



**Козлова О.В.,
Одинцова О.И.**

**Сольватационная теория и
практика подготовки
хлопчатобумажных
текстильных материалов**

Иваново
2018

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

О.В. Козлова, О.И. Одинцова

**Сольватационная теория и практика подготовки
хлопчатобумажных текстильных материалов**

Иваново 2018

УДК 677.027

Козлова, О.В.

Сольватационная теория и практика подготовки хлопчатобумажных текстильных материалов: [монография]/ О.В. Козлова, О.И.Одинцова; Иван. гос. хим.- технол. ун-т. – Иваново, 2018. – 76 с.

В настоящей монографии рассмотрена теория сольватационной отварки с использованием эффективных препаратов на основе ПАВ, позволяющая без глубокого очищения волокна и деструкции нецеллюлозных примесей до образования щелочерастворимых продуктов эффективно извлекать из волокна продукты их неполного разрушения. Показана значительная роль ПАВ в качестве реагентов варочных растворов и целесообразность создания новой интенсифицированной технологии отварки на основе их использования. Ускоренные и экономичные процессы подготовки хлопчатобумажных текстильных материалов особенно актуальны при переходе всего мира и российских предприятий к колорированию тканей пигментами.

Предназначено для студентов-научников, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 18.03.01, 18.04.01, 29.06.01, желающих повысить свою профессиональную грамотность в области современных технологий подготовки к колорированию тканей, а также для специалистов предприятий и организаций.

Табл. 8. Ил. 20. Библиогр.: 138 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

кафедра нанотехнологии, физики и химии (НФХ) Ивановского государственного политехнического университета; доктор технических наук, профессор Н.П. Пророкова (Институт химии растворов РАН).

© Козлова О.В., Одинцова О.И., 2018

© ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 2018

Оглавление

Введение	4
1. Физико-химические основы процессов подготовки хлопчатобумажных тканей	5
1.1. Целлюлоза. Естественные примеси хлопкового волокна и способы их удаления	5
1.2. Физико-химические процессы щелочной отварки хлопчатобумажных текстильных материалов	12
1.3. Интенсифицированные способы подготовки хлопчатобумажных текстильных материалов	17
1.4. Классификация и свойства ПАВ, применяемых в процессах подготовки целлюлозосодержащих тканей	21
2. Сольватационно-экстракционная технология отварки текстильных материалов	25
2.1. Изучение физико-химических свойств растворов ПАВ. Исследование влияния гидроксида натрия на свойства ПАВ	25
2.2. Взаимосвязь между параметрами структуры и техническими свойствами ПАВ	43
2.3. Перспективные ПАВ для интенсифицированной отварки хлопчатобумажных тканей	46
2.4. Удаление лигнина в условиях сольватационно-экстракционной очистки хлопчатобумажных тканей	53
2.5. Технология подготовки хлопчатобумажных тканей при использовании композиционного препарата эмкол	57
Список литературы	64

Введение

Сегодня, в условиях острой конкуренции, к качеству выпускаемой продукции предъявляют особые требования. Колористическому оформлению и заключительной отделке текстильных материалов предшествует стадия подготовки. Она является одной из самых материало-, энерго- и трудоемких в технологии химико-текстильного производства. От тщательности проведения процессов подготовки во многом зависит качество всего цикла химической отделки тканей. Низкая степень очистки, неравномерность полученных гигроскопических свойств и белизны могут обусловить многие браки последующих стадий облагораживания текстильных материалов.

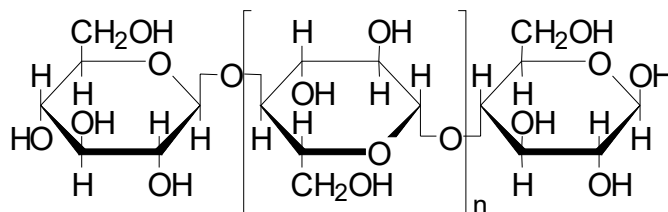
В настоящее время подготовка осуществляется в основном непрерывными способами, включающими операции щелочной отварки и беления. Наиболее ответственной стадией процессов подготовки является щелочная отварка. Это связано с тем, что хлопковое волокно содержит большое количество разнообразных и полностью неизученных по химическому составу и свойствам примесей, удаление которых представляет определенные трудности.

Практический опыт использования ПАВ различной химической природы показывает их эффективность в процессах отварки. В связи с этим создание единой концепции, выявляющей их роль в процессах щелочной отварки, и определение параметров использования для создания интенсифицированных технологий, обеспечивающих экономию энергоносителей и химических материалов, являются актуальным. Изучение закономерностей удаления конкретных спутников хлопковой целлюлозы в условиях использования ПАВ позволяет разработать экономически выгодный способ отварки хлопчатобумажных тканей. Такие ускоренные (за счет сокращения длительности запаривания) и экономичные (снижения концентраций едкого натра и температур пропитки варочными растворами) процессы подготовки хлопчатобумажных текстильных материалов особенно актуальны при переходе всего мира и российских предприятий к колорированию тканей преимущественно пигментами.

1. Физико-химические основы процессов подготовки хлопчатобумажных тканей

1.1. Целлюлоза. Естественные примеси хлопкового волокна и способы их удаления

В химическом отношении целлюлоза хлопкового волокна представляет собой стереорегулярный природный полимер, состоящий из мономерных звеньев ангидро-D-глюкопиранозы, соединенных между собой 1-4-β-глюкозидными связями. Структура макромолекулы целлюлозы может быть представлена следующей формулой [1]:



Химические свойства целлюлозы определяются функциональными группами и глюкозидными связями в ее макромолекулах. Реакционная способность первичных и вторичных гидроксильных групп, находящихся в каждом элементарном звене, различна. Гидроксильная группа у 6-го атома углерода (первичный гидроксил) проявляет повышенную реакционную способность целлюлозы к воде и водным растворам. Высокая химическая активность к щелочам обусловлена повышенной кислотностью вторичных гидроксильных групп в β-положении к глюкозидной связи [2,3].

Образование внутри- и межмолекулярных связей в целлюлозе обусловлено способностью ее функциональных групп вступать в донорно-акцепторные взаимодействия. От образования этих связей зависит устойчивость конформационного состояния ее макромолекул, их гибкость, формирование надмолекулярных образований, а следовательно, физико-механических свойств целлюлозных материалов.

В настоящее время утвердилось мнение о значительном влиянии на эти свойства молекулярных характеристик. Рядом работ [4,5] установлена полидисперсная структура нативной целлюлозы и показано, что степень ее полимеризации может составлять от 2,5 до 15 тыс. [5,6].

Целлюлоза относится к классу жесткоцепных полимеров, в структуре которых различают высокоориентированные (кристаллитные) и аморфные области [7].

В настоящее время фибриллярность и гетерогенность структуры целлюлозы является установленным фактом. Однако по вопросам тонкой структуры морфологических единиц единого мнения не достигнуто.

По данным электронной микроскопии, первичными элементами фибриллярной структуры целлюлозы являются элементарные микрофибриллы [8]. Они, в свою очередь, выступают элементами более сложных надмолекулярных образований – фибрилл. Различное расположение структурных элементов в фибрилле обуславливает наличие упорядоченных и рыхлых областей в целлюлозном волокне, отличающихся различной сорбционной способностью по отношению к воде и водным растворам [9].

Для химической технологии текстильного производства изучение вопросов химического состава, строения примесей хлопкового волокна и способов их удаления является чрезвычайно важным. Только хорошо очищенное волокно проявляет высокую сорбционную способность к различным реагентам отделочного производства на разных его стадиях и приобретает хорошие потребительские свойства.

Современными исследованиями показано, что в хлопковом волокне следует различать первичную стенку, образованную защитным кутикулярным слоем, три слоя вторичной стенки и стенку, ограничивающую внутренний канал [10]. Свойства промежуточного слоя между первичной и вторичной стенками волокна рассматривают приближенными к первичной стенке [11]. Между свойствами стенок целлюлозного волокна существуют различия, проявляющиеся, в частности, в отсутствие гидрофильных свойств первичной стенки. Этот факт объясняют наибольшим содержанием в ней примесей целлюлозы.

В зрелом хлопковом волокне помимо целлюлозы содержится (в процентах к абсолютно сухому веществу) [12]:

Пектиновых веществ	1,2
Азотистых веществ	1 – 1,2
Воскообразных веществ	0,5 – 0,6
Золы	1,4
Неисследованных веществ	1,36

Они заполняют и перекрывают имеющиеся в волокне поры и капилляры, что препятствует проникновению химических реагентов, красителей и отделочных препаратов в глубь волокна.

Воскообразные вещества составляют 0,5– 0,65 % от веса хлопкового волокна [13]. По другим данным количество воска в волокне возрастает с увеличением удельной поверхности волокна и колеблется от 0,65 до 1 % [6]. Основу восков составляют углеводороды, жирные кислоты и их эфиры, а также высокомолекулярные спирты. Жирные кислоты и их эфиры легко омыляются при обработке щелочными растворами, удаление высокомолекулярных спиртов и углеводов затруднительно. Установлено, что таких трудноудаляемых воскообразных веществ в хлопке содержится 60 % и они могут быть удалены только путем эмульгирования.

Воски находятся на поверхности волокна в виде слоя, имеющего грубую складчатость, неправильную глобулярную структуру с разрывами и трещинами [10,12-15]. Существует мнение [16,17] о связи воскообразных веществ с целлюлозой через лецитин. Связь воскообразных соединений с полисахаридами носит ионный характер, при этом важную роль играют соли кальция и магния.

Кроме воскообразных соединений к гидрофобным спутникам целлюлозы относят так называемые кутиновые и субериновые соединения. Кутиновые и субериновые соединения – разветвленные полимеры, являющиеся продуктом полимеризации производных жирных кислот и оксикислот, жиров [18]. Они образуют на поверхности волокна аморфную газо- и водонепроницаемую пленку, устойчивую к действию кислот и щелочей [19].

Авторами [19,20] отмечаются гидрофобные свойства некоторых соединений, содержащих азот. К ним относят липопротеиды, или липоиды – жироподобные вещества, отличающиеся от воскообразных наличием азота. Гидрофобными веществами считают также липопротеиды, содержащие остаток фосфорной кислоты. Такие вещества называют фосфатидами, наиболее распространен из них лецитин [20]. Описанные соединения находятся на поверхности хлопкового волокна и придают ему гидрофобные свойства.

Однако по вопросам связи между содержанием воскообразных веществ в волокне и его гидрофобными свойствами существует другое мнение. На основании проведенных исследований физических свойств волок-

на после извлечения из него спутников целлюлозы было установлено, что удаление воскообразных веществ не является решающим фактором, обеспечивающим получение высоких капиллярных свойств ткани.

Так, автор [12,13] отмечает, что главным является не удаление воскообразных веществ, а глубокое изменение физической структуры волокна и образование развитой капиллярной системы. Таких же взглядов придерживаются Кинд и Ростовцев [12]. В качестве доказательства последнего Кинд отмечает, что суровый лен, содержащий большее количество природного воска, смачивается лучше, чем хлопок. Авторами [14,20] также указывается на то, что гидрофильность хлопкового волокна улучшается при удалении пектиновых веществ за счет ферментативных препаратов; воскообразные вещества при этом не удаляются.

Одним из важных условий очистки целлюлозного волокна от воскообразных соединений является перевод их в расплавленное или размягченное состояние. Удалению воскообразных веществ способствуют органические растворители [16], поверхностно-активные вещества (ПАВ).

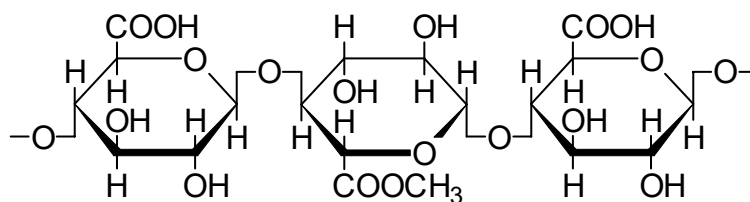
Некоторые продукты разрушения естественных примесей целлюлозы могут содействовать удалению воскообразных веществ. Установлено эмульгирующее действие в отношении восков некоторых продуктов разрушения азотистых веществ [6].

Азотсодержащие вещества в хлопковом волокне сосредоточены в основном в его канале в виде остатков протоплазмы [12]. Некоторая часть азотистых соединений содержится также в первичной стенке волокна и оказывает влияние на его прочностные характеристики [15,21].

Около 65 % от всего количества азотистых веществ составляют белковые вещества, остальная часть находится в виде минеральных примесей и солей азотной и азотистой кислот [12].

Наибольшую трудность представляет удаление белковой части азотсодержащих веществ. Они могут быть извлечены только после их разрушения под действием горячих растворов щелочей, или щелочных растворов гипохлорита натрия, или в присутствии силиката натрия [12].

Пектиновые вещества являются одними из основных спутников целлюлозы. Эта группа сложных по составу углеводов, состоящих из полигалактуроновой кислоты, имеющей следующее строение:



Карбоксильные группы полигалактуроновой кислоты частично этерифицированы метиловым спиртом, а частично замещены на ионы кальция, магния, железа. Метоксильные группы, ослабляя межмолекулярное взаимодействие в цепи полигалактуроновой кислоты, обуславливают повышение растворимости пектиновых веществ.

За счет гидролитической деструкции глюкозидных связей большая часть пектиновых веществ растворяется в растворах щелочей и кислот [6]. Растворимость пектинов определяет степень этерификации и содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в волокне и в растворе. При низкой этерификации и высоком содержании ионов тяжелых металлов пектины склонны к желатинированию в водных растворах. Это может приводить к десорбции продуктов деструкции примесей целлюлозы и самого пектина на очищенное волокно. Установлено, что неполная очистка ткани от пектиновых веществ нередко приводит к пожелтению ткани при ее высушивании на сушильных барабанах [22].

По вопросам формы существования пектиновых веществ в растительной ткани единого мнения не достигнуто.

Согласно первой точки зрения наиболее вероятно присутствие пектинов в целлюлозном волокне в виде нерастворимых солей [22,23].

Другого мнения придерживаются авторы [1,24] которые предполагают наличие между пектиновыми веществами и целлюлозой эфирной связи. При этом они не исключают связи пектинов с другими нецеллюлозными соединениями волокна, например, полисахаридами, воскообразными веществами. Однако точный характер этих связей до сих пор не установлен.

Удаление пектиновых веществ изменяет физическое состояние волокна. Оно приобретает способность смачиваться и становится более реакционноспособным [12].

Пектиновые вещества могут извлекаться из целлюлозного волокна различными методами.

