцессы в текстильной технологии

ПОДГОТОВКА	СОВМЕЩЕННАЯ РАСПЛИХТОВКА И КРАШЕНИЕ	ПРОМЫВКА ТКАНЕЙ ПОСЛЕ ПЕЧАТИ	ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ЛЬНА
1. биорасшлихтовка 2. биообработка взамен щелочной отварки 3. совмещенное перекисное беление 4. беление пестротканей 5. беление тканей из смеси хлопка, льна, хим. волокон 6. беление тканей из смесовых пряж (хлопок, катонин)			1. катонизация (получение хлопкоподобного волокна) 2. повышение качества длинного и короткого льноволокна 3. биообработка и беление ровницы

## Схема 1

ной активностью, препараты на основе амилаз практически не затрагивают лигнинный компонент примесей и воскообразные вещества. При обработке ткани амилазами не обеспечивается требуемая гидрофильность ткани и капиллярность составляет не более 100 мм, что недостаточно для сорбции волокном белящих реагентов при последующем перекисном белении. Низкотемпературная ферментативная расшлихтовка

Из представленных в табл. 1 и на рис. 1 экспериментальных данных наглядно видна специфика биовоздействия выбранных ферментов на отдельные компоненты примесей ткани и результаты последующего перекисного беления. Так, при обработке амилалитическими препаратами - амилосубтилином, амилоризином, глюкавамоорином - достигается освобождение ткани от шлихты соответственно на 84, 82,2 и 75 %. При обработке композицией ферментов при температуре не более 60 °С, степень удаления шлихты составляет 85-90 %, что на 10-15 % выше, чем при обработке едким натром в условиях запаривания (98-100 °С). Высокая деструктурирующая активность композиции ферментов по отношению к крахмалу шлихты обеспечивается множественностью «атак» на субстрат [3] (рис. 1, схема а). Обладая высокой декстриноген-

амилолитическими ферментами не может полностью заменить операцию щелочной отварки при подготовке хлопчатобумажных тканей повышенной плотности и высокой засоренности [4, 5].

Микробиологической промышленностью, на данный момент, недостаточно широко освоено производство технических продуктов, способных деструктурировать воски и лигнин, использование которых не приводило бы к удорожанию себестоимости продукции. Наиболее приемлемыми для нужд текстильной промышленности могут служить липазы микроорганизмов *Mucor pusillos*, *Aspergillus niger* и окислительно-восстановительные ферменты базидиомицетов *Coriolus hirsutus* и *Coriolus poliporizae* [6].

Обработка ткани липазой приводит к повышению водопоглощения текстильных материалов, и

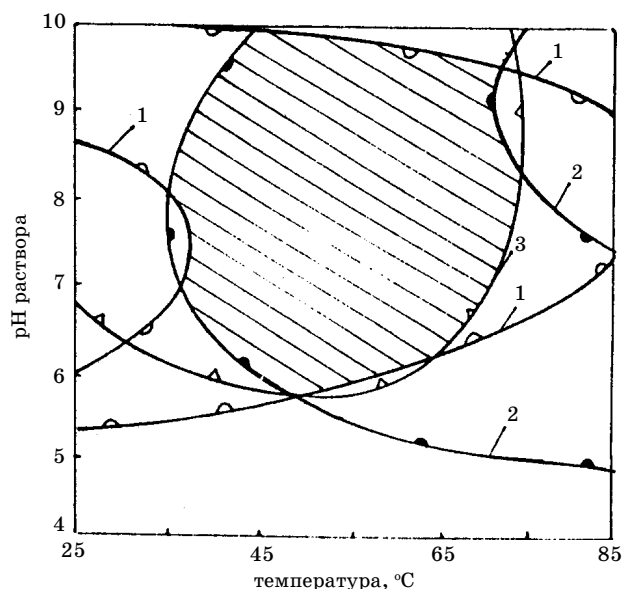
Таблица 1

## Влияние природы фермента на качество расшлихтовки и беления хлопчатобумажной ткани

Биопрепарат	Степень удаления, %				Капиллярность, мм *	Белизна, %	Уд. вязкость
	шлихты	лигнин	пектиновых веществ	примесей			
Амилосубтилин	84,0	0	-	20,1/55,3	115/130	81,2	1,8
Амилоризин	82,2	0	-	19,8/55,1	100/125	80,3	1,85
Глюкаваморин	75,0	0	64,1	15,4/49,4	80/100	81,1	1,72
Пектофоегидин	31,9	0	65,5	13,1/35,0	60/110	77,3	1,85
Липаза	71,0	0	50,5	15,0/40,5	120/150	79,3	1,79
Пероксидаза	50,5	41,3	-	22,1/58,1	60/120	80,4	1,65
Полифенолоксидаза	53,0	58,9	-	20,3/50,0	60/110	80,0	1,72
Оксидоредуктаза	37,8	16,0	-	15,3/45,5	55/110	78,7	1,68
Композиция ферментов	90,0	20	-	29,8/68,0	120/130	80,4	1,59
Едкий натр	69,0	44	63,8	47/45	145/150	82,0	1,52

\* В числителе дроби - капиллярность и степень удаления сопутствующих веществ после расшлихтовки, в знаменателе - после беления.





**Рис. 2.** Зависимость качественных показателей ткани от условий биобработки:

- 1 - степень удаления шлихты более 70 %;
- 2 - капиллярность более 140 мм;
- 3 - степень удаления сопутствующих веществ более 50 %

производстве показали, что наряду с высокой степенью расшлихтовки с их помощью обеспечивается удаление до 70 % воскообразных веществ за 25-30 мин обработки при 45-55 °C. Высокая степень очистки ткани в условиях биобработки позволяет полностью исключить энергоемкую стадию щелочной отварки из технологического процесса подготовки хлопчатобумажных тканей и при последующем перекисном белении получить полностью отбеленные ткани с белизной более 80 %, капиллярностью 140-160 мм. После всего цикла беления удельная вязкость медноаммиачных растворов целлюлозы сохраняется на высоком уровне.

Совместно с АО «Ивхимпром» организован выпуск в промышленных условиях биопрепаратов Биотекс П и Биотекс Ж, включающих ферменты, стабилизаторы и ПАВ. Выработаны рекомендации для использования их на различных этапах подготовки широкого ассортимента хлопчатобумажных тканей и тканей из смеси хлопковых и химических волокон.

Биотехнология подготовки хлопчатобумажных тканей прошла производственную проверку на текстильных предприятиях г. Иванова (АО НИМ, АООТ «Самойловский комбинат»). Обработка

ткани осуществлялась на серийном оборудовании непрерывного действия как в жгуте (линия ЛЖО-2), так и расплавленным полотном (линия ЛОБ-180) (рис.3, схема а, б).

Особенность тканей из смеси хлопка и химических волокон, которую необходимо учитывать при отделке, состоит в их пониженной устойчивости к высокотемпературному воздействию щелочных и перекисных растворов. Обработка популярного ассортимента тканей из смеси хлопка и полиэфирного волокна или сиблона (высокомодульного волокна) по технологическим режимам, предусматривающим использование щелочных сред при высокой температуре, что требуется для подготовки хлопковой составляющей, может приводить к образованию устойчивых деформаций ткани в виде «заломов» и «заминов». «Щадящая» биобработка является одним из возможных путей решения этих проблем.

Выявлена область оптимальных концентраций гидроксида натрия и перекиси водорода, обеспечивающих при совместном использовании с ферментными препаратами класса гидролаз необходимые показатели: белизна - 80 %, капиллярность - 120-160 мм и степень расшлихтовки - 80-90 %. Как видно из рис. 4, оптимальная щелочность ферментно-перекисного раствора составляет 1-1,3 г/л [8]. Это вдвое ниже, чем при существующих режимах одностадийного беления тканей.

Определены оптимальные технологические параметры совмещенного процесса биорасшлихтовки и беления для широкого ассортимента смесовых тканей новых структур с целью реализации биотехнологических режимов на действующем оборудовании: линии ЛРБ-140 и ПАЖ-180. Биотехнология беления хлопкосиблоновых тканей и вискозных штапельных тканей прошла производственные испытания в условиях ХБК им. Самойлова. Результаты испытаний приведены в табл.2.

Разработанные биотехнологические режимы

**Рис. 3.** Схемы технологических режимов подготовки хлопчатобумажных тканей по традиционному режиму (а), по режиму, включающему биобработку (б, в)

**а) для хлопчатобумажных тканей**

Расшлихтовка	Щелочная отварка 98-100 °C, 30-60 мин	Перекисное беление
--------------	--	--------------------

**б) для хлопчатобумажных тканей и тканей с включением химических волокон**

Биобработка 40-60 °C, 30-60 мин	Перекисное беление
------------------------------------	--------------------

**в) для тканей из смеси волокон и вискозных штапельных тканей**

Совмещенная биобработка и перекисное беление, 50-98 °C
--

Таблица 2

Качественные показатели тканей, отбеленных по одностадийному режиму биорасшлихтовки и беления в условиях производства

Ткань, арт.	Температура, °С	Время, мин.	Белизна, %	Капиллярность, мм	Степень удаления шлихты, %
Миткаль, 46	100	30	70	135	95-100
<u>Хлопколавсановые ткани</u>					
«Рубин» 1338	100	30	79,2	160	85
Сорочечная Р-122	100	30	76	130	91
62008	100	30	78	115	92
<u>Хлопкосиблоновые ткани</u>					
Поляна, 1555	100	30	77	110	95
Сатин, 629	100	30	79,6	180	97
<u>Вискозные ткани</u>					
Лира	100	10	77	140	78
	50	30	76	170	78
72110	100	10	82,4	135-180	96
	50	30	80	126	98

производстве, как показала практика, позволяет решить и ряд экологических проблем за счет снижения тепловыделения, сокращения щелочных стоков, улучшения условий труда работающих.

Особенно актуальным на данный момент считается усовершенствование технологических режимов облагораживания льняных тканей с целью снижения себестоимости их производства, улучшения качества продукции, повышения экологичности процессов за счет исключения гипохлоритных обработок.

Учитывая особенности структуры и свойств льняных волокон выбраны ферментативные препараты отечественного производства, способные модифицировать пектиновые вещества, облегчить их удаление в процессе подготовки.

Разработана серия препаратов на основе ферментов различной субстратной активности, включающих пектиназы и амилазы, стабилизаторы и ПАВ, для очистки льна от нецеллюлозных примесей на различных этапах подготовки. Разработанные биокомпозиционные системы обладают высокой моющей (90-92 %), шлихторазрушающей (50-85 %) способностью при степени очистки льна от пектиновых и белковых веществ на уровне 25-80 %, воскообразных веществ - до 30 %.

Оценена возможность применения биообработки в технологиях облагораживания льняной и полульняной ровницы [9]. Ферментативно обработанная ровница по степени освобождения от нецеллюлозных примесей не уступает ровнице, подвергнутой обработке химическими реагентами. За счет гидролитической деструкции пектиновых веществ, разрушения пектин-лигнинного комплекса, модификации структуры комплексных льноволокна обеспечивается более высокая мацерирующая способность волокон. Биообработанная ровница отличается гибкостью и эластичностью. После окислительной варки ровница имеет требуемую белизну, капиллярность, удовлетворительную прочность. Сравнительные результаты беления льняной ровницы с предварительной биообработкой приведены в табл.3.

Рекомендованы технологические режимы с включением биообработки для получения ровницы «цвета серого льна». Предварительная биообработка позволяет вдвое снизить концентрацию щелочного реагента в варочном растворе. При этом достигается качество ровницы на уровне отварки

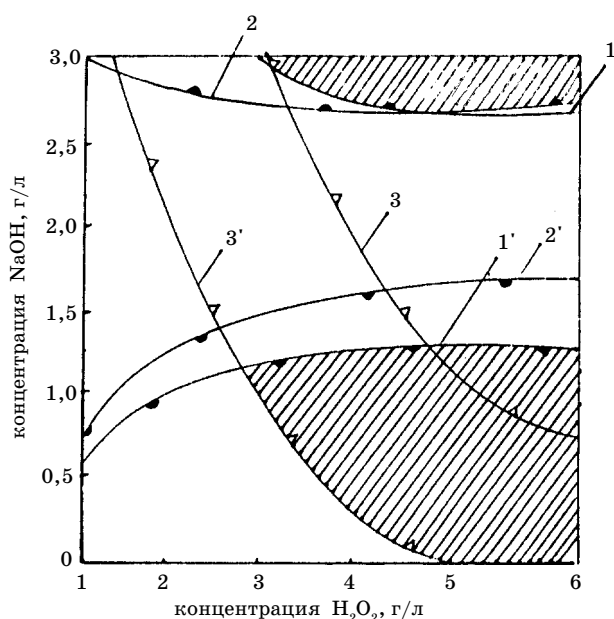


Рис. 4. Область оптимальных концентраций едкого натра и перекиси водорода для совмещенного процесса биообработки и беления:

- 1 - 1' - степень удаления шлихты более 75 %;
- 2 - 2' - капиллярность 120-160 мм;
- 3 - 3' - белизна 78-80 %

подготовки тканей из смеси хлопка и химических волокон позволяют наряду с получением необходимых показателей белизны и капиллярности придать тканям мягкий шелковистый гриф, драпируемость, повысить их прочностные характеристики, при сокращении длительности процесса, температуры обработки, снижении расхода химматериалов, технологической воды и пара (рис.3, схема в).

Использование биотехнологических режимов в

**Качественные показатели льняного волокна в ровнице после предварительной очистки и окислительной варки (по данным производственных испытаний, Яковлевский льнокомбинат)**

Предварительная обработка			Окислительная варка		
Вид обработки	Потеря массы, %	Гибкость, мм	Капиллярность, мм	Белизна, %	Потеря прочности, %
1. Кислование	11	30-35	60/100	69,7	12,3
2. Обработка бикарбонатом натрия	18	45-55	120/140	74,3	19,7
3. Биообработка	10	50-60	100/135	74,5	10,1

**Результаты ферментативной обработки и последующего беления льняного жаккардового полотна, арт. 125 (по результатам производственных испытаний, Гаврилов-Ямский льнокомбинат)**

Способ расшлихтовки	Расшлихтовка			Беление	
	Степень удаления шлихты, %	Капиллярность, мм	Разрывная нагрузка, Н	Белизна, %	Прочность на истирание, число циклов, тыс.
1. На воде, 1-2 ч	30-39	30/155	455	81,9-82	7,4
2. Щавелевой кислотой, 1,5 ч	41-50	45/130	450	83	7,05
3. Гипохлоритом натрия, 1-1,5 ч	45	55/145	445	84,5	6,03
4. Биотексом, 30-45 мин	75-80	85/165	460	82,9-85	7,35

**Рис. 5. Схемы технологических режимов подготовки льняных тканей**

**а) традиционный**

Расшлихтовка водой, 60-90 мин, гипохлоритом натрия или щавелевой кислотой	Перекисное беление	Гипохлоритное беление	Перекисное беление	Кислование
---	--------------------	-----------------------	--------------------	------------

**б) включающий биообработку**

Биообработка, 30-45 мин	Гипохлоритное беление	Перекисное беление	Кислование
-------------------------	-----------------------	--------------------	------------

**в) включающий биообработку для тканей с цветными просновками**

Биообработка, 30-45 мин	Перекисное беление	Перекисное беление	Кислование
-------------------------	--------------------	--------------------	------------

по классическому режиму.

Показана целесообразность применения низкотемпературной биообработки для расшлихтовки взамен щелочных, кислотных или гипохлоритных обработок льняных жаккардовых полотен, полуньяных тканей и тканей из смеси льна и химических волокон. Созданы схемы возможной модернизации технологических процессов их подготовки на основе принципов снижения энерго- и мате-

риалоемкости процесса, экологичности, рентабельности. Обработка полуньяных и льняных тканей по непрерывному способу на линиях типа «Текстима», ЛЖО-1Л, «Кляйн-веферс» или полунепрерывных типа ВК-3 по технологии, включающей биообработку перед перекисным или гипохлоритно-перекисным белением, позволяет получить отбеленную ткань, отличающуюся повышенной белизной, гигроскопичностью, устойчивостью на истирание, более высокой драпируемостью, мягким грифом.

На Гаврилов-Ямском льнокомбинате проведены производственные испытания беления льняных и полуньяных тканей широкого ассортимента с использованием биорасшлихтовки препаратом Биотекс П. Получены положительные отзывы производителей. Отмечено высокое качество отбеленных тканей (табл.4), а также повышение колористических и физико-механических показателей этих тканей после крашения. Новые технологические режимы позволят улучшить условия работы за счет замены гипохлоритных обработок на биообработку и сократить стадиюность процесса подготовки, расход пара и технологической воды (рис.5, схемы а-в).

Новым направлением использования биопроцес-

сов является котонизация короткого льняного волокна. При получении длинного льняного волокна на отечественных заводах первичной обработки выделяется 60-75 % короткого волокна, которое используется лишь на 30 % для производства материалов технического назначения. Это низкосортное волокно является по своей природе ценным натуральным сырьем.

В последнее время активизировались работы по

использованию короткого льняного волокна для выработки пряжи на основе котонина на хлопкопрядильном оборудовании в смеси с хлопковым или химическими волокнами. Процесс подготовки льна осуществляют по технологиям механического штапельирования или высокотемпературной механо-химической обработки.

Нами предложен новый подход к процессу облагораживания короткого льноволокна путем комбинирования процессов биомодификации и механической обработки. Котонизирующий эффект достигается за счет «мягкого», низкотемпературного ферментного расщепления веществ, соединяющих лубную ткань, кожицу и колленхиму (костру) и частично пектинов, склеивающих элементарные волокна внутри пучков при сохранении требуемой прочности волокна и длины не менее 30 мм [10].

Совместно с АО «Ниипетронить» и НИЭКМИ оценена возможность использования биомодифицированного льноволокна в прядении в смеси с хлопком. На базе АО «Меланж» наработаны образ-

цы хлопкольнай пряжи № 20-50 прочностью 11-14 гс/текс, а также образцы тканей бязевого ассортимента при содержании биомодифицированного льноволокна в смеси от 8 до 20%.

Предварительный технико-экономический расчет показал, что затраты на переработку низкономерного короткого льняного волокна с учетом стоимости исходного сырья и себестоимости биомодификатора значительно ниже рыночной стоимости хлопкового волокна. Использование биомодифицированного льноволокна в пряже приводит к удешевлению производимой хлопкольнай ткани в 1,5-2 раза при сохранении качества ГОСТ.

В настоящее время на кафедре проводятся исследования по использованию ферментативных катализаторов в процессах крашения и промывки тканей после печати [11, 12]. Получены положительные результаты, формируется банк данных по этим тематикам для представления в научно-технические программы и апробации технических решений в отделочном производстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Самдани Г., Моор С., Онри Д. / Ферменты из природы на завод // Химические технологии, 1994, № 1, с. 28-30.
2. Biotechnologie in tetilen prozessen // Textiltechnik, 1986, BD 94 № 12. - P. 696-697.
3. Мельников Б.Н., Чешкова А.В., Лебедева В.И. / Использование биопроцессов в текстильной технологии // Вестник СПбУТиД, 1997, с. 194-209.
4. Чешкова А.В., Лебедева В.И., Мельников Б.Н. / Исследование деструкции воскообразных веществ хлопка под действием ферментов // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология, т. 38, вып. 4-5, 1995. - С. 91-93.
5. Филлипович П.Ю. Основы биохимии. М.: Высшая школа, 1993, с. 65.
6. Чешкова А.В., Лебедева В.И., Мельников Б.Н. / Деструкция лигнина хлопка и льна ферментами / Текстильная химия ИХНР РАН, 1993, № 1(3), с. 70-75.
7. Tien M., Kirk T. / Lignin-degrading enzyme. - Sciece, 1983. - Vol. 221. № 4611.
8. Лебедева В.И., Чешкова А.В., Мельников Б.Н. и др. / Использование биопроцессов при отделке тканей из смеси хлопка и химических волокон. - Химические волокна. № 4, 1996. - С. 52-54.
9. Низкотемпературная биохимическая обработка льняной ровницы. / Чешкова А.В., Кундий С.А., Лебедева В.И., Мельников Б.Н. / Текстильная химия № 2(9), 1996. - С. 63-67.
10. Особенности котонизации льняных волокон ферментами. / Чешкова А.В., Мельников Б.Н., Гордеев В.Е. // Тез. докл. II Межд. конф. Химия, 1997. С. 107-108.
11. Использование ферментов при промывке тканей после печати. / Чешкова А.В., Лебедева В.И., Шибашова С.Ю. // Тез. докл. II Межд. конф. Химия, 1997. - С. 130.
12. Лебедева В.И., Чешкова А.В., Степанян В.И., Мельников Б.Н. / Одностадийный способ биорасшлихтовки и крашения тканей // Тез. докл. Межд. конф. Прогресс, 1996. - С. 96.

*Ивановский государственный  
химико-технологический университет,  
г. Иваново*

Получено 25.11.97 г.