

## ТЕКСТИЛЬНАЯ ХИМИЯ НА РУБЕЖЕ 20 И 21 ВЕКОВ

*Б.Н. МЕЛЬНИКОВ*

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

На разных этапах развития химико-текстильных производств в целях достижения все более совершенных результатов отделки текстильных материалов, улучшения их качества, неуклонного повышения инженерного уровня техники и технологии отделочных предприятий использовались самые разнообразные приемы химического и физико-химического воздействия на систему волокно – раствор красителя или какого-то другого реагента.

Наиболее примечательными приемами создания химико-текстильных производств принципиально нового типа, интерес к ко-

торым в той или иной степени проявился во всех текстильных регионах мира, явились многочисленные попытки уйти от традиционно используемой водной среды для проведения химико-текстильных процессов к неводным средам: среде жидкого аммиака или органических растворителей. Это позволило разработать самые разнообразные технологии подготовки, крашения, печатания и заключительной отделки текстильных материалов в замкнутом цикле с полной рекуперацией растворителя и практически без сброса отработанных стоков в окружающую среду [1].

### **Жидкий аммиак в химико-текстильных процессах**

На стыке 70-80-х гг. 20-го века эта идея наиболее ярко реализовалась в огромном количестве исследований фундаментального и прикладного характера по воздействию жидкого аммиака как на волокнистые материалы, так и на красители и другие реагенты, применяемые при их обработке. Было показано, что перестройка тонкой структуры волокон под действием жидкого аммиака приводит к изменению содержания в них кристаллических и аморфных образований, что, в свою очередь, благоприятно влияет на пористость

волокон, их удельную внутреннюю поверхность и другие факторы, определяющие эксплуатационные характеристики волокнистых материалов и обуславливающие их активность в последующих процессах крашения, печатания и заключительной отделки.

В табл. 1 представлены параметры надмолекулярной структуры и сорбционные свойства волокон отваренной хлопчатобумажной ткани, достигаемые при обработке ее жидким аммиаком в сравнении с классической мерсеризацией [2].

Таблица 1

Показатель	Условия обработки ткани		
	исходная, до обработки	раствор NaOH (20 %) при 20°C в течение 20 с	жидкий аммиак в течение 2 с
Степень кристалличности, %	71,9	68,9	49,5
Содержание целлюлозы I в кристаллитах, %	100	80,0	2,4
Угол разориентации кристаллитов, град	29,6	26,8	20,6
Баритовое число, %	100	135	243
Сорбция йода, мг/г	34,3	44,8	143,8
Интегральная теплота набухания, Дж/г	42,6	47,0	82,3
Разрывная нагрузка*, Н	440/318	478/338	492/345
Бытовая усадка*, %	3,3/4,4	1,5/1,7	1,0/1,2

Примечание. \* В числителе – основа; в знаменателе – уток.

Совместно с ИвНИТИ, НИЭКМИ и другими отраслевыми институтами на базе проведенных исследований были созданы принципиально новые технологии обработки текстильных материалов, характеризующиеся чрезвычайно высокой скоростью протекания химических процессов, малой операционностью технологий, возможностью объединения процессов подго-

товки, крашения и заключительной отделки в одном технологическом цикле [1].

Вследствие целого ряда технических, экономических и организационных трудностей у нас в стране эти технологии до сих пор не реализованы. Хотя за рубежом некоторые из разработанных процессов успешно используются в практике отделки тканей.

### Роль органических растворителей в химико-текстильных технологиях

Другим очень популярным примером построения технологии обработки текстильных материалов в неводной среде является использование органических растворителей. Из огромного числа растворителей, рекомендовавшихся в те времена в патентной и научно-технической литературе, наибольшее внимание выпало на долю перхлорэтилена. Это связано с тем, что в отличие от многих других растворителей перхлорэтилен является сравнительно недорогим, малотоксичным и негорючим продуктом с хорошей способностью к регенерации.

Многочисленные примеры описания воздействия этого и других органических растворителей на волокнистые материалы и красители, а также наиболее оригинальные варианты построения неводной технологии в химико-текстильных производствах приведены в монографии [1].

Одним из основных факторов, определяющих эффективность непрерывных способов крашения тканей и качество получаемых окрасок, является скорость перераспределения красителей с поверхности в глубь волокна в условиях фиксирующей

обработки. Особое значение приобретает этот фактор при крашении и печатании тканей из смеси синтетических и природных волокон, резко различающихся по своим свойствам. При выборе универсального способа фиксации красителей на гидрофобных и гидрофильных волокнистых материалах необходимо учитывать, что достаточно полную фиксацию можно достичь лишь в случае эффективной и в то же время обратимой пластификации обоих видов волокон в условиях фиксирующей обработки.

Наиболее полно и результативно этот принцип реализуется в азеотропной технологии крашения смешанных тканей, которая основана на использовании в качестве фиксирующей среды паров азеотропных смесей органических растворителей и воды. Преимущество использования таких двухкомпонентных сред связано с тем, что они одновременно благотворно воздействуют на структуру и гидрофобных (за счет паров растворителя), и гидрофильных (за счет паров воды) волокон.

Совместно с учеными ИХР РАН, который в 80-х гг. образовался на базе ИГХТУ,

и рядом других отраслевых НИИ были проведены широкие исследования по теоретическому обоснованию и разработке технологии и аппаратуры с целью фиксации в волокне красителей различных классов при обработке текстильных материалов из смеси природных и синтетических волокон в парах азеотропных смесей органических растворителей и воды. На основе чего были созданы различные варианты технологии крашения и печатания.

Преимущества использования азеотропных смесей в сравнении с другими способами фиксации красителей в волокне при печатании тканей из смеси гидрофильных и гидрофобных волокон четко проявляются хотя бы в том, что процесс полностью завершается за 60 с против 30

мин при фиксировании в среде насыщенного водяного пара при одной и той же температуре 100°C. Более подробно теоретические аспекты и различные варианты азеотропной технологии крашения и печатания текстильных материалов описаны в монографии [3].

Результаты исследований были доведены до создания совместно с НИЭКМИ и ИвНИТИ принципиально нового образца оборудования для фиксации красителей в волокне в парах органических растворителей и воды – зрельника ЗЗУ-4/260. К сожалению, по ряду причин (в первую очередь, финансового характера) массового внедрения этой технологии и аппаратуры в производство до сих пор не произошло.

### **Текстильные вспомогательные вещества как средство совершенствования химико-текстильных технологий**

Несмотря на временный неуспех использования неводных технологий в производстве, они послужили как бы отправным моментом для усиленного и повсеместного проявления на рубеже 20-21 вв. интереса к созданию и применению современных ТВВ и различных каталитических систем практически во всех химико-текстильных технологиях. Это обусловлено тем, что эффект действия практически всех ТВВ так же, как и органических растворителей, основывается на активной реализации принципа эффективной сольватации функциональных групп волокнообразующих полимеров и красителей на тех стадиях обработки текстильных материалов, когда эффект сольватации обеспечивает наибольший успех протекания того или иного технологического процесса.

Направленное изменение прохождения сольватационных процессов в системе волокно – краситель, обусловленное рациональным выбором ТВВ, наиболее подходящего для данной системы, позволяет добиться положительного эффекта одновременно как в части окрашиваемости волокна, так и в достижении при этом высокой равномерности окраски.

В настоящее время всеобъемлющие исследования, направленные на непрерывное улучшение свойств и расширение сфер использования ТВВ в самых разнообразных технологиях обработки текстильных материалов, проводятся практически во всех вузах и исследовательских центрах как нашей страны, так и за рубежом. Некоторые наиболее четко сформировавшиеся направления использования ТВВ в химико-текстильных технологиях отражены в [4].

При совершенствовании и развитии химико-текстильных процессов на современном этапе, помимо расширения масштабов использования все новых и новых ТВВ, особое внимание уделяется поиску, разработке и практической реализации различных стабилизирующих и каталитических систем на всех стадиях обработки текстильных материалов.

Для наглядной иллюстрации эффективности действия катализаторов в качестве примера можно привести экспериментальные данные, полученные при использовании в этой роли антрахинона и его производных в процессах отварки и перекисного беления хлопчатобумажных тканей [5], [6].

Соответствующие данные приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Добавка	Степень удаления примесей, %
Без добавки	36,6
Бисульфит натрия	41,2
Антрахинон	60,6
Антрахинон-1,5-дисульфонат натрия	63,6
Антрахинон-2-моноссульфонат натрия	64,7
Антрахинон-1,8-дисульфонат натрия	62,8
1-аминоантрахинон	56,8
1-хлорантрахинон	61,2

Приведенные в табл. 2 данные показывают, что наличие в щелочном варочном растворе ускорителей антрахинонового ряда увеличивает степень удаления примесей примерно в два раза по сравнению с отваркой без ускорителя и в 1,5 раза в при-

сутствии бисульфита натрия, который обычно применяют для этой цели в процессах отварки. При этом степень удаления воскообразных веществ увеличивается на 15...18 %, пектиновых веществ на 13...15 %, крахмальной шлихты на 10...14% и лигнина в 1,6...1,8 раза по сравнению с отваркой в обычных условиях.

Применение при пероксидном белении антрахинона и его сульфопроизводных как в виде индивидуальных продуктов, так и в композициях с некоторыми ПАВ, например, с препаратом синтаф 794, обеспечивает достижение более высоких показателей белизны и капиллярности и приводит к дополнительному повышению степени очистки ткани от сопутствующих примесей (табл. 3).

Таблица 3

Стабилизирующие системы	Степень удаления примесей, %	Капиллярность ткани, мм	Белизна, %
Силикат натрия	64,0	140	80,0
Антрахинон	72,0	153	82,2
Антрахинон-1,5-дисульфонат натрия	74,5	160	82,9
Антрахинон-2-моноссульфонат натрия	73,0	160	82,5
Синтаф 794	70,2	158	81,5
Антрахинон-1,5-дисульфонат натрия + синтаф 794	78,9	166	83,3

В данном случае упомянутые выше добавки не только подавляют негативное действие на целлюлозные волокна кислорода, выделяющегося при разложении перекиси водорода в щелочной среде, но и способствуют возвращению его в цикл отбеливания. Иными словами, антрахинон и его производные выполняют функции как стабилизатора процесса разложения перекиси водорода, так и катализатора возврата выделившегося кислорода в цикл беления.

При подготовке текстильных материалов в качестве катализирующих добавок рекомендуется использовать и другие вещества, например, такие, как ронгалит [7], [8], диоксид тиомочевина, тиомочевина, сульфид натрия, борогидрид натрия [9], [10].

Многочисленные теоретические и экспериментальные исследования, в основу которых были заложены различные варианты использования ТВВ, систем стабили-

зации и активации химических процессов, послужили основанием для создания новых ресурсо- и энергосберегающих технологий подготовки текстильных материалов разнообразного волокнистого состава [11].

В настоящее время проявляется усиленный интерес к применению в химико-текстильных процессах нового типа ТВВ, которые получили название циклодекстрины. По химической природе это циклические полисахариды. Благодаря особенностям своего строения они обладают способностью к образованию с различными веществами комплексов типа "хозяин – гость", называемых инклюзионными комплексными соединениями включения. Путем введения в эти комплексы можно стабилизировать некоторые вещества, повысить их растворимость, уменьшить чувствительность к действию света, тепла, кислорода воздуха [12].



Особая роль среди множества самых разнообразных текстильных вспомогательных веществ принадлежит различного рода загустителям и загущающим системам. Без них нельзя осуществить процессы печатания текстильных материалов. Поэтому совершенно не случайно как в отечественной, так и в зарубежной научно-технической литературе данному вопросу уделяется очень много внимания. У нас в стране наиболее интенсивно и с хорошими результатами исследования проводились в МГТУ и СПГУТД.

### Твердофазные процессы в химико-текстильных технологиях

В химико-текстильных производствах помимо процессов, протекающих в водных или неводных системах, очень большое внимание уделяется различным вариантам высокотемпературной фиксации красителей, предконденсатов термореактивных смол, латексов и других реагентов в текстильных материалах различной природы. В процессе колорирования твердофазный, термический способ используется главным образом при применении активных, дисперсных красителей и пигментов.

Способы колорирования, основанные на проведении химических реакций непосредственно в волокне, когда в качестве рабочей среды служит не вода или какой-либо другой растворитель, а расплав некоторых веществ (чаще всего мочевины), впервые появились в середине прошлого века и до настоящего времени не только не утратили своего значения, но и очень благоприятно и успешно развиваются, приобретая все новые и новые формы. В конце 60-х начале 70-х гг. обширные исследования в этой области были проведены учеными ИГХТУ и МГТУ.

При печатании активными красителями наиболее приемлемыми зарекомендовали себя загустители альгинатной природы. Хорошие результаты обеспечивает применение различных эфиров крахмала и целлюлозы, а также некоторых типов синтетических загустителей. Перечень всех этих препаратов, способы приготовления загус-

В лабораториях этих университетов были созданы, а затем и реализованы в производстве различные варианты эмульсионных и пенных загущающих систем, кроме того, предложены многочисленные препараты и композиции на базе природных и синтетических полимеров. Позднее к проведению исследований по подбору, модификации свойств и оптимизации загущающих композиций подключились ИГХТУ, ИХР РАН и ВНИИПХВ. Результаты этих исследований опубликованы в многочисленных статьях и монографиях [13].

ток на их основе, свойства и области использования приведены в справочнике [11].

Характерная особенность печатания пигментами состоит в том, что ткань после фиксирования на ней пигментов не промывают и, следовательно, на ней остается все то, что входило в состав печатной краски. В первую очередь речь идет о загустителях, связующих веществах и мягчителях. Эти компоненты печатной краски, выполнив роль загустителя и средства для фиксации пигмента на ткани, не должны ухудшать ее технические показатели и, главным образом, не повышать жесткость.

В качестве загустителей при печатании пигментами чаще всего используют аммонийные соли полиакриловой кислоты или ее сополимеров. Вторым основным компонентом печатной краски является связующее вещество (биндер), которое включает термопластическую и термореактивную составляющие. Из числа термопластиков наиболее часто используют производные полиакриловых кислот, полибутадienes или полиуретаны. В качестве сшивающего реагента применяют модифицированные мочевино- или меламинаформальдегидные предконденсаты с низким содержанием формальдегида.

Многочисленные примеры использования ТВВ в качестве загустителей, связующих веществ, мягчителей и в целом пигментных составов различных фирм приве-

дены в ряде статей в специальном выпуске журнала "Текстильная химия" за 1996 г., с. 11...27.

Традиционно нагрев текстильного материала с нанесенной на него красильной или печатной композицией осуществляется контактным или конвективным способами в специальных термоаппаратах. Оба эти способа обладают существенными недостатками: низкий коэффициент полезного действия, большая инерционность, высокий градиент температурного поля в объеме текстильного материала.

В настоящее время для проведения операции термообработки предлагается использовать ИК-нагрев. Для этой цели специалистами ИвНИТИ разработаны установки, имеющие обозначение УРТК-140 и УРТК-180. Эффективность ИК-нагрева превосходит традиционные способы в среднем в 2...3 раза, однако при этом не

всегда удается добиться требуемого эффекта завершения заданной операции вследствие недостаточного времени пребывания ткани в тепловом поле.

Другим широко распространенным в промышленности приемом теплового воздействия на текстильные материалы, пропитанные тем или иным рабочим составом или напечатанные печатной краской, является запаривание. Не случайно, поэтому в 70-80-х гг. коллективами ученых ИГХТУ, ИГТА, ИвНИТИ и НИЭКМИ были проведены обширные исследования, направленные на выявление сущности тепломассообменных процессов, протекающих при запаривании и термообработке тканей. В результате были разработаны и внедрены в производство эффективные технологии сушки, запаривания и термообработки тканей.

### Текстильная химия в процессах заключительной отделки

Касаясь вопросов заключительной отделки текстильных материалов, можно утверждать, что начатые в середине 20-го в. работы ученых ИГХТУ совместно с отраслевыми институтами ИвНИТИ, ЦНИХБИ, ЦНИИЛВ коренным образом изменили качество, а в ряде случаев и ассортимент выпускаемых тканей. На базе этих исследований в НИЭКМИ были разработаны поточные линии; каландры и другое оборудование, которое, являясь базовым для цехов заключительной отделки, непрерывно совершенствовалось.

В качестве примера удачной технологической разработки, получившей широкое распространение в промышленности, можно привести создание серии несмываемых аппретов на базе модифицированных предконденсатов термореактивных смол. Эти аппреты в различных вариациях использовались для отделки хлопчатобумажных тканей самого разнообразного ассортимента. Годовой объем выпуска таких тканей составлял сотни миллионов метров.

В настоящее время внимание исследователей направлено на разработку препаратов и технологий применения, которые

обеспечивали бы минимально допустимое содержание формальдегида как в самой отделанной ткани, так и в рабочей зоне цехов заключительной отделки. Определенный успех в этой области достигнут за счет объединения усилий работников АО "Ивхимпром" и ученых ИГХТУ.

Разработан малоформальдегидный препарат – фортекс, который по химическому строению представляет собой этерифицированную диметиллолдиоксиэтиленмочевину со встроенным катализатором. Отделочные композиции на основе фортекса обеспечивают придание хлопчатобумажным и вискозным штапельным тканям таких популярных видов отделок, как, например, МАРС, ЛГ, МУ, МС и ЛУ. Содержание свободного формальдегида на текстильных материалах, обработанных аппретом на основе фортекса, соответствует 100...120 ppm, что не превышает норм, установленных ГОСТом – Р50729.

Для отделки льняных тканей разработаны препараты форлен З и форлен М. Они позволяют придать льносодержащим материалам свойства несминаемости в сухом и мокром состоянии, обеспечивают мягкий

гриф и высокие потребительские свойства материала при сохранении экологических достоинств льна.

Предлагаемые ныне бесформальдегидные отделочные препараты обладают существенным недостатком – низкой реакционной способностью. Учитывая это, разработаны новые высокоэффективные каталитические системы, применение которых обеспечивает возможность придания текстильным материалам требуемых свойств высокой отделки при обычно при-

нятых температурах термообработки (135...140°C).

Принципиально новым приемом при заключительной отделке текстильных материалов является создание в конце 90-х гг. 20-го в. группой ученых химиков и медиков специальных текстильных изделий медицинского назначения. В настоящее время это направление в текстильной химии успешно развивается [14].

### Новые источники энергии для осуществления химико-текстильных процессов

Успех воздействия на текстильные материалы красителей, ТВВ и других реагентов во многом определяется тем, какие источники энергии используются для проведения в волокне соответствующих реакций. В этом плане в качестве наиболее интересных можно выделить две принципиально новые идеи активации системы волокно–реагент.

Первая заключается в использовании для этих целей низкотемпературной плазмы, вторая предусматривает проведение химических процессов в электромагнитных полях токов высокой (ВЧ) и сверхвысокой (СВЧ) частоты.

Исследования по использованию низкотемпературной плазмы в химико-текстильных процессах были начаты в

ИГХТУ и МГТУ еще в 80-х гг. прошлого века. Позднее к проведению этих исследований активно подключился ИХР РАН.

Из проведенных исследований следует, что под воздействием плазмы синтетические волокна становятся более восприимчивыми к реагентам, в том числе к красителям; природные волокнистые материалы приобретают повышенные капиллярные свойства. В ряде случаев резко снижается способность тканей к усадке, свойлачиванию и, в несколько меньшей степени, к смятию. Об эффективности воздействия плазмы (на гидрофильные свойства текстильных материалов) можно судить по ряду данных, приведенных в табл. 4.

Таблица 4

Ткань	Состав*	Капиллярность**, мм/ч	Смачиваемость**, с
“Надежда”, суровая	Хл	0 / 79	600 / 2-3
“Надежда”, подготовленная	Хл	76 / 155	4 / 1
Миткаль, суровая	Хл	0 / 115	600 / 1
Миткаль, подготовленная	Хл	120 / 220	1-2 / 1
“Домино”	ТАЦ	75 / 105	150 / 4
“Скайдре”	ТАЦ + ПЭТФ	64 / 148	155 / 2

Пр и м е ч а н и е. \* Хл – хлопок; ПЭТФ – полиэтилентерефталат; ТАЦ – триацетат целлюлозы. \*\* В числителе приведены данные для контрольных образцов: в знаменателе – для образцов, активированных плазмой.

Обработка тканей в плазме благоприятно отражается на улучшении адгезионных свойств текстильных материалов. Этот эффект успешно используют при дублировании тканей в швейном производстве с целью повышения прочности клеевых соединений. Последняя возрастает в 2...6 раз, что способствует сохране-

нию внешнего вида изделий и продлевает срок их службы.

На основе выявленных в результате исследований полезных эффектов действия низкотемпературной плазмы разработаны новые технологии подготовки, крашения и заключительной отделки различных текстильных материалов. Для практической

реализации этих технологий в НИЭКМИ созданы промышленные образцы оборудования, которое успешно функционирует на текстильных предприятиях России и за рубежом. Более подробно эффективность действия низкотемпературной плазмы в химико-текстильных процессах и образцы соответствующего промышленного оборудования описаны в [15].

Теоретические и экспериментальные исследования, направленные на всестороннее обоснование целесообразности использования ВЧ и СВЧ-полей для создания "шоковых" технологий обработки текстильных материалов, проводились в ИГХТУ с конца 80-х гг.

В результате их выполнения показано, что при обработке в поле токов высокой частоты влажных целлюлозных материалов перестройка структуры волокна, повышающая восприимчивость материала к красителям, предконденсатам терморек-

тивных смол и другим реагентам, проходит в 100 раз быстрее, чем при обычном запаривании, что в свою очередь в 100...150 раз увеличивает скорость проникновения этих веществ в волокно.

На основании выявленных закономерностей разработаны новые интенсифицированные процессы крашения и заключительной отделки хлопчатобумажных тканей красителями различных классов и предконденсатами терморективных смол различного назначения. Характерной особенностью этих технологий является то, что при использовании токов высокой частоты сокращается технологический цикл за счет совмещения операций предварительной сушки и фиксации красителей или препаратов для заключительной отделки, а также за счет уменьшения времени высокотемпературной обработки материала со 180 до 4...12 с.

### Биохимические технологии в химико-текстильных процессах

На современном этапе развития химико-текстильных производств при решении многих проблем совершенствования существующих и создания новых технологий отделки текстильных материалов особая роль отводится биохимическим приемам обработки. Это и направленная очистка волокон от естественных спутников и примесей, смягчение, модифицирование и полировка их поверхности, усиление эффектов отбеливания, промывки и многие другие приемы резкого повышения скоростей процессов, добротности и качества готовой продукции. Если к сказанному добавить, что биохимические технологии позволяют сделать производство более экологически чистым и экономичным, то значимость таких технологий становится еще более весомой.

Широту спектра использования биохимических технологий в текстильной промышленности (обобщенные данные для текстильных производств стран Европы) можно иллюстрировать данными, представленными на рис. 1, где 1 – смягчение; 2 – расшлихтовка; 3 – беление; 4 – глянцева-

ние; 5 – биоминерализация; 6 – противосадочная отделка; 7 – биолощение; 8 – карбонизация, из которого четко следует, что за рубежом эти технологии применяют не только для повышения эффектов существующих способов отделки, но и для придания изделиям новых свойств.

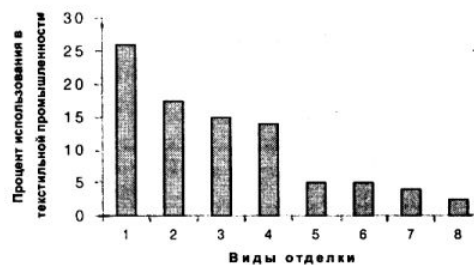


Рис. 1

В текстильной промышленности России биотехнологии наиболее часто применяют при расшлихтовке тканей. Для этой цели используют различные ферментативные препараты отечественного и зарубежного производств на базе амилаз [16].

В настоящее время ведется интенсивный поиск новых приемов использования биопрепаратов при построении химико-текстильных технологий. В частности, для



усиления эффекта воздействия амилаз их комбинируют с малопенящимися ТВВ и специальными стабилизаторами, которые не только предотвращают разрушение биопрепарата, но и существенно ускоряют и улучшают очистку текстильного материала от примесей на стадии их отбеливания перекисью водорода. В качестве примера такой композиции можно назвать препарат биотекс ПН, который хорошо зарекомендовал себя при расшлихтовке и перекисном белении вискозных штапельных, легких хлопчатобумажных, хлопкополиэфирных и хлопкосиблоновых тканей [17].

Особый интерес полиферментные составы представляют для подготовки льняных материалов. Из-за высокого содержания сопутствующих примесей и особенностей морфологического строения технического льняного волокна ныне существующие процессы подготовки таких материалов являются многостадийными и очень длительными. Переход на технологии,

включающие биообработку, позволяет сократить длительность процесса подготовки льняных материалов за счет исключения стадии щелочной отварки и достичь при этом высоких показателей освобождения материала от примесей.

Например, по данным исследования [16] использование препарата, содержащего в качестве активных компонентов пектиназу и целлюлазу, позволяет довести остаточное содержание примесей в волокне до 9,9% против 9,1% при щелочной отварке. При последующем перекисном белении эти показатели снижаются соответственно до 4,0 и 4,3%, то есть в целом процесс, включающий биообработку, становится более эффективным по сравнению с традиционной технологией, основу которой составляет щелочная отварка.

Широкие возможности применения ферментных композиций при построении технологий подготовки льняных материалов наглядно иллюстрируются данными табл. 5 [16].

Таблица 5

Отходы льнопроизводства		Ровница		Ткань	
прядомый котонин	льняная вата	ровница для мокрого прядения	расшлихтовка	мягчение	промывка
пектиназы, эмульгатор, мягчитель	целлюлазы, пектиназы, неионогенный ПАВ	пектиназы, гемицеллюлазы, целлюлазы, неионогенный ПАВ	амилазы, неионогенный ПАВ	амилазы, пектиназы или амилазы, целлюлазы	амилазы, целлюлазы, неионогенные, анион-активные ПАВ

Для всех, приведенных в табл. 5 объектов воздействия биопрепаратов, установлены оптимальные условия их применения, проведены широкие производствен-

ные испытания разработанных технологий, получены опытные партии различных тканей и полуфабрикатов в виде котонина, ваты, ровницы.

Таблица 6

Режим	Степень расшлихтовки, %	Капиллярность, мм	Белизна, %	Жесткость, ед.
Льняная жаккардовая, скатертная (Гаврилов-Ям, линия ЛЖО)				
Ходовой*	50	45	82,0	13,7
Предлагаемый**	85	70	83,4	12,5
Льняная костюмная (Гаврилов-Ям, аппарат ВК-3)				
Ходовой	30	40	88,5	20,5
Предлагаемый	75	65	89,4	18,4
Льняная простынная (Кострома, линия Беннингер)				
Ходовой	28	45	86,6	17,4
Предлагаемый	65	75	86,8	17,4
Популярная простынная (Кострома, линия Беннингер)				
Ходовой	35	105	86,3	14,4
Предлагаемый	50	120	87,1	10,8
Котонинсодержащая бязь (АО Меланж, Иваново, линия Вакаяма)				
Предлагаемый	65	80	83,5	-

Примечание. \* – расшлихтовка щавелевой кислотой; \*\* – ферментативная расшлихтовка Биотексом.

В целях иллюстрации эффективности использования биохимических технологий при подготовке льняных материалов в табл. 6 приведены результаты, полученные в производственных условиях на ряде льносодержащих тканей. Эти данные подтверждают полезность использования биохимических технологий не только с позиции достижения более высоких показателей подготовки в сравнении с ходовой технологией, но и для придания тканям мягкого грифа без дополнительных обработок.

Все сказанное свидетельствует о необходимости создания новых препаратов, совершенствования способов отделки текстильных материалов и о расширении сфер использования биохимических технологий в производстве.

У нас в стране исследования в этих направлениях активно развиваются практически во всех вузах химического и текстильного профиля, а также в специализированных лабораториях ряда отраслевых и академических НИИ. Результаты исследований приведены в очень интересных статьях, опубликованных в специальном выпуске журнала "Текстильная химия" за 2003 г., № 3.

Теоретические аспекты химической технологии волокнистых материалов постоянно находили свое отражение в работах текстильно-химических школ ИГХТУ, МГТУ, СПГУТД, РосЗИТЛП, ИХР РАН. В этих исследованиях широко представлены самые разнообразные точки зрения по вопросам взаимодействия красителей с волокнистыми материалами природного и химического происхождения, неоднократно приводились новые сведения о взаимосвязи строения и свойств красителей, о состоянии их в растворе и в волокне.

Следует особо отметить приоритетность работ, направленных на установление кинетических и термодинамических закономерностей процессов крашения и на выявление взаимосвязи между сорбционными и диффузионными явлениями при переходе красителя из красильной ванны

или печатной краски в волокно. Они были начаты в ИГХТУ в 50-60-х гг. 20-го в. и послужили основой для создания различных вариантов новых способов крашения под обобщающим названием сольватационных.

В работах ИГХТУ, МГТУ, НИОПиК были предложены новые математические и физические модели кинетики крашения с применением методов термодинамики неравновесных процессов, рассмотрен механизм массопереноса красителей в элементарных волокнах.

Вследствие значимости активных красителей для химико-текстильного производства анализу их свойств и различных аспектов взаимодействия с волокном посвящено много теоретических исследований. Так, была предложена обобщенная модель процесса крашения, учитывающая внутреннюю диффузию, внешнелдиффузионное сопротивление переходу красителя к поверхности волокна и гидролиз его в ванне.

Кроме того, сделаны важные теоретические обобщения в области крашения текстильных материалов в паковках, предложены математические модели, учитывающие закономерности увлажнения и удаления воздуха из ткани при ее запаривании.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Б.Н., Кириллова М.Н., Морыганов А.П. Современное состояние и перспективы развития технологий крашения текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
2. Завадский А.Е. Обоснование и разработка эффективных способов повышения качества хлопчатобумажных материалов на основе целенаправленной модификации структуры целлюлозы: Дис... докт. техн. наук. – Иваново: ИГХТУ, 2002.
3. Мельников Б.Н., Морыганов А.П., Калинин Ю.А. Теория и практика высокоскоростной фиксации красителей на текстильных материалах. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
4. Мельников Б.Н. // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. Современные проблемы текстильной химии. – 2002, № 1. С.9...19.
5. Лебедева В.И., Субботин В.Г., Мельников Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986, № 2. С.73...77.

6. Субботин В.Г., Лебедева В.И. // В сб.: Современные способы отделки текстильных материалов. – Иваново, 1986. С.46...49.
7. Мельников Б.Н., Лебедева В.И., Губина С.М. Текстильная промышленность в СССР // Экспресс-инф. ЦНИИТЭИлегпром. – М., 1984, вып. 17. С.14.
8. Ковальчук Л.С., Раскина И.Х., Видревич Л.А., Беленький Л.И. // В сб.: Химия и технология крашения, синтеза красителей и полимерных материалов. – Иваново, 1979. С.46...50.
9. Надь Г. // Сб. докл. XII Междунар. конгр. колористов. – Дрезден, 1979. С.20.
10. Лебедева В.И. // Сб. научн. тр.: Совершенствование процессов крашения и методов синтеза красителей. – Иваново, 1983. С.94...96.
11. Отделка хлопчатобумажных тканей: Справочник / Под ред. Мельникова Б.Н. – Иваново: Изд-во "Талка", 2003.
12. Быстрицкий Г.И., Смирнова О.К. // Текстильная химия. – 2003, № 1. С.36...40.
13. Сенахов А.В., Коваль В.В., Садов Ф.И. Загустки, их теория и применение. – М.: Легкая индустрия, 1972.
14. Олтаржевская Н.Д., Васильев А.Ю., Егорова Е.А., Моисеева А.А. // Текстильная химия. Спец. выпуск. – 2003, № 1. С.53...58.
15. Горберг Б.Л. // Текстильная химия. Спец. выпуск. – 2003, № 1. С.59...68.
16. Чешкова А.В., Мельников Б.Н. // Текстильная химия. Спец. выпуск. – 2000. С.117...123.
17. Мельников Б.Н., Чешкова А.В., Лебедева В.И. // Текстильная химия. – 1998, № 1. С.75...81.

Поступила 02.02.04.

---