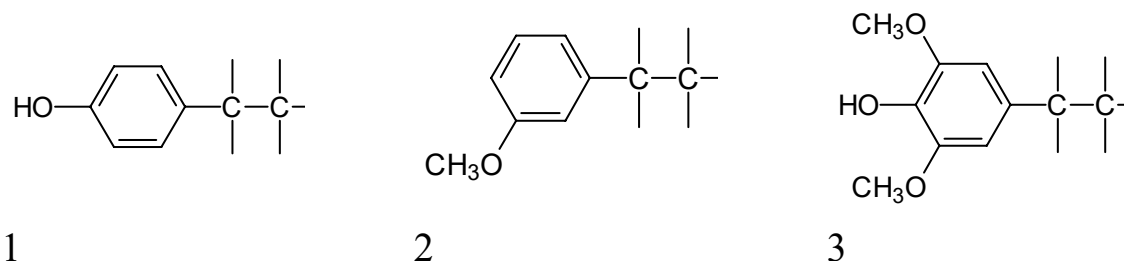
При обработке хлопкового волокна перекисными растворами в зависимости от концентрации перекиси водорода может удаляться от 11 до 29 % пектиновых соединений. Пектиновые вещества могут удаляться при отварке хлопка со щёлочью под давлением [13]. Известны работы по применению ферментативных препаратов для удаления пектиновых веществ [23,25].

Облегчить удаление пектиновых веществ из волокна можно при совместном действии повышенных концентраций едкого натра и комплексообразователей [26]. Последние, по-видимому, связывая ионы тяжелых металлов из раствора и содержащиеся в волокне, предотвращают желатинирование пектинов и способствуют их более эффективному удалению.

В хлопковом волокне лигнина нет, но он содержится в створках коробочек хлопчатника, шелухе семян.

При недостаточной первичной механической очистке хлопкового волокна при прядении и ткачестве лигнин попадает в структуру ткани в виде так называемых «галочек». Удаление их затруднено вследствие высокой гидрофобности лигнифицированной частицы и достаточно высокой устойчивости к действию щелочей и кислот.

Лигнин представляет собой природный полимер сложной пространственной структуры. Мономерные фенолпропановые единицы (C₆-C₃) в его макромолекуле связываются различными типами связей, точный характер которых в настоящее время окончательно не установлен. Установлено наличие в макромолекулах лигнина кроме фенолпропановых (1) единиц гваяцильных (2) и сирингильных (3) ароматических звеньев в различных сочетаниях [20,27,28]:



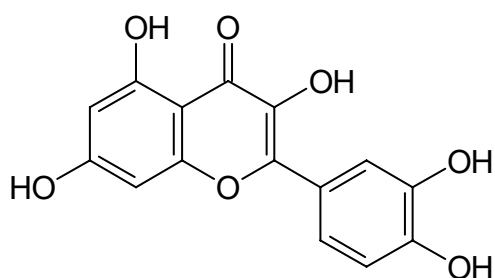
Однако до настоящего времени нет методов, которые бы позволили выделить лигнин в неизменном виде. Лигнины, полученные разными

методами, имеют неодинаковые свойства, что не дает возможности установить его точную химическую структуру.

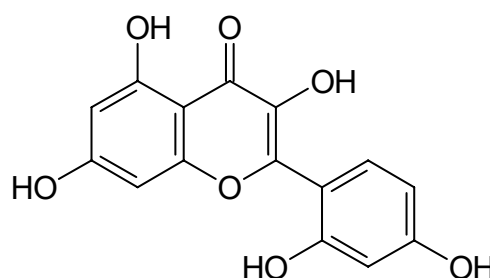
Удалению лигнина способствует обработка ткани в щелочных растворах повышенной концентрации при высоких температурах. Добавки восстановителя в щелочной раствор интенсифицируют растворение лигнина за счет распада эфирных связей в его макромолекуле. Это способствует фрагментации лигнина и образованию растворимых низкомолекулярных продуктов [6,29]. Увеличение количества удаленного лигнина из хлопчатобумажных текстильных материалов наблюдается при одновременном использовании восстановителей и гидротропных веществ [20,27,30].

Зольные вещества хлопкового волокна представлены такими химическими элементами, как калий, кальций, магний, натрий, кремний, железо [13,18]. Необходимость удаления зольных веществ из волокна продиктована возможностью образования труднорастворимых соединений с их участием, а также их способностью каталитически ускорять распад перекиси водорода при белении и повышать деструкцию целлюлозы. Очистка волокна от минеральных веществ, как правило, не представляет сложности. Они растворимы в воде и удаляются с ткани при промывке водой или слабым раствором кислоты. Например, обработка ткани раствором серной кислоты (7 г/л) при температуре 50 – 60 °С позволяет удалить свыше 80 % зольных веществ [13].

Окраску хлопковому волокну придают красящие вещества (пигменты) флавонового ряда, которые имеют следующее строение [24]:



кверцетин



морин

Содержание пигментов в хлопке очень незначительно, и их пока не удалось выделить обычными методами анализа [18]. Вопрос о составе красящих веществ остается наименее изученным. Это связано со сложно-

стью анализа смеси соединений, составляющих красящие вещества, переменностью их состава, зависящего от сорта хлопка. Пигменты склонны к деструкции под действием различных окислителей: пероксида водорода, гипохлорита натрия, хлорита натрия, окислительно-восстановительных ферментов [13,14].

В процессе обработки ткани придать окраску хлопковому волокну и затруднить последующее беление могут дубильные вещества, переходящие в варочный щелок в виде высокомолекулярных веществ – флобафенов. В хлопковом волокне дубильные вещества содержатся в виде посторонних примесей (створки коробочек хлопчатника, шелуха семян) и удаляются механической очисткой. Химически удалить флобафены из волокна позволяет применение сульфита натрия при отварке ткани [13].

Таким образом, хлопковое волокно представляет собой сложный и до конца не изученный объект исследования. Сложность состава, химическая неоднородность его компонентов обуславливает разнообразие методов очистки хлопкового волокна, главной целью которой является придание волокну гидрофильных свойств.

Для того чтобы придать гидрофильные свойства волокну, необходимо проведение совокупности сложных физико-химических процессов, включающих, помимо деструкции и удаления нецеллюлозных загрязнений, глубокие и необратимые изменения поверхности волокна. При всем многообразии подходов к очистке целлюлозных материалов от загрязнений наилучшие результаты дает щелочная отварка текстильных материалов.

1.2. Физико-химические процессы щелочной отварки хлопчатобумажных текстильных материалов

Процессы подготовки являются особо значимыми в технологии облагораживания текстильных материалов. Именно на стадии подготовки текстильный материал очищается от загрязнений, ему придаются высокие, равномерные и устойчивые гигроскопические свойства и белизна.

Тщательность проведения процессов подготовки во многом определяет качество всего цикла химической отделки текстильных материалов, поскольку низкая степень очистки и неравномерность полученных гигро-

скопических свойств и белизны может обусловить многие браки последующих стадий облагораживания текстильных материалов.

Главной операцией подготовки является щелочная отварка. Назначение процесса щелочной отварки состоит в очистке волокна от естественных примесей целлюлозы и загрязнений, нанесенных на ткань в процессе ее изготовления, придании волокнистому материалу способности быстро и равномерно смачиваться водой и водными растворами.

В процессе отварки под воздействием щелочного варочного раствора на текстильный материал протекает целый ряд сложных химических, физико- и коллоидно-химических процессов, многие из которых до сих пор не изучены полностью.

Основу химических процессов составляет деструкция загрязняющих примесей. К физико- и коллоидно-химическим процессам, протекающим в системе текстильный материал – загрязнения – варочный раствор относят: смачивание, удаление продуктов разрушения щелоче- и водорастворимых веществ, эмульгирование воскообразных спутников целлюлозы и гидрофобных загрязнений с поверхности ткани, стабилизация удаленных фрагментов и предупреждение их ресорбции.

Глубина и скорость протекания процессов, связанных с очисткой ткани при щелочной отварке, зависят от ряда факторов:

- количества и качественного состава естественных примесей, их формы существования в растительной ткани, характера искусственных загрязнений и сил, удерживающих их на поверхности текстильного материала;

- структуры ткани (плотность, способы переплетения нитей, вид крутки);

- концентрационных и температурно-временных параметров проведения процесса.

Первые два фактора определяются природой и способами производства текстильного материала, последний – зависит от условий проведения технологических процессов. Исходя из этого, влиять на эффективность очистки возможно путем изменения технологических параметров.

Основные химические процессы деструкции нецеллюлозных примесей волокна происходят под действием едкого натра. Пектиновые, азотистые вещества, гемицеллюлозы, некоторая часть лигнина растворяются и удаляются вместе с варочным раствором на стадии промывки [24].

Поскольку наибольшее количество гидрофобных загрязнений содержится в первичной стенке волокна, то частичное или полное нарушение ее целостности является необходимым условием эффективной очистки текстильных материалов и придания им гидрофильных свойств. Подтверждением этого факта может служить отсутствие гигроскопических свойств у текстильных материалов, очищенных в среде органических растворителей [17]. При этом, несмотря на высокую степень очистки от гидрофобных загрязнений, отсутствие развитой капиллярно-пористой системы является причиной гидрофобности поверхности текстильного материала.

Помимо технологически значимых процессов деструкции загрязнений под действием горячих щелочных растворов может проходить нежелательный процесс деструкции целлюлозы. При этом установлено снижение ее степени полимеризации на 200 – 400 единиц [31].

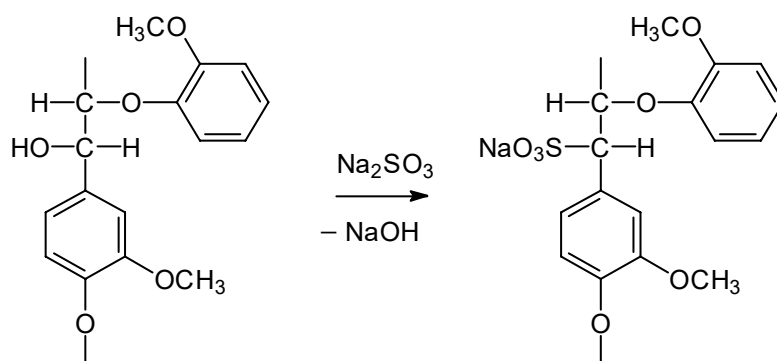
Наиболее сильно деструкционные процессы могут развиваться в присутствии кислорода воздуха в варочных растворах при повышенных концентрациях едкого натра [32] на стадии запаривания в непрерывных способах отварки. Аппаратурное оформление линий для непрерывных способов обуславливает попадание кислорода воздуха в запарные аппараты. Кроме того, значительное количество воздуха может быть заключено в структуре самого материала в его порах, тупиковых и квазитупиковых капиллярах.

Ввиду сложности и многообразия, происходящих при окислении целлюлозы реакций нет единого мнения о механизмах совместного действия кислорода и щелочи. Предполагается, что развивающиеся радикально-цепные процессы приводят к образованию перекисных соединений, способных атаковать макромолекулы целлюлозы в слабом месте и обуславливать ее деструкцию [16].

В целях предупреждения ослабления целлюлозного волокна при запаривании в варочные растворы добавляют вещества, обладающие восстановительными свойствами. Наибольшее применение из таких веществ получил бисульфит натрия. Его активность зависит от рН среды, и максимум ее проявляется при концентрации едкого натра до 28 г/л [18]. Кроме функции предохранения целлюлозы от окисляющего действия кислорода воздуха бисульфит натрия оказывает также сульфитирующее действие на

лигнин и способствует его переводу из текстильного материала в раствор [18].

Сульфитирующее действие осуществляется по схеме [24]:



Процессы щелочной отварки можно проводить по периодической и непрерывной технологии.

При периодическом способе необходимая полнота очистки достигается за время отварки от 2 до 8 часов, в зависимости от плотности и загрязненности ткани.

Время прохождения всего процесса подготовки по непрерывному щелочно-перекисному способу составляет 2 – 3 часа. В связи с этим отварка текстильных материалов проводится по непрерывной технологии.

Непрерывные способы щелочной отварки предполагают проведение следующих операций: пропитку ткани варочным раствором, запаривание ее в среде насыщенного водяного пара, промывку.

В условиях высокой скорости при осуществлении отварки по непрерывной технологии для достижения хорошего качества очистки текстильных материалов роль физико- и коллоидно-химических процессов значительно возрастает.

Особенное значение в непрерывных способах имеет скорость и полнота смачивания текстильного материала. Качество пропитки во многом определяет скорость и глубину диффузионных процессов проникновения реагентов варочного раствора ко всем загрязнениям. Уже на стадии пропитки начинаются набухание и частичное растворение водо- и щелочерастворимых соединений.

Пропитка тканей в суровом виде затруднена. Это обусловлено присутствием большого количества природных гидрофобных веществ в волокне и поверхностно нанесенных загрязнений, а также чрезвычайно ма-

лым (не более 8 с) временем нахождения ткани в пропиточной машине. В этих условиях для обеспечения полного и равномерного смачивания суровых тканей рабочим раствором необходимо повышение поверхностной активности моющей жидкости и/или повышение сорбционной активности волокна.

Одним из способов ускорения смачивания текстильных материалов является повышение температуры пропитки до кипения. Однако такое решение оказывается экономически невыгодным, и на практике температуру в пропиточной ванне поддерживают на уровне 70 – 80 °С, что выше температуры плавления восков.

При изучении кинетических закономерностей придания хлопчатобумажным текстильным материалам сорбционных свойств в условиях непрерывных способов установлено, что рост концентрации едкого натра до 20 г/л стимулирует ускорение набухания волокна [33], однако дальнейшее повышение концентрации едкого натра существенно не влияет на скорость смачивания. При этом избыток реагента расходуется на увеличение степени и скорости деструкции загрязнений [34].

Таким образом, наиболее технологически и экономически целесообразным является повышение активности рабочих растворов за счет использования ПАВ, значительно понижающих поверхностное натяжение водных растворов и способствующих ускорению смачивания текстильного материала.

Значительная роль отводится физико- и коллоидно-химическим процессам в условиях запаривания. Изучение процессов очистки текстильных материалов при запаривании показало, что перераспределение активных веществ в этих условиях затруднено [35]. Это связано с малым количеством свободной жидкости на ткани, большая часть которой не участвует в эмульгировании из-за ее связывания волокнистым материалом. В этих условиях одним из возможных способов компенсировать этот недостаток является применение эффективных смачивателей, эмульгаторов и диспергаторов.

Решающее значение для удаления экстрагированных примесей из отваренных тканей имеет процесс промывки после операции отварки.

Удаление загрязнений при промывке основывается на преодолении сил адгезии между загрязнением и отмываемой поверхностью; переводе

загрязнений в состояние раствора; удалении загрязнений вместе с промывным раствором.

На процессы массопереноса экстрагированных загрязнений из материала оказывают влияние моющая способность жидкости, ее температура и физико-механические факторы.

Хорошие результаты достигаются при увеличении температуры промывных жидкостей до кипения. Однако при изучении кинетических закономерностей удаления загрязнений при промывке установлено, что такое повышение целесообразно только в первых промывных ваннах [36].

Механический фактор в состоянии разрушить лишь некоторые когезионные контакты или слабые адгезионные связи очень крупных частиц, удерживаемых в структуре материала за счет трения, но главным образом он выполняет транспортные функции: массопереноса, массообмена и только в том случае, когда загрязнение отделено от материала прослойкой моющей жидкости.

Таким образом, определяющая роль качественной отмывки текстильных материалов от загрязнений принадлежит физическим и коллоидным процессам. Использование поверхностно-активных веществ в первых промывных машинах позволяет эффективно переводить загрязнения в моющий раствор и предупреждать их обратное оседание на очищенную поверхность.

Отварка является сложным и многофакторным процессом, требующим интенсификации. Учитывая многообразие естественных загрязнений, сложность их состава, неполную изученность химической природы и свойств, одним из возможных путей, способных значительно повысить скорость и полноту очистки текстильных материалов в условиях непрерывной щелочной отварки, может стать интенсификация физико и коллоидно-химических процессов. Наиболее успешным для этого может быть использование ПАВ.

1.3. Интенсифицированные способы подготовки хлопчатобумажных текстильных материалов

На современном этапе известные способы интенсификации непрерывных способов щелочной отварки предполагают повышение концен-

традиционных и температурных параметров проведения процесса, использование органических растворителей и эффективных ТВВ.

Так, в предложенном фирмой «Дюпон» способе «минутного беления» сокращение длительности проведения отварки достигается за счет повышения концентрации едкого натра выше 100 г/л [37,38].

Однако повышение концентраций едкого натра до 100 г/л и выше, характерное для шоковых способов обработки, приводит к увеличению опасности образования оксицеллюлозы под влиянием кислорода воздуха и требует обязательного введения в варочные растворы в больших концентрациях веществ, обладающих восстановительными свойствами. Это – сульфит, бисульфит натрия и ронгалит, боргидрид натрия [39], соединения антрахинонового ряда [40,41]. Наиболее используемыми из них являются сульфит и бисульфит натрия.

Перспективным направлением интенсификации отварки является использование эффективных текстильно-вспомогательных веществ (ТВВ): ПАВ, комплексообразователей, гидротропных веществ [25,42 – 45].

Повышение очищающего действия варочных растворов при использовании комплексообразователей объясняют связыванием ионов кальция, магния и железа, содержащихся в волокне и растворе. Это облегчает очистку тканей и предупреждает некоторые браки (ржавые пятна и др.).

Известно применение в качестве комплексонов трилона Б, органофосфатов, аминокарбоксилатов, оксикарбоксилатов [46 – 48], фосфорорганических соединений [48] и др.

Интенсифицирующее действие гидротропных веществ на процессы щелочной отварки связывают с их способностью увеличивать растворимость малорастворимых в воде соединений [42].

Нередко для повышения эффективности действия варочных растворов применяют антиресорбенты. К ним относят высокомолекулярные соединения эфиры целлюлозы, полиэлектролиты, гликолят целлюлозы и др. [25]. Присутствие антиресорбентов в варочных растворах предупреждает ресорбцию загрязнений на очищенную поверхность текстильного материала, а также позволяет избежать повреждения ткани, которое может одновременно происходить при обесцвечивании загрязнений при использовании окислителей.

Из различных способов применения неводных сред (органических растворителей [46-48] и их смесей [49]) для интенсификации процессов подготовки наиболее приемлемым является создание эмульсионных систем ТВВ/растворитель. В работе [50] показана эффективность использования смеси перхлорэтилена с сульфосидом в составе щелочного варочного раствора. В результате сокращается время запаривания до 2 мин, обеспечивается высокая капиллярность текстильного материала и его степень очистки. Тем не менее, целесообразность таких способов спорна.

В процессах щелочной отварки показана возможность применения сверхкритического диоксида углерода, имеющего высокие экстракционные способности [51].

Установлена также эффективность его смесей с ПАВ. При этом значительное повышение экстракционного действия полученной смеси происходит благодаря образованию мицеллярных растворов ПАВ [52,53].

Наиболее перспективными с точки зрения экономии энергоносителей оказываются совмещенные способы подготовки тканей. Известны примеры очистки текстильных материалов путем совмещения стадий расшлихтовки и беления с использованием термически устойчивых ферментов [25], щелочной отварки и мерсеризации. Экономически выгодным оказывается совмещение операций отварки и беления [35,53,54], беление при малом модуле ванны [55].

Однако при проведении одностадийных способов возникает ряд трудностей. Одна из них низкая смачиваемость суровой ткани. Недостаточная пропитка ткани в совмещенных способах может стать решающим фактором, обуславливающим низкое качество очистки текстильных материалов, обработанных, например, по способу, совмещающему мерсеризацию и отварку.

В этом случае трудности пропитки сурового материала объясняются различиями в сорбционной способности и диффузионной проницаемости поверхности волокна и его глубинных слоев, особенно значительно проявляющимися в высококонцентрированных щелочных растворах. Поверхностный слой волокна набухает гораздо быстрее и затормаживает процессы проникновения химических реагентов ко всем элементам его структуры.

При решении проблем интенсификации пропитки суровых тканей можно выделить два подхода.

Один из них – создание специального оборудования для предварительного вакууммирования, запаривания или сухого прогрева ткани [56] перед ее пропиткой рабочими растворами. Однако такие технологические решения увеличивают затраты на приобретение, установку и эксплуатацию оборудования, повышают расходы на тепло- и энергоносители, что значительно снижает экономичность подготовки.

Другой, более экономичный способ интенсификации пропитки суровых тканей щелочными растворами заключается в использовании некоторых химических реагентов. Так, для ускорения прохождения диффузионных процессов в работах [57,58] предлагается использование алифатических спиртов.

Однако наиболее эффективным для интенсификации пропитки суровых тканей является использование специальных ТВВ – смачивателей, представляющих собой поверхностно-активные вещества.

Важным преимуществом смачивателей, выгодно отличающим их использование от рассмотренных физических способов, является простота применения, не требующая проведения дополнительных операций и/или изменения аппаратного оформления процесса.

Добавление в рабочие растворы ПАВ разной химической природы, обладающих эмульгирующими и моющими свойствами, позволяет не только ускорить пропитку, но и значительно повысить качество очистки текстильного материала.

В комбинации с такими уже указанными реагентами, как едкий натр, восстановители, гидротропные вещества, окислители, ПАВ, эффективно извлекают продукты разрушения сопутствующих примесей природных волокон [34,59 – 62], обеспечивая тем самым высокие сорбционно-диффузионные свойства и белизну [63 – 66] обрабатываемых материалов. Таким образом, из всех предложенных способов интенсификации в настоящее время наиболее перспективным является применение текстильно-вспомогательных веществ (ТВВ).

ТВВ могут представлять собой индивидуальные препараты или композиции, включающие различные уже упомянутые активные добавки и ПАВ. Эффективность таких композиционных препаратов, по-видимому, наиболее значительна, поскольку полученные мультиплетные системы являются полифункциональными, способными интенсифицировать различные стадии процессов.

При этом возможность повышения эффективности сольватационно-экстракционного действия варочной жидкости путем использования ПАВ и ТВВ на их основе позволит достигнуть наибольших результатов в проведении очистки текстильных материалов от продуктов как полного, так и неполного разрушения естественных и искусственно нанесенных загрязнений.

Авторами [67–70] проведены детальные изучения процессов очистки хлопчатобумажного текстильного материала при отварке с использованием нового сольватирующего ПАВ. Сольватирующее действие изученных ПАВ при этом позволяет не доводить деструкцию нецеллюлозных примесей до образования щелочерастворимых продуктов, а эффективно извлекать из волокна продукты их неполного разрушения. Это обуславливает значительное повышение роли ПАВ в качестве реагентов варочных растворов и показывает целесообразность создания новой интенсифицированной технологии отварки на основе их использования. Такие ускоренные (за счет снижения длительности запаривания) и экономичные (снижение концентраций едкого натра и температур пропитки варочными растворами) процессы подготовки хлопчатобумажных текстильных материалов особенно актуальны при переходе всего мира и российских предприятий к колорированию тканей преимущественно пигментами.

1.4. Классификация и свойства ПАВ, применяемых в процессах подготовки целлюлозосодержащих тканей

Известны три основных класса поверхностно-активных веществ: ионогенные, неионогенные и амфолитные [71].

Наибольшее применение в технологических операциях подготовки нашли ионогенные анионактивные и неионогенные ПАВ, а также их смеси.

К анионактивным веществам (АПАВ) относят все высшие жирные кислоты и их мыла; алкилсульфонаты; алкилсульфокислоты, алкиларилсульфонаты, алкилароматические сульфокислоты, фосфаты и фосфиновые кислоты, тиосульфаты, сульфаминовые кислоты [71].

Наиболее известные из АПАВ, применяемые в химической технологии подготовки – алкил- и алкиларилсульфонаты,

сульфированные диэфиры сульфоянтарной кислоты (Аэрозоль, Triton GR-5M/7M, Nikkol OTP, Rewopol SB DOи др). Их применяют в качестве эффективных диспергаторов, солюбилизаторов и смачивателей. Однако эти продукты имеют некоторые недостатки.

Общим недостатком этих препаратов является большая пенообразующая способность. В [71] отмечается, что помимо этого, алкил- и алкиларилсульфонаты отличаются невысокой устойчивостью в жесткой воде. Напротив, смеси алкил- и алкиларилсульфонатов с НПAB отличаются хорошей устойчивостью к солям жесткости и более низким пенообразованием. Установлены синергические эффекты в таких смесях проявляющиеся, в частности, в повышении моющего действия их водных растворов [72].

Не имеют перечисленных недостатков альфа-олеинсульфонаты, алкилэтоксикарбоксилаты [73,74] и ацилированные аминокислоты. Эти вещества имеют высокие моющие свойства, обладают устойчивостью к солям жесткости и являются биоразлагаемыми [75,76]. Целый ряд таких препаратов выпущен зарубежными фирмами (Bio Terge AS 40/90, Polystep A-18, Atepantan AS-12/40 ; Nansa LSS 38/40, Terwet 1004 и др.) [71].

В последнее время рядом иностранных компаний – производителей ПАВ, выпускаются специально созданные для моющих и очищающих препаратов “ПАВ-хелактанты” (например, Hampshire LED3A от компании «Dow Chemical») и силиконы, модифицированные фторуглеродными группами. Фторуглеродные ПАВ являются хорошими смачивателями, диспергаторами гидро- и олеофобизаторами. “ПАВ-хелактанты” совмещают в себе функции ПАВ и комплексообразователя.

Однако отсутствие таких продуктов в ассортименте отечественных производителей и высокая стоимость импортных препаратов ограничивает их практическое применение в процессах подготовки.

Самое широкое применение в технологии текстильной промышленности находят неионогенные поверхностно-активные вещества (НПАВ). К этому классу относят спирты из природных масел и жиров, продукты оксиэтилирования (полиэтиленгликолевые эфиры) длинноцепных жирных кислот, спиртов, аминов, алкилфенолов простые и сложные эфиры многоатомных спиртов (глицерина, пентаэритрита, ксилита, сорбита), модифицированные жирными кислотами синтетические полиэфирные смолы и другие продукты.

Наиболее распространенными представителями НП АВ, используемыми в текстильной промышленности являются оксиэтилированные спирты, алкилфенолы, что в первую очередь связано с их невысокой стоимостью.

Ярко выраженная дифильность молекул ПАВ обуславливает одновременное проявление высоких смачивающих, эмульгирующих и моющих свойств.

Путем целенаправленного изменения числа атомов углерода в гидрофобной цепи или степени оксиэтилирования можно регулировать гидрофильность оксиэтилированных ПАВ, и тем самым – получать вещества с заранее выбранными свойствами, рассчитанными на конкретную область применения [77,78].

К основным свойствам ПАВ относят: поверхностную активность их водных растворов; способность к самопроизвольному мицеллообразованию; способность к солубилизации. Эти свойства обуславливают практическое использование ПАВ в процессах подготовки в качестве смачивателей, эмульгаторов, диспергаторов и моющих агентов.

Свойства водных растворов ПАВ определяются дуализмом строения их молекул, имеющих ярко выраженные полярные и неполярные части.

Неполярные части молекул ПАВ склонны к гидрофобным взаимодействиям, обуславливающим при достижении критической концентрации мицеллообразования (ККМ) образование агрегатов-мицелл, находящихся в подвижном равновесии с изолированными молекулами (ионами), из которых они образованы [79].

В настоящее время для описания структуры и свойств мицелл пользуются моделью Хартли. В соответствии с ней мицелла имеет сферическую форму, длинноцепные углеводородные радикалы которой обращены внутрь и образуют ядро, полярные группы обращены в водную фазу и составляют периферическую часть мицеллы.

Образование мицелл, обладающих пространственной структурой, приводит к изменению энергетического состояния системы и проявлению ряда новых свойств водных растворов ПАВ [80]. В частности, выигрыш в энергии за счет гидрофобного связывания обуславливает значительно более низкое поверхностное натяжение мицеллярных растворов, чем растворов домицеллярной области [80,81].

В коллоидных (мицеллярных) растворах ПАВ начинает наблюдаться явление солубилизации, являющееся важнейшим фактором моющего действия.

Солубилизация в водной среде представляет собой процесс растворения неполярных веществ за счет их включения в ядро мицеллы. В результате чего получают устойчивые дисперсные системы, подобные самопроизвольно образующимся ультрамикрорегетерогенным эмульсиям [82].

Установлено, что ККМ различных ПАВ может составлять от 0,1 до 7 г/л [71, 77, 83]. Такой диапазон концентраций ККМ обусловлен влиянием внешних условий на процессы мицеллообразования и собственно химической природой и структурой ПАВ.

Наиболее технологически и экономически выгодным является использование мицеллярных растворов, образованных при малых концентрациях ПАВ. В связи с этим выявление различных факторов, влияющих на ККМ и определение методов стимулирования мицеллообразования при более низких значениях ККМ является обоснованным.

В первую очередь ККМ зависит от природы ПАВ, длины и строения углеводородного радикала, характера и расположения полярной группы в его молекуле [79].

ПАВ с наиболее развитой гидрофобной частью молекулы образуют мицеллы быстрее. Строение цепей главных валентностей оказывает влияние на моющие, смачивающие и эмульгирующие свойства неионогенных ПАВ [78]. Например, наличие уже указанных разветвлений за счет гидрофобных групп действует в направлении уменьшения моющего эффекта и повышения смачивающего действия. Однако они всегда увеличивают растворимость и часто повышают способность смачивать и диспергировать жиры. При этом наличие нескольких гидрофильных групп оказывает неблагоприятное влияние на моющее действие препарата только в случае уменьшения его ясно выраженной асимметрии, но они улучшают его растворимость, диспергирующую и смачивающую способности.

Двойные связи в цепи главных валентностей повышают гидрофильность, снижают сродство к волокну, улучшают смачивающее действие и устойчивость к жесткой воде и при этом не оказывают отрицательного влияния на моющее действие [74].

Технологически важным является воздействие температуры на процессы мицеллообразования. Установлено, что ее влияние на ККМ и со-

стояние ПАВ различной химической природы в водных растворах неоднозначно.

С увеличением температуры наблюдается повышение ККМ ионогенных и, напротив, понижение для неионогенных веществ [77]. Растворение АПАВ в отличие от НПАВ начинается при более высоких температурах [36]. Однако по достижении растворимого состояния анионактивные ПАВ становятся значительно более устойчивы к действию высоких температур, чем НПАВ.

Влияние электролитов, органических веществ, рН и др. факторов на ККМ также различается в зависимости от химической природы ПАВ.

В случае неионогенных ПАВ присутствие электролитов слабо влияет на ККМ и размер мицелл. Напротив, с ростом концентрации электролитов мицеллярная масса ионогенных ПАВ существенно возрастает.

Весьма противоречивое влияние оказывает присутствие органических веществ на ККМ смесей ПАВ [77, 84, 85].

Установлено, что снижению ККМ НПАВ способствует введение в систему алифатических спиртов [77]. Органические растворители увеличивают величину ККМ ионогенных ПАВ [86].

Низкими значениями ККМ отличаются смеси АПАВ и НПАВ. Для смесей ПАВ анионактивной и неионогенной природы характерно, помимо изменения ККМ, наличие синергических эффектов, проявляющихся, в частности, в повышении моющих свойств. При этом отмечается четкий максимум свойств водных растворов смеси в зависимости от ее состава и наличие синергетического эффекта в достаточно широкой области соотношения компонентов [87,88].

Последнее обстоятельство особенно важно для щелочной отварки, поскольку позволяет значительно повысить моющую способность рабочих растворов.

2. Сольватационно-экстракционная теория отварки текстильных материалов

2.1. Изучение физико-химических свойств растворов ПАВ

Задачей процессов отварки является очистка текстильного материала от естественных примесей и искусственных загрязнений и сообщение ему устойчивых сорбционных свойств. Хлопковое волокно содержит большое количество разнообразных по составу и свойствам природных примесей,

большая часть из которых находится в растительной ткани не в виде индивидуальных соединений, а химически связана друг с другом и волокном и потому трудноудаляема.

Основу процессов щелочной отварки текстильного материала составляет деструктирующее и ионизирующее действие едкого натра на загрязняющие примеси целлюлозного волокна, перевод их в растворимое состояние и последующее удаление вместе с варочным раствором. Экстракционное действие варочных растворов можно значительно повысить за счет использования ПАВ нового поколения.

Коллоидно-химическое действие ПАВ основано на явлениях смачивания, эмульгирования, диспергирования и солубилизации. Указанные явления способствуют переводу водонерастворимых или труднорастворимых соединений в растворенное состояние, поэтому в рамках данной монографии комплексное воздействие ПАВ на удаляемые примеси принято называть сольватирующим.

С учетом сказанного актуальным явилось изучение поверхностно-активных свойств ряда ПАВ и определение условий их применения в варочных растворах. А в условиях отварки использование рассматриваемых сольватирующих неионогенных ПАВ осуществляется совместно с основным реагентом варочных растворов едким натром, обладающим многофункциональным действием в отношении хлопковой целлюлозы, ее естественных примесей и искусственных загрязнений ткани.

В связи с этим представляет интерес рассмотреть поверхностно-активные свойства водно-щелочных растворов исследуемых НП АВ.

Объектами исследования выбраны препараты: неолы с различной степенью оксиэтилирования, феноксол БВ-9/10, синтанолы АЛМ-10 и БВ-9/10, сульфосид 61. Все эти препараты, представляют собой малопенящиеся биологически мягкие (со степенью биоразложения 93-95%) препараты [89].

Для того чтобы очистить текстильный материал от загрязнений, ему, в первую очередь, необходимо придать способность смачиваться.

Смачивание текстильного материала – это сложное явление, которое состоит из ряда отдельных процессов и зависит от многих факторов: поверхностного натяжения на границе раздела фаз смачивающей жидкости и загрязнений на поверхности волокна, диффузии молекул смачивателя из

объемной фазы к смачиваемой поверхности, а также свойств поверхности волокна [90, 91].

Суровый текстильный материал практически не смачивается водой и водными растворами. Наиболее сильно этому препятствуют содержащиеся в волокне в большом количестве щелоче- и водонерастворимые естественные примеси и гидрофобные искусственные загрязнения на поверхности ткани.

При использовании ПАВ смачивание суровой ткани становится возможным за счет насыщения адсорбционного слоя вода – твердое гидро-

фобное загрязнение молекулами ПАВ и их ориентации на границе раздела фаз. По мере увеличения концентрации ПАВ гидрофобная поверхность постепенно становится гидрофильной и приобретает способность смачиваться [92, 93].

Влияние едкого натра на поверхностное натяжение водных растворов исследуемых ПАВ различной концентрации демонстрируют данные рис.1–3 [94-97].

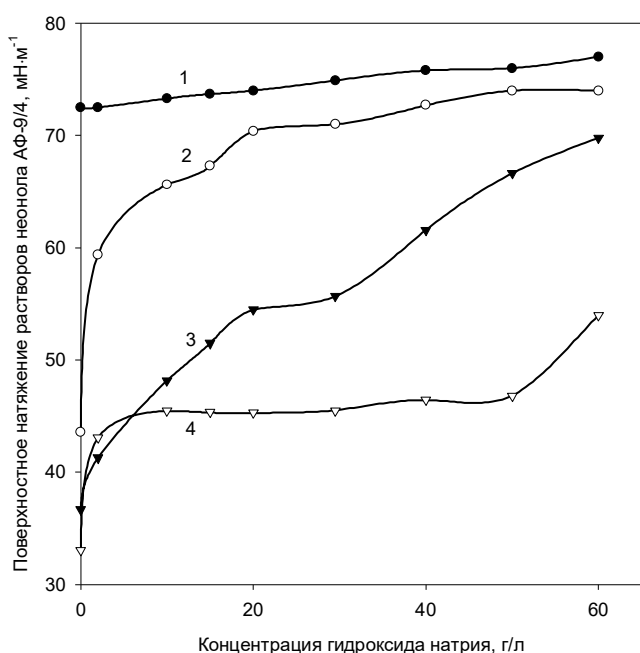


Рис.1. Влияние едкого натра на поверхностное натяжение водных растворов неонла АФ-9/4 различных концентраций:

- 1 – водный раствор гидроксида натрия;
- 2 – концентрация ПАВ в растворе 0,1 г/л;
- 3 – концентрация ПАВ в растворе 0,5 г/л;
- 4 – концентрация ПАВ в растворе 1,0 г/л

Как видно, введение едкого натра в водные растворы всех исследуемых ПАВ изменяет их поверхностное натяжение. С повышением концентрации едкого натра поверхностное натяжение водно-щелочных растворов всех исследуемых ПАВ возрастает (рис.1). Наиболее заметным повышением поверхностного натяжения исследуемых растворов становится при концентрации едкого натра более 30 г/л.

Однако для раствора неонола АФ 9/4 в концентрации 1,0 г/л поверхностное натяжение остается постоянным в достаточно широком диапазоне концентраций едкого натра от 2 г/л до 50 г/л.

Для неонола АФ 9/10 и феноксола БВ 9/10 (рис. 2 и 3) аналогичная зависимость поверхностного натяжения наблюдается при 0,5 г/л и 1 г/л при содержании едкого натра от 2 г/л до 10 г/л и от 2 г/л до 20 г/л соответственно.

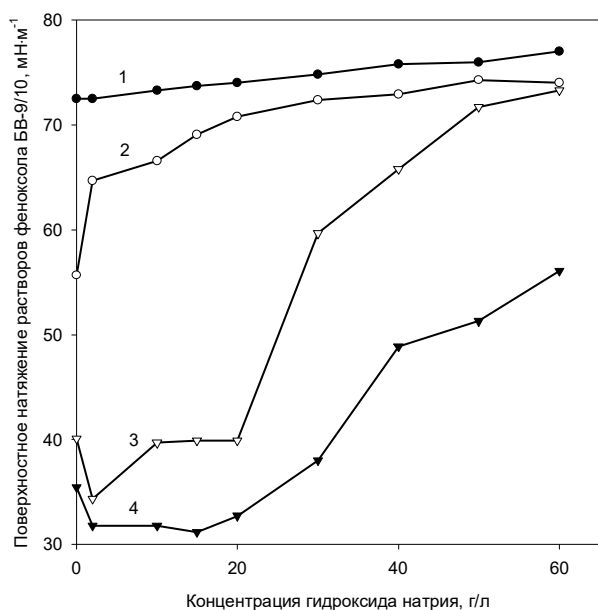


Рис. 2. Влияние едкого натра на поверхностное натяжение водных растворов неонола АФ-9/10 различной концентрации: 1 – водный раствор гидроксида натрия; 2 – концентрация ПАВ в растворе 0,1 г/л; 3 – концентрация ПАВ в растворе 0,5 г/л; 4 – концентрация ПАВ в растворе 1,0 г/л

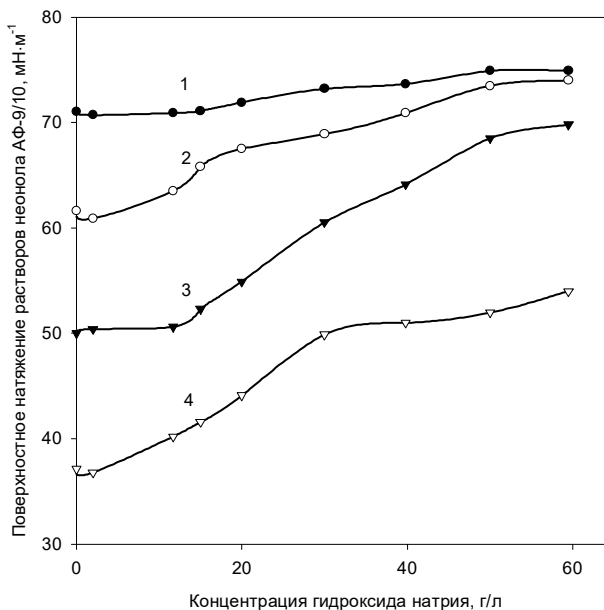


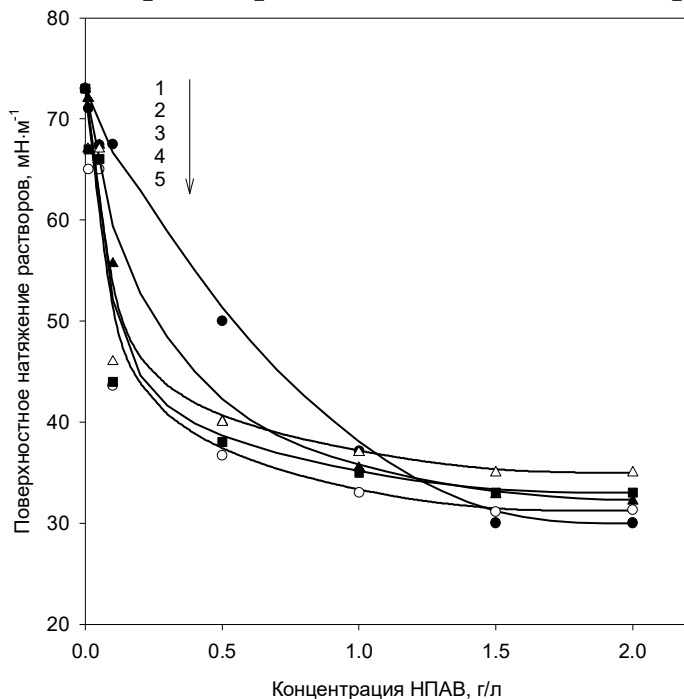
Рис. 3. Влияние едкого натра на поверхностное натяжение водных растворов феноксола БВ-9/10 различных концентраций: 1 – водный раствор гидроксида натрия; 2 – концентрация ПАВ в растворе 0,1 г/л; 3 – концентрация ПАВ в растворе 0,5 г/л; 4 – концентрация ПАВ в растворе 1,0 г/л

Учитывая температурную зависимость поверхностного натяжения [98,99] и сложный характер процесса смачивания, состоящего из разных процессов и явлений, можно считать, что достижение эффективного смачивания текстильного материала в условиях отварки будет зависеть также и от компромиссного сочетания температурных и концентрационных параметров пропитки.

Для того чтобы более подробно рассмотреть процессы смачивания текстильных материалов водно-щелочными растворами исследуемых ПАВ и определить концентрационный и температурный диапазон, при

котором можно достигнуть наибольшего смачивания текстильного материала, эксперимент проводился при температурах 20 °С и 60 °С, и различных концентрациях щелочи в анализируемых растворах (от 2 г/л до 60 г/л).

Известно, что ПАВ эффективно снижают поверхностное натяжение водных растворов, что обеспечивает протекание многих технологических



процессов, регулирует их скорость и полноту. Данные статиметрического определения поверхностного натяжения водных растворов исследуемых ПАВ различной концентрации представлены на рис.4.

Рис. 4. Поверхностное натяжение водных растворов ПАВ различной концентрации: 1 – неонол АФ-9/10; 2 – феноксол БВ-9/10; 3 – неонол АФ-9/6; 4 – неонол АФ-9/5; 5 – неонол АФ-9/4

Как видно, все исследуемые ПАВ снижают поверхностное натяжение воды до близких значений, однако их концентрации в растворах при этом различны. Концентрация неонолов АФ-9/4, АФ-9/5, АФ-9/6 и феноксола БВ-9/10, обеспечивающая наименьшие значения поверхностного натяжения в растворе, составляет около 1 г/л, для неонола АФ-9/10 от 1 до 1,5 г/л.

В соответствии с [80,81, 100] по наличию изломов на изотермах поверхностного натяжения исследуемых ПАВ графическим методом можно определить критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ) этих веществ, имеющую большое практическое значение.

Как известно, тенденция к мицеллообразованию усиливается при увеличении длины гидрофобной части молекулы ПАВ [77]. Это объясняет склонность неонола АФ-9/4, имеющего малое количество полярных групп, способных экранировать гидрофобные взаимодействия между неполярными частями его молекул, раньше других исследуемых веществ образовывать мицеллярные растворы. Его ККМ находится в

концентрационной области 0,05 – 0,1 г/л. Критическая концентрация мицеллообразования других рассматриваемых ПАВ находится от 0,1 г/л до 0,3 г/л.

Практическое использование ПАВ осуществляется при концентрации выше ККМ. На основании полученных данных можно определить технологическую концентрацию использования исследуемых ПАВ, которая составляет от 0,5 до 1 г/л.

Для эффективной очистки текстильного материала в условиях отварки ему в первую очередь необходимо придать способность хорошо смачиваться рабочими растворами. В реальных условиях отварки пропитка сурового текстильного материала осуществляется при повышенных температурах, около 70-80 °С. Это связано с необходимостью расплавления природных восков хлопкового волокна, размягчения и частичного набухания шлихты, которые сообщают гидрофобные свойства поверхности сурового текстильного материала и создают трудности при его пропитке рабочими растворами.

Смачивающая способность водных растворов ПАВ оценивалась по времени смачивания текстильного материала. Определение смачивающей способности водных растворов осуществлялось методом погружения текстильного материала в исследуемый раствор согласно методике международного стандарта ИСО 8022. Образцы текстильного материала (суровая х/б ткань башмачная арт. 7071) предварительно выдерживались в течение 3 суток в эксикаторе при относительной влажности 65 % [101 – 104].

Учитывая высокую поверхностную активность исследуемых ПАВ можно предположить, что хорошее смачивание текстильного материала при их использовании возможно при температурах ниже традиционных.

Для определения смачивающей способности растворов исследуемых ПАВ и выявления условий, обеспечивающих больший эффект от их использования, эксперимент проводился в широком диапазоне температур от 20 до 90 °С.

На рис. 5 представлены данные по смачиванию текстильного материала водными растворами ПАВ в указанном температурном диапазоне. Как можно видеть, все исследуемые ПАВ снижают время смачивания и соответственно улучшают пропитку ткани.

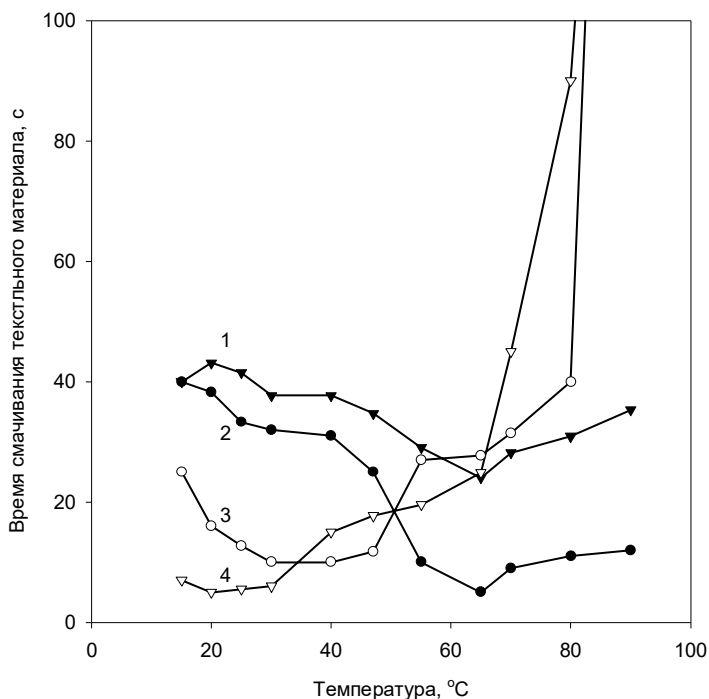


Рис.5. Влияние температуры на смачивание текстильного материала водными растворами НПАВ:

- 1 – неонол АФ-9/6;
- 2 – неонол АФ-9/4;
- 3 – неонол АФ-9/10;
- 4 – феноксол БВ-9/10

При температурах от 20 °С до 40 °С наилучшее смачивание текстильного материала достигается при использовании водного раствора феноксола БВ-9/10. Время смачивания в его присутствии снижается на по-

рядок с 15 мин для дистиллированной воды до нескольких секунд (рис.5 кривая 4). В ряду неонолов АФ-9/4-9/10 наилучшим смачивателем является неонол АФ-9/10.

С повышением температуры более 60 °С смачивающие свойства водных растворов всех исследуемых ПАВ меняются. Смачивающая способность неонола АФ-9/4 возрастает, феноксола БВ-9/10 и неонола АФ-9/10 снижается. Наименьшую эффективность феноксол БВ-9/10 и неонол АФ-9/10 проявляют при температуре выше 80 °С. При 90 °С время смачивания текстильного материала и водными растворами анализируемых препаратов, и дистиллированной водой составляет около 4 мин.

Снижение смачивающей способности неонола АФ-9/10 и феноксола БВ-9/10, очевидно, связано с изменением поверхностной активности их растворов, обусловленным процессами дегидратации оксиэтилированных цепей молекул.

Интересно отметить, что смачивающая способность неонола АФ-9/6 во всем температурном диапазоне остается практически постоянной.

При определении моющей способности водных растворов исследуемых неионогенных оксиэтилированных ПАВ пользовались методикой, описанной авторами [105]. Эффективность моющего действия исследуемых препаратов оценивали путем сравнения показателей белизны и капиллярности отмытого после загрязнения текстильного образца с теми же показателями исходного незагрязненного образца. Капиллярность

отбеленной незагрязненной ткани (миткаль арт. 43) составляла 180 мм, белизна 83 %.

Определение концентрационных и температурных параметров, при которых водно-щелочные растворы исследуемых ПАВ проявляют максимальную смачивающую способность, проводилось на основании измерения времени смачивания текстильного материала при различных концентрациях едкого натра и температурах 20 °С и 60 °С.

Из рис. 6 видно, что наилучшее смачивание при температуре пропитки 20 °С достигается в водно-щелочных растворах фенокса БВ-9/10 с концентрацией едкого натра до 40 г/л.

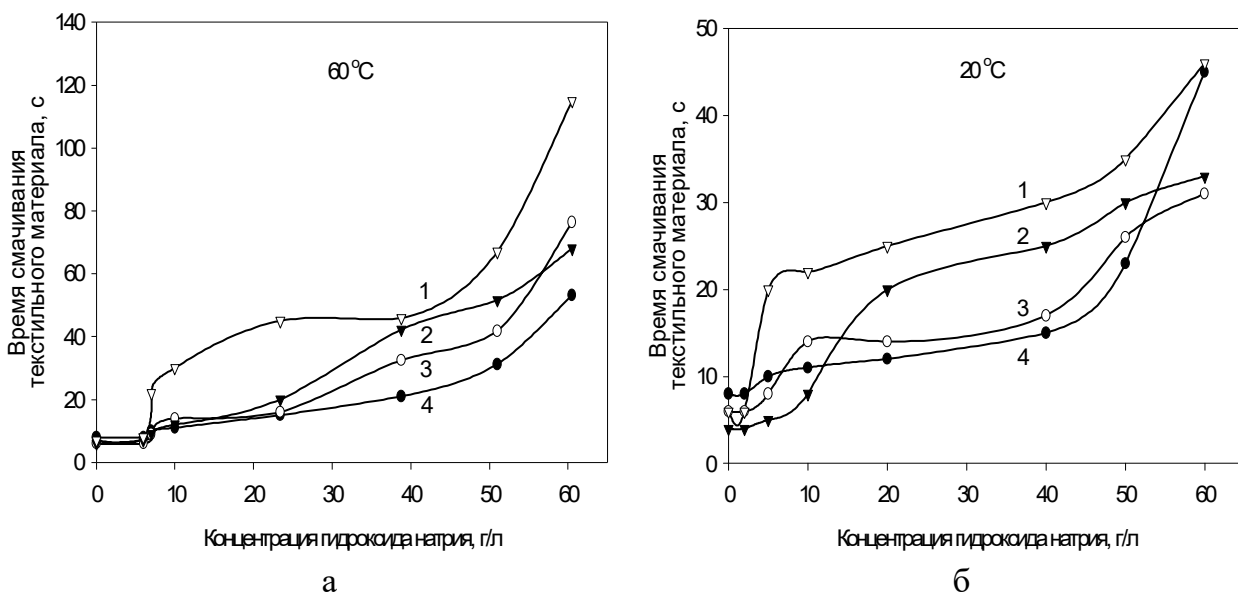


Рис. 6. Смачивание текстильного материала водно-щелочными растворами ПАВ при 60 °С (а) и 20 °С (б): 1 – неонол АФ-9/4; 2 – неонол АФ-9/6; 3 – неонол АФ-9/10; 4 – феноксол БВ-9/10

С повышением содержания едкого натра и температуры пропитки увеличивается время смачивания текстильного материала. Наилучшее смачивание при температуре 60 °С обеспечивают растворы неонола АФ-9/4 при содержании едкого натра не более 40 г/л.

Наименьшей смачивающей способностью характеризуются исследуемые растворы при содержании едкого натра 50–60 г/л и температуре 60 °С. Данные, полученные в ходе эксперимента, подтверждаются другими исследователями [106], которые рассматривали влияние электролитов на время смачивания растворами оксиэтилированных нонилфенолов. В этой работе также было отмечено, что эффективность оксиэтилированных веществ в растворах, содержащих электролиты значительно ниже по

сравнению с дистиллированной водой. Наименьшее влияние на смачивание оказывал хлорид натрия, наибольшее гидроксид натрия.

Ранее при рассмотрении влияния температуры на смачивающую способность водных растворов ПАВ в условиях принятой методики было определено время смачивания текстильного материала традиционным варочным составом при 60 °С, которое составило 9 мин [107, 108].

Исходя из этого, можно заключить, что, несмотря на снижение смачивающих свойств, исследуемых ПАВ под влиянием едкого натра, их использование в условиях реального процесса пропитки щелочными варочными растворами будет эффективно.

Установленные различия в поверхностной активности водных и водно-щелочных растворов исследуемых ПАВ позволяют предположить влияние едкого натра на моющую способность рассматриваемых ПАВ.

Наряду с явлениями смачивания основополагающими в моющем процессе являются эмульгирование и стабилизация эмульсированных загрязнений в растворе [76,109,110].

Агрегативная неустойчивость эмульсий, образованных из эмульсированных загрязнений, может приводить к повторному осаждению загрязнений на очищенную поверхность, тем самым снижая качественные показатели обрабатываемых текстильных материалов. В случае обратного осаждения капелек восков и их растекания при сушке по поверхности текстильного материала он может вновь приобрести гидрофобные свойства. Повысить агрегативную устойчивость системы можно путем введения эмульгатора [111].

В настоящее время при описании стабилизирующего действия эмульгаторов выделяют два фактора устойчивости.

Первый – создание электрического заряда, образующего двойной электрический слой на поверхности капелек эмульсии при стабилизации ионогенными ПАВ.

Второй – образование на поверхности капелек эмульсий структурированных гелеобразных слоев эмульгатора. П.А. Ребиндером и А.Б. Таубманом показана возможность возникновения на поверхности капелек основной эмульсии нескольких слоев микрокапелек, служащих структурно-механическим барьером для коалесценции [111].

Эффективность эмульгирующего действия ПАВ определяется, в первую очередь, его химической природой. Установлено, что эмульсии

типа масло в воде, могут быть стабилизированы только высокомолекулярными мылами, а щелочные соли жирных кислот, являющиеся низшими членами гомологического ряда, не проявляют эмульгирующих свойств [80,81].

Эмульгирующее действие неионогенных ПАВ выше, чем анионных [112]. Однако наиболее значительное повышение эмульгирующего действия наблюдается при переходе от использования индивидуальных ПАВ к их смесям.

На эффективность эмульгирования могут оказывать влияние различные факторы: температура, рН, присутствие различных химических реагентов.

Авторами [113] отмечается коагулирующее действие электролитов, влияние рН раствора на эмульсии, стабилизированные ионогенными мылами.

В то же время указанные факторы не влияют на эффективность эмульгирования при использовании эмульгаторов неионогенной природы. Их применение возможно в широких пределах рН и в присутствии солей жесткости [77].

Учеными ИГХТУ оценена эмульгирующая способность ряда ПАВ и выявлены наиболее эффективные из них.

Эмульгирующая способность ПАВ оценивалась по времени существования эмульсии, содержащей минеральное масло и олеиновую кислоту.

Как показывают экспериментальные данные, представленные на рис. 7, наибольшей эмульгирующей способностью обладают неионогенные ПАВ – моноалкилфенолы – неолы АФ-9/4, АФ-9/5, АФ-9/6. Эмульсии, стабилизированные этими ПАВ, не разрушаются за 6 часов, их устойчивость составляет 90-100 %.

Повышение числа гидрофильных групп за счет увеличения степени окисления в ряду неолов АФ снижает эмульгирующее действие исследуемых моноалкилфенолов, что отчетливо видно на примере неола АФ-9/10 и феноксола БВ-9/10, его ближайшего аналога. Тем не менее, устойчивость эмульсии около 50 % в течение 10 часов позволяет говорить о возможности использования этих веществ в качестве эффективных эмульгаторов.

Наименьшей устойчивостью, как показывают экспериментальные данные, отличаются эмульсии, стабилизированные синтанолами АЛМ-10

и БВ. Эффективными оказались препараты: неонолы АФ-9/4, -9/5, -9/6, -9/10 и феноксол БВ-9/10.

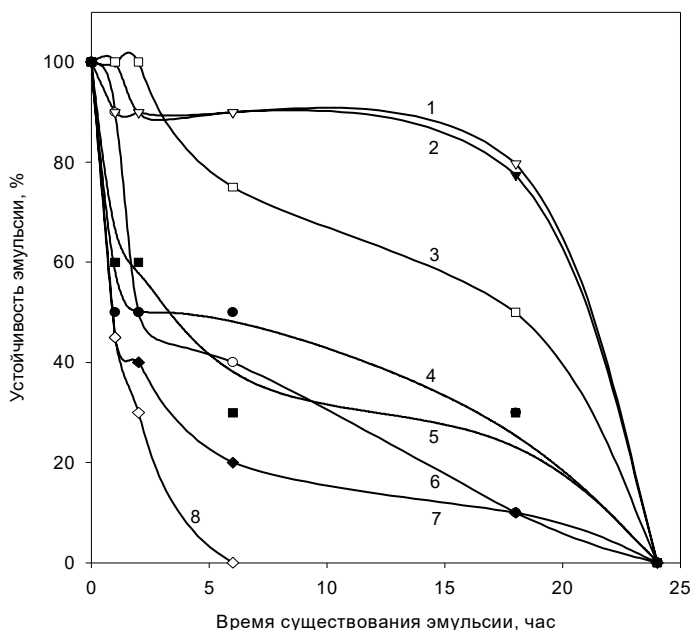


Рис.7. Зависимость времени существования эмульсии от химической природы эмульгатора:

- 1 – неонол АФ-9/4;
- 2 – неонол АФ-9/5;
- 3 – неонол АФ-9/6;
- 4 – феноксол БВ-9/10;
- 5 – сульфосид 61;
- 6 – неонол АФ-9/10;
- 7 – феноксол АФ-9/4;
- 8 – феноксол АФ-9/5.

Наиболее полно моющий процесс, с учетом его динамического характера, описывает теория Ребиндера. Согласно ей, процесс отмытки текстильного материала с участием ПАВ осуществляется благодаря: ориентированной адсорбции поверхностно-активных молекул или ионов на поверхности раздела загрязнение – раствор моющего вещества; смачиванию загрязнений, возникающих благодаря снижению межфазного натяжения на поверхности раздела фаз и расклинивающему действию, образованных мономолекулярных слоев.

Дальнейшие этапы удаления загрязнений: эмульгирование загрязнения, смачивание очищенной поверхности; диспергирование загрязнения в растворе и стабилизация дисперсии в моющем растворе протекают одновременно.

В качестве основной причины удаления гидрофобных загрязнений Ребиндером указывается расклинивающее давление. Оно представляет собой сумму трех составляющих физико-химических явлений: молекулярного притяжения между взаимодействующими объектами и водой; ионно-электростатического взаимодействия, возникающего в прослойках воды, расположенных в зазоре между взаимодействующими объектами; образования полимолекулярных гидратных слоев [111, 114, 115].

Для создания оптимальных технологических режимов использования ПАВ установление факторов, влияющих на эффективность моющего процесса, является чрезвычайно важным.

Наиболее сильно на моющий процесс с участием ПАВ воздействует температура.

Существование нижнего предела температуры в 30 °С объясняют необходимостью растворения АПАВ [36]. Растворимость НПАВ при комнатной температуре значительно выше. Предметом дискуссий является верхняя температурная граница использования ПАВ, ее рассматривают с учетом химической природы анализируемого вещества.

Практический интерес при выборе наиболее эффективного ПАВ представляет оценка моющей способности.

Основными компонентами загрязняющего состава, как правило, являются жидкие углеводородные загрязнители и сажа. После двукратного плюсования и сушки образцы отмыывают в водных растворах исследуемых ПАВ различной концентрации.

Установленное учеными ИГХТУ влияние температуры на смачивающие свойства рассматриваемых препаратов позволяет предположить, что моющая способность их водных растворов будет иметь аналогичную зависимость. Для выявления температурных параметров, соответствующих наибольшему проявлению моющей способности исследуемых ПАВ, оценка их моющего действия проводилась при различных температурах: 30 °С, 40 °С и 60 °С.

На рис. 8,9 и 10 представлено изменение капиллярных свойств и белизны образцов отмытого текстильного материала в зависимости от концентрации исследуемых ПАВ в моющих растворах от 0,01 г/л до 2 г/л и температуры моющей ванны.

Из представленных данных видно, что с ростом концентрации исследуемых препаратов до 1,0 г/л моющая способность их водных растворов увеличивается. Дальнейшее повышение содержания препаратов в моющих растворах заметно не изменяет определяемые показатели.

Полученные результаты показывают, что при температурах 30 °С и 40°С наибольшую моющую способность проявляют водные растворы феноксола БВ-9/10 и неолола АФ-9/10, при температуре 60 °С – феноксола БВ-9/10 и неолола АФ-9/4. Наибольшей моющей способностью при всех температурах обладают водные растворы феноксола БВ-9/10.

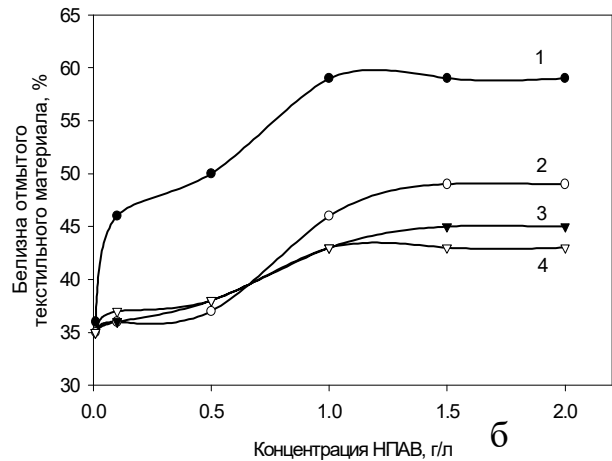
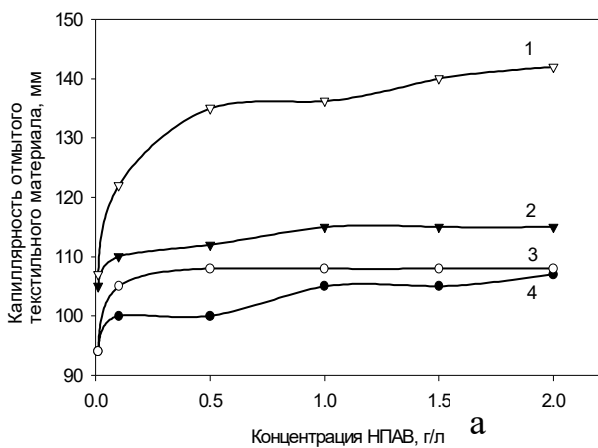


Рис. 8. Зависимость капиллярных свойств (а) и белизны (б) отмытого после загрязнения текстильного материала от концентрации НПАВ в моющем растворе при температуре 30 °С: 1 – феноксол-БВ 9/10; 2 – неонол АФ-9/10; 3 – неонол АФ-9/4; 4 – неонол АФ-9/6

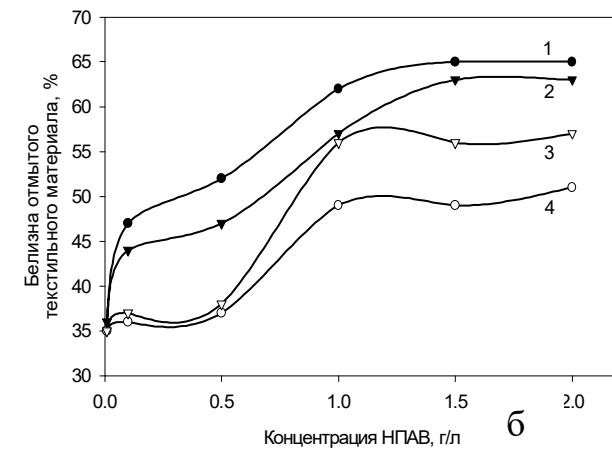
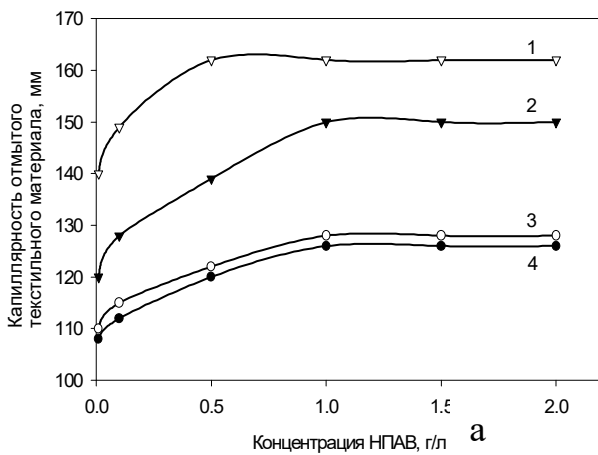


Рис. 9. Зависимость капиллярных свойств (а) и белизны (б) отмытого текстильного материала от концентрации НПАВ в моющем растворе при температуре 40 °С: 1 – феноксол БВ-9/10; 2 – неонол АФ-9/10; 3 – неонол АФ-9/4; 4 – неонол АФ-9/6

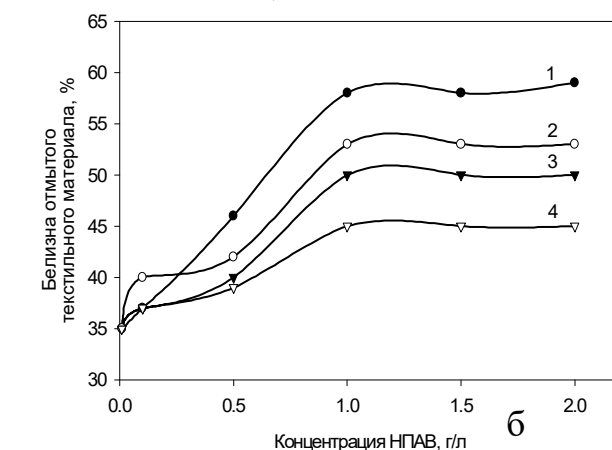
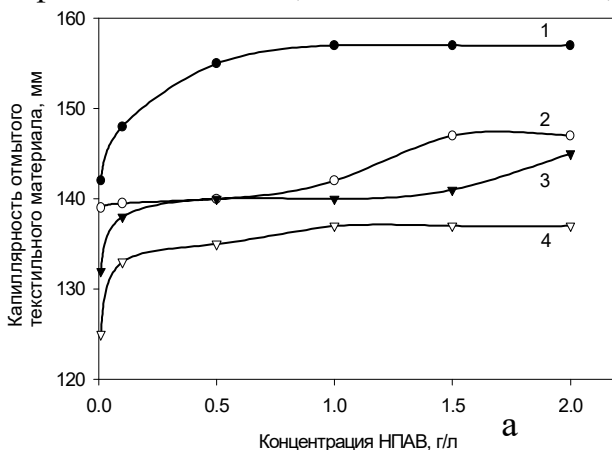


Рис. 10. Зависимость капиллярных свойств (а) и белизны (б) отмытого после загрязнения текстильного материала от концентрации НПАВ в моющем растворе при температуре 60 °С: 1 – феноксол БВ-9/10; 2 – неонол АФ-9/4; 3 – неонол АФ-9/6; 4 – неонол АФ-9/10

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что наибольшей смачивающей и моющей способностью из исследуемых ПАВ обладают водные растворы феноксолов БВ-9/10. Температурный диапазон его наиболее эффективного действия составляет 40 – 50 °С.

Моющая способность водно-щелочных растворов НПАВ оценивалась в широком диапазоне концентраций едкого натра при различных температурах в сравнении с традиционным варочным раствором, включающим едкий натр, бисульфит натрия, силикат натрия, в качестве ПАВ препарат «Талка». Это позволяет охарактеризовать различия в моющем действии традиционного раствора и с использованием рассматриваемых ПАВ и определить оптимальные концентрационно-температурные параметры моющих растворов на их основе.

Как видно из рис. 11-13, с ростом температуры и концентрации едкого натра моющая способность раствора, содержащего традиционные компоненты, возрастает.

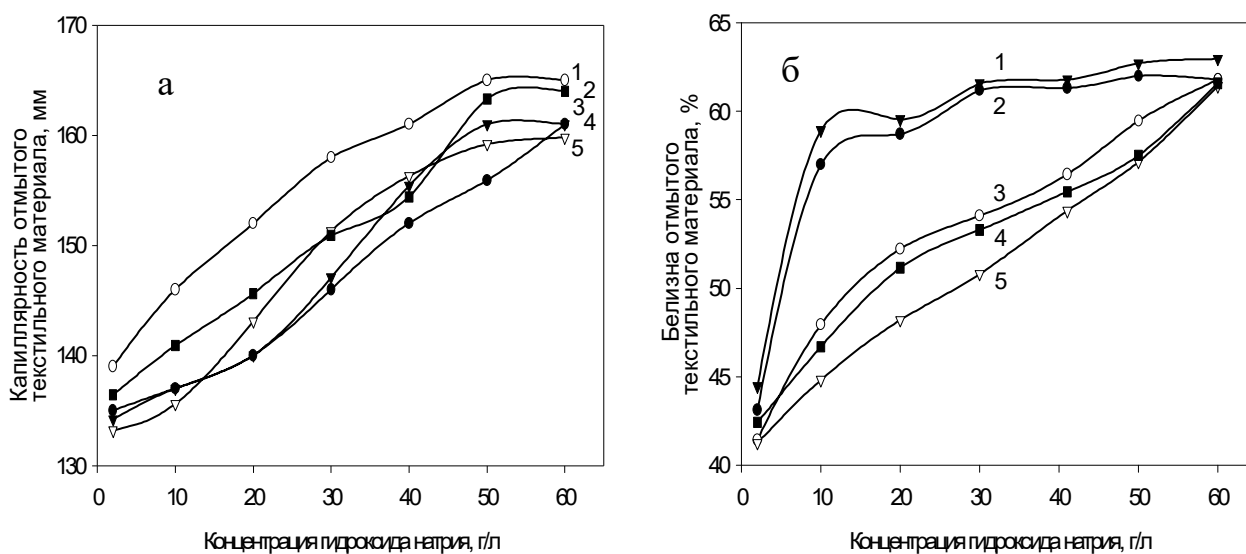


Рис.11. Зависимость капиллярности (а) и белизны (б) отмытого от загрязнения текстильного материала от концентрации гидроксида натрия при температуре моющего раствора 30 °С: 1 – феноксол БВ-9/10, 2 – неонол АФ-9/10, 3 – неонол АФ-9/4, 4 – неонол АФ-9/6, 5 – традиционный варочный состав

Однако, в целом, наилучшие результаты очистки текстильного материала от углеводородных загрязнений достигаются при использовании сольватирующего реагента, обладающего высокой моющей способностью.

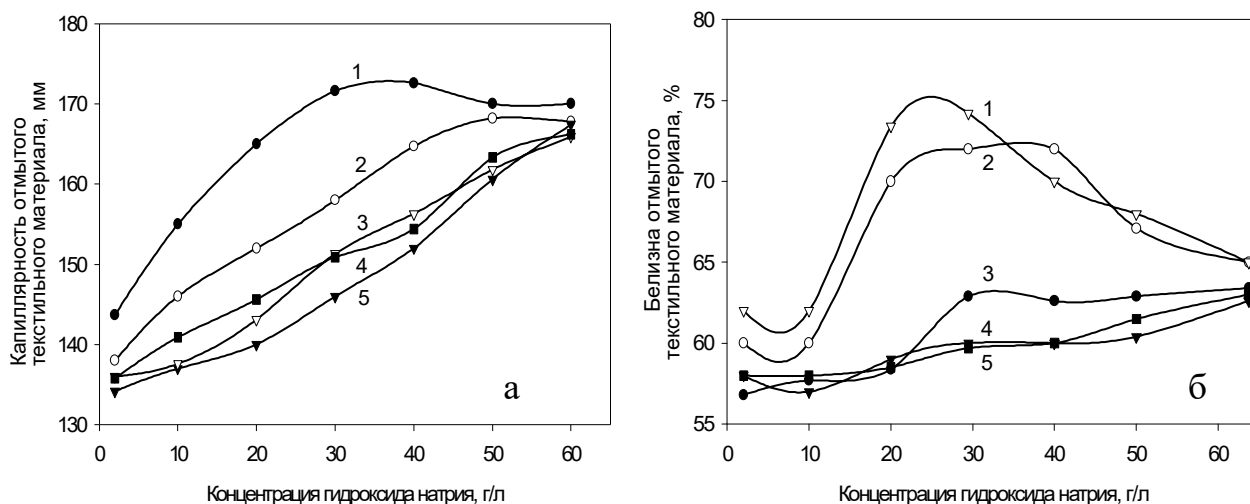


Рис.12. Зависимость капиллярности (а) и белизны (б) отмытого от загрязнения текстильного материала от концентрации гидроксида натрия при температуре моющего раствора 40 °С: 1 – феноксол БВ-9/10; 2 – неонол АФ-9/10; 3 – неонол АФ-9/4; 4 – неонол АФ-9/6; 5 – традиционный варочный состав.

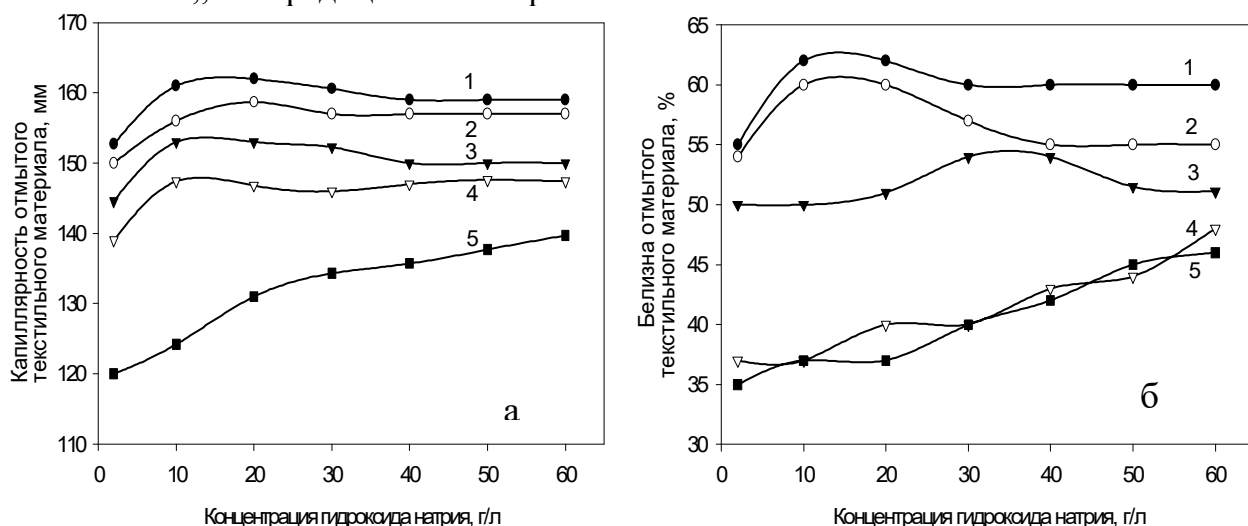


Рис.13. Зависимость капиллярности (а) и белизны (б) от концентрации гидроксида натрия при температуре моющего раствора 60°С: 1 – феноксол-БВ9/10; 2 – неонол АФ-9/4; 3 – неонол АФ-9/6; 4 – неонол АФ-9/10; 5 – традиционный варочный состав

Присутствие едкого натра в моющих растворах не изменяет температурных закономерностей, найденных для их водных растворов. При температуре 30 °С и 40 °С наибольшим моющим действием характеризуются растворы феноксола БВ-9/10 и неонола АФ-9/10, при температуре 60 °С - феноксола БВ-9/10 и неонола АФ-9/4.

Изменения показателей белизны отмытого текстильного материала в щелочных растворах исследуемых ПАВ в зависимости от концентрации едкого натра носят немонотонный характер. Для растворов феноксола БВ-9/10 и неонола АФ-9/10 наибольшая белизна отмытого текстильного материала наблюдается при температуре 40 °С и концентрации едкого

натра от 20 г/л до 40 г/л. Дальнейшее повышение концентрации едкого натра в моющих растворах несколько снижает определяемый показатель. Аналогичная тенденция наблюдается и при температуре моющего раствора 60 °С.

Наличие температурной и концентрационной зависимости поверхностно-активных свойств водных и щелочных растворов исследуемых НПАВ позволяет высказать предположение об изменении фазового состояния рассматриваемых препаратов. Судить об изменении фазового состояния НПАВ можно по изменению температуры помутнения их водных и водно-щелочных растворов и показателям кинематической вязкости.

Температура помутнения исследуемых ПАВ определялась для их 1 % растворов. Установлено, что с увеличением степени оксиэтилирования температура помутнения исследуемых моноалкилфенолов повышается. Температура помутнения неонола АФ-9/4 составляет 57 °С, неонола АФ-9/6 – 59 °С, неонола АФ-9/10 – 64 °С.

Интересно поведение неонола АФ-9/4. При температуре до 20 °С неонол АФ-9/4 в воде не растворяется, наблюдается лишь его диспергирование. С увеличением температуры растворимость неонола АФ-9/4 в воде растет, и полученный раствор характеризуется некоторой мутностью.

При температуре 57 °С помутнение раствора исследуемого препарата резко усиливается. На основании [116] наблюдаемое для раствора неонола АФ-9/4 явление можно рассматривать как указание на изменение фазового состояния, которое обусловлено образованием двух фаз, имеющих различные коэффициенты рефракции.

Такой же сложный характер температурной зависимости растворения найден для феноксола БВ-9/10. Для этого препарата определено, что при температуре 33 °С происходит помутнение раствора, исчезающее при повышении температуры до 50 °С. Еще одно резкое помутнение раствора наблюдается при достижении температуры 60 °С и сохраняется до температуры кипения.

Полученные данные вполне коррелируют с температурной зависимостью моющего действия рассматриваемых НПАВ, определенной ранее для их водных растворов. В работе [116] отмечался подобный характер растворения некоторых НПАВ. При этом на основе фазовой диаграммы авто-

рами было показано, что в зависимости от температуры НПАВ могут находиться в растворах в виде кристаллогидратов, молекулярно-растворенном состоянии и коллоидном. Сходство наблюдаемых явлений позволяет предположить, что наибольшая моющая способность феноксола БВ-9/10 при температуре 40 °С может быть объяснена наиболее полной растворимостью препарата; при этом он находится в коллоидном состоянии. Вполне вероятно также, что этот ПАВ вблизи температуры помутнения может обладать наибольшей солубилизирующей способностью.

На рис. 14 представлено влияние едкого натра на температуру помутнения исследуемых НПАВ. Как видно, введение едкого натра и увеличение его концентрации приводит к понижению температуры помутнения всех исследуемых НПАВ.

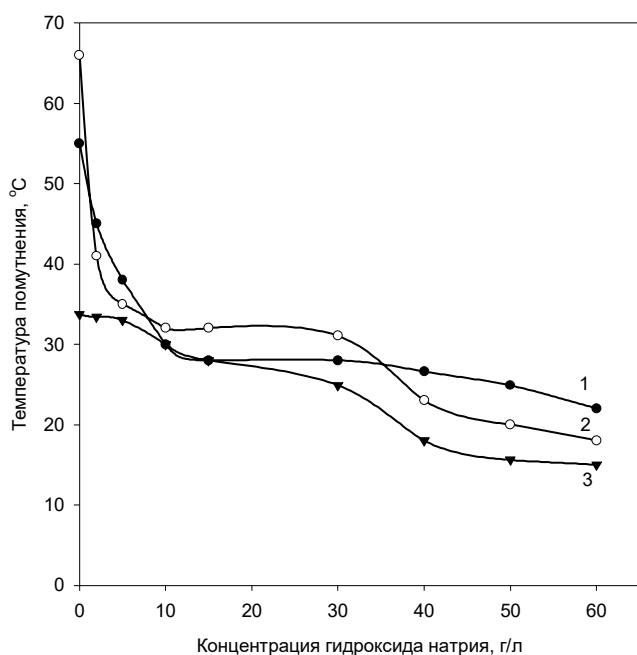


Рис. 14. Влияние концентрации едкого натра на температуру помутнения оксиэтилированных алкилфенолов: 1 – неонол АФ-9/4; 2 – неонол АФ-9/10; 3 – феноксол БВ-9/10

Наиболее сильно температура помутнения снижается при содержании щелочи более 30 г/л.

Интерес представляет концентрационная область едкого натра от 10 г/л до 30 г/л. Как видно, в таком концентрационном диапазоне температура помутнения всех исследуемых ПАВ под влиянием едкого натра меняется незначительно.

Следует отметить, что при определении температуры помутнения водно-щелочных растворов установлено, что необратимых изменений в фазовом состоянии исследуемых НПАВ под действием едкого натра не происходит. Так, для неонола АФ-9/4 найдено, что при концентрации едкого натра 60г/л и температуре раствора 50 °С препарат коагулирует, а при повышении температуры до 65 – 70 °С выделяется из раствора в макрофазу в виде масляной капли. При снижении температуры исследуемого рас-

твора до 50 °С и перемешивании растворимость препарата снова повышается. Для феноксола БВ-9/10 и неонола АФ-9/10 отмеченные эффекты наблюдаются при температурах около 80 °С.

В целом по обратимости явлений помутнения исследуемых растворов можно заключить, что в рассматриваемом концентрационно-температурном диапазоне химическая структура НПАВ не разрушается.

Данные настоящего раздела еще раз подтверждают вывод о влиянии едкого натра на технологические эффекты от использования рассматриваемых НПАВ.

Проследить влияние концентрации едкого натра на структуру растворов можно по изменениям кинематической вязкости.

Влияние рН на эффективность моющего процесса при использовании ПАВ различной химической природы демонстрируется через его влияние на величину электрокинетического потенциала и описано в [117]. Наличие экстремальной зависимости моющего действия от рН наблюдается как для анионоактивных, так и для неионогенных ПАВ, хотя причины, обуславливающие его, весьма различны [118 – 121].

В работах [117,122] описаны функции электрического заряда при стирке с ионогенными ПАВ:

- обеспечение возникновения электрокинетического потенциала между волокном и загрязнением, что приводит к ослаблению адгезионных сил между волокном и загрязнением [123,124];

- возникновение электрокинетического потенциала между моющим раствором и частицами загрязнений.

Таким образом, анализ литературных данных показывает эффективность использования ПАВ для очистки текстильных материалов.

При этом за счет использования современных ПАВ, обладающих высоким экстракционным действием, можно значительно повысить эффективность очистки текстильных материалов на стадии отварки путем экстракции сольватированных продуктов неполного разрушения природных и искусственных загрязнений.

2.2. Взаимосвязь между параметрами структуры и техническими свойствами ПАВ

При создании новых препаратов, таких как композиционные ПАВ, подбор компонентов необходимо проводить целенаправленно с учетом, как индивидуальных физико-химических свойств ПАВ, так и технических свойств полученных систем.

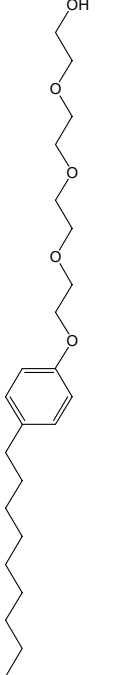
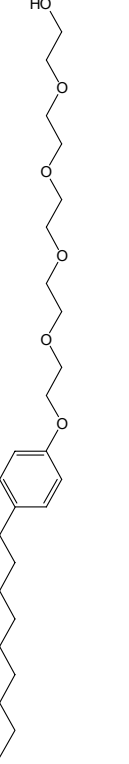
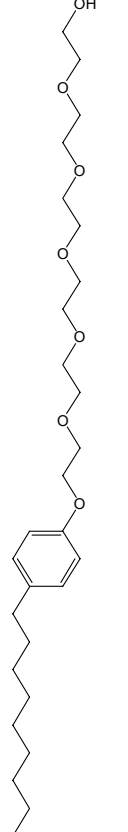
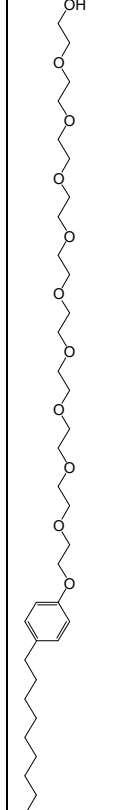
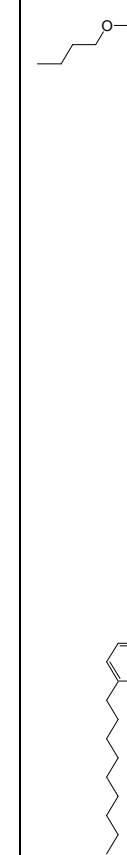
Учеными [125] выявлена взаимосвязь между свойствами ряда неионогенных оксиэтилированных ПАВ и их химической структурой. Детально описать такую связь позволил расчет физико-химических параметров молекул органических соединений с использованием программного обеспечения молекулярных расчетов [126] (HyperChem и ChemDraw Ultra – авторское право: © CambridgeSoft Corp.). Это дает возможность оценить целый ряд параметров, отражающих поведение исследуемых соединений в водных растворах, а также априори предсказать преимущественное взаимодействие анализируемых ПАВ с полярными и неполярными примесями целлюлозы и поверхностными загрязнениями ткани.

Наибольший интерес среди таких параметров представляют: молекулярный объем, энергия гидратации и коэффициент распределения $\text{Log } P_{o/w}$ органического вещества между двумя несмешивающимися фракциями *n*-октанола и воды. Последний параметр является мерой гидрофобности ПАВ и используется в физико-химических исследованиях наряду с расчетным параметром гидрофобно-липофильного баланса (ГЛБ). Практическое применение параметра $\text{Log } P_{o/w}$ оправдано тем, что его можно определить экспериментально.

Результаты проведенных расчетов, представленные в табл. 1, показывают, что при возрастании оксиэтиленовой цепи в ряду неонов АФ 9/4, 9/5, 9/6, 9/10 возрастает объем молекул ПАВ и величина энергии гидратации. Вместе с тем величина коэффициента распределения $\text{Log } P_{o/w}$ изменяется в различных направлениях в зависимости от варианта расчета. Здесь, по-видимому, проявляются противоречия в различных подходах к оценке гидрофобности органических соединений.

Таблица 1

Расчетные физико-химические параметры ПАВ

Характеристики ПАВ	Наименование ПАВ				
	неонол АФ-9/4	неонол АФ-9/5	неонол АФ-9/6	неонол АФ-9/10	феноксол БВ-9/10
Структурная формула					
Молекулярная масса	396,57	440,62	484,67	660,89	761,05
Молекулярный объем, Å ³	1378,78	1519,14	1659,64	2255,04	2612,11
Содержание этиленоксида, E, %	38,5	50,0	54,5	60,9	51,5
ГЛБ=E/5	7,7	10,0	10,9	12,2	10,3
Log P _{o/w} (ChemDraw Ultra)	6,112	6,177	6,241	6,499	8,771
Log P _{o/w} (HyperChem)	4,49	4,33	4,16	3,51	5,21
Энергия гидратации, ккал/моль (HyperChem)	-8,34	-9,59	-10,84	-15,68	-9,39

С одной стороны, увеличение объема молекулы приводит к возрастанию ее гидрофобности, с другой – наращивание полярной цепи оксиэтиленовых групп приводит к увеличению гидрофильности соединения, о

чем говорит увеличение энергии гидратации. В целом, можно полагать, что в рассматриваемом ряду поверхностно-активных веществ параметр их гидрофобности не изменяется, поэтому при дальнейшем анализе принимаем во внимание объем молекул и их энергию гидратации.

Проведенный анализ выявил корреляцию поверхностно-активных свойств исследуемого ряда ПАВ с расчетными молекулярными параметрами.

Наибольшая эффективность неонолов АФ-9/4, АФ-9/5, АФ-9/6, имеющих наименьший молекулярный объем и содержащих небольшое количество оксиэтильных групп, обуславливает преобладание в структуре молекул этих ПАВ гидрофобной составляющей, которая обеспечивает наибольшую растворимость масляной фазы в мицеллах и высокую стабильность полученной эмульсии (см. рис. 7). В дальнейшем, устойчивость эмульсий ПАВ уменьшается в строгом соответствии с увеличением объема молекулы и повышением энергии гидратации.

Увеличение объема молекулы и энергии гидратации в ряду исследуемых ПАВ обуславливает возрастание их поверхностного натяжения в диапазоне концентраций 0,2 – 0,9 г/л [122,123]. Наименьшими значениями поверхностного натяжения характеризуется неонол АФ 9/4, имеющий наименьший объем молекулы, наибольшими – неонол АФ 9/10 (см. рис.1).

Исключение составляет феноксол БВ-9/10. Расчет молекулярных характеристик феноксола БВ-9/10 показывает, что он обладает одновременно наибольшим объемом молекулы и не самой большой энергией гидратации, на уровне неонола АФ-9/5. Специфичность феноксола БВ-9/10 определяется, очевидно, присутствием в его молекуле дополнительного гидрофобного фрагмента – объемного бутильного радикала с одной стороны, и длинной оксиэтилированной цепочки – с другой. Такое сочетание в его структуре полярных и неполярных частей обуславливает две противоположные тенденции – усиление склонности к гидрофобным взаимодействиям и стремление к растворению препарата в полярной фазе и частичному экранированию гидрофобных взаимодействий.

Помимо этого, длинная оксиэтилированная цепочка в сочетании с объемной гидрофобной частью молекулы определяет образование развитого водно-углеводородного слоя периферической части мицелл.

Преобладание в разных экспериментальных условиях роли той или другой из описанных тенденций из всех рассматриваемых ПАВ проявля-

ется у феноксола БВ-9/10. Такая высокая растворимость феноксола БВ-9/10 в воде снижает его эмульгирующую способность в сравнении с неоналами АФ-9/4, 9/5, 9/6. В то же время большая эмульгирующая способность феноксола БВ-9/10, в сравнении с синтанолами, очевидно, обусловлена его способностью образовывать гидратные слои на поверхности эмульгированных капель за счет связывания оксиэтильными группами молекул воды. Это способствует повышению энергетического барьера между каплями эмульсии и препятствует их коалесценции.

Таким образом, показано, что, используя данные расчета физико-химических параметров молекул органических соединений (в данном случае это показано на примере НПAB), можно прогнозировать их свойства и поведение в различных системах химико-технологического процесса.

2.3. Перспективные ПАВ для интенсифицированной отварки хлопчатобумажных тканей

Исследования поверхностно-активных свойств ряда ПАВ неионогенной природы показали, что они в зависимости от химической структуры не в равной мере проявляют эмульгирующую, смачивающую и моющую способности. В табл. 2 представлены результаты поверхностно-активных свойств оксиэтилированных ПАВ.

Таблица 2

Поверхностно-активные свойства исследуемых НПAB

Наименование ПАВ	Поверхностное натяжение водных растворов ПАВ - 1 г/л, мНм ⁻¹	Эмульгирующая способность за 6 часов, %	Смачивающая способность водных растворов, с		Моющая способность водных растворов, оцененная по капиллярности, %	
			20 °С	70 °С	40 °С	60 °С
Неонол АФ-9/4	35	90	41	4	70,5	82,2
Неонол АФ-9/6	38	75	41	22	66,6	84,4
Неонол АФ-9/10	37	40	16	28	80,5	75,0
Феноксол БВ-9/10	36,5	50	4	24	88	87,2

Таким образом, можно предположить, что наиболее эффективным в процессах отварки будет использование композиционного препарата, включающего рассматриваемые ПАВ в качестве основы.

Большое количество примесей целлюлозного волокна представляют собой полярные гидрофильные соединения. Повышению качества очистки от них в условиях использования ПАВ способствуют вещества анионоактивной природы (АПАВ). На этом основании, для того чтобы повысить эффективность очистки хлопкового волокна от полярных примесей, в состав композиционного препарата было решено включить анионоактивную составляющую.

Из литературных данных [71,88] известно, что смеси неионогенных и ионогенных веществ обладают синергическим действием, проявляющимся, в частности, в повышении моющей способности их растворов.

Анионоактивной составляющей выбран ПАВ – фосфорсодержащее соединение метекс (степень биоразложения 95 %) [127]. Новый препарат защищен патентом и назван эмколом [123].

Оценена эффективность применения препарата эмкол в условиях щелочной отварки хлопчатобумажных тканей и отработаны режимы интенсифицированной технологии.

Для выявления технологических особенностей интенсифицированной отварки авторами [128 – 130] изучена кинетика удаления нецеллюлозных примесей и приобретение хлопковым волокном сорбционных свойств.

Для этого в процессах отварки была определена степень суммарной очистки текстильного материала, детально изучены закономерности очистки хлопкового волокна от наиболее трудноудаляемых естественных загрязнений: восков, лигнина, пектиновых веществ и установлено влияние условий отварки на сорбционные свойства хлопчатобумажного текстильного материала.

Методика оценки степени суммарной очистки основана на определении оптической плотности сернокислых растворов целлюлозы. Хлопковая целлюлоза, свободная от примесей, растворяется в 93 % серной кислоте с образованием глюкозы, растворы которой совершенно прозрачны. Наличие примесей обуславливает мутность полученных растворов, которая тем больше, чем больше засоренность ткани [131].

Предварительно расшлихтованная по методике [132] ткань (миткаль арт.43) была отварена в традиционном варочном растворе состава: силикат натрия, бисульфит натрия, в качестве ПАВ препарат «Талка» и едкий натр при температуре пропитки 70 °С с последующим запариванием

в течение 60 мин и при замене «Талки» на сольватирующий препарат эмкол в условиях снижения температуры пропитки до 50 °С. Концентрация едкого натра в варочной жидкости составляла 10 г/л, 20 г/л и 40 г/л. Полученные результаты по степени очистки ткани в этих условиях представлены на рисунках 15, а и 15, б.

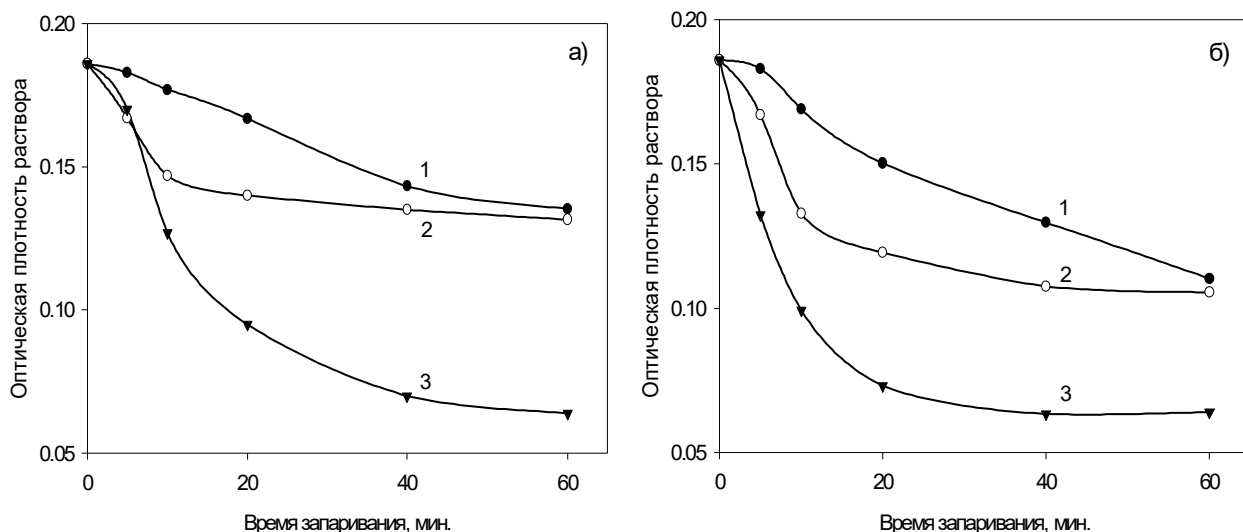


Рис.15. Оценка степени суммарной очистки хлопчатобумажных тканей по оптической плотности растворов целлюлозы при отварке по традиционному способу (а) и с использованием препарата эмкол (б). Концентрация едкого натра, г/л: 1 – 10; 2 – 20; 3 – 60

Как видно, с повышением концентрации едкого натра в варочных растворах и времени запаривания оптическая плотность всех исследуемых растворов понижается. Наименьшей оптической плотностью обладают растворы целлюлозы, обработанной в условиях запаривания в течение 60 мин, как с использованием традиционного варочного состава, так и в присутствии препарата эмкол (кривые 3 на рис.15, а и 15, б).

При концентрации щелочи в варочных растворах до 20 г/л наименьшей оптической плотностью характеризуются сернокислые растворы целлюлозы, обработанной в присутствии сольватирующего препарата. По понижению оптической плотности растворов с 0,19 до 0,103 видно, что при использовании препарата эмкол после 60-минутного запаривания (кривая 2 на рис.15, а) с ткани удаляется до 43 % загрязнений, в то время как степень очистки ткани, обработанной в традиционных растворах, составляет 26 %; оптическая плотность соответствующего раствора составляет 0,132 (кривая 2 на рис.15, б).

Интересны данные кривой 3 на рис.15, б. По понижению оптической плотности исследуемых растворов до 0,1 видно, что уже после 10 минут

запаривания при использовании сольватирующего препарата эмкол можно достигнуть степени очистки в 55,3 %.

Полученные данные могут быть использованы для определения концентрационных и температурных параметров технологии интенсифицированной отварки хлопчатобумажных текстильных материалов.

Важной задачей отварки является придание обработанному текстильному материалу высоких гигроскопических свойств. Во многом сорбционные свойства текстильного материала обусловлены степенью его очистки.

Из сравнения данных, представленных на рис. 16 и 17, видно, что в присутствии препарата эмкол текстильному материалу придаются высокие гигроскопические свойства при снижении концентрации едкого натра в варочном растворе и времени запаривания.

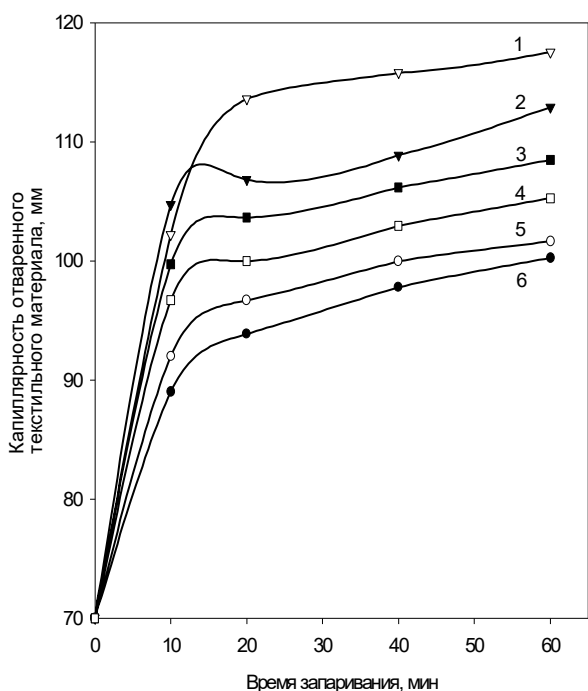


Рис. 16. Влияние времени запаривания на гигроскопические свойства миткаля арт. 43, отваренного в варочном растворе состава: силикат натрия - 1,5 г/л, бисульфит натрия - 1,5 г/л, препарат «Талка» - 1 г/л при различных концентрациях едкого натра, г/л: 1 – 60; 2 – 50; 3 – 40; 4 – 30; 5 – 20; 6 – 10

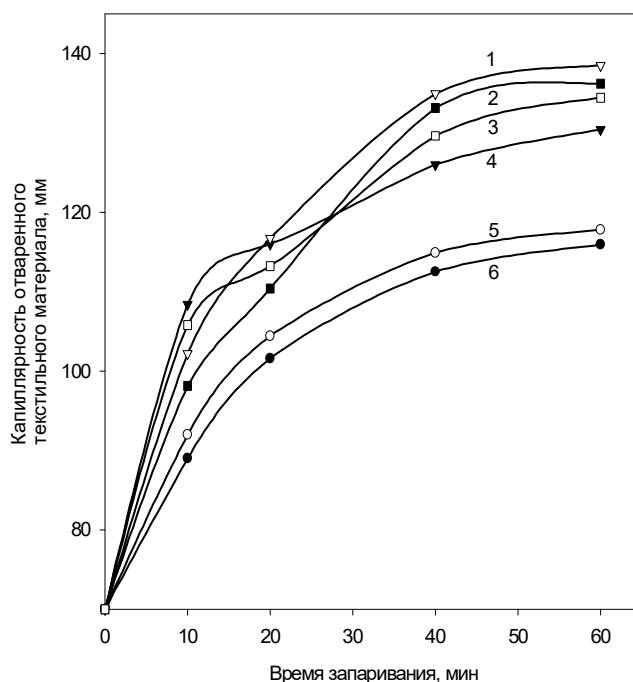


Рис. 17. Влияние времени запаривания на гигроскопические свойства миткаля арт. 43, отваренного в варочном растворе состава, содержащего препарат Эмкол - 1 г/л, силикат натрия - 1,5 г/л, бисульфит натрия - 1,5 г/л и едкий натр в различных концентрациях, г/л: 1 – 60; 2 – 50; 3 – 40; 4 – 30; 5 – 20; 6 – 10

Полученные экспериментальные данные показывают, что сольватационно-экстракционное действие препарата эффективно дополняет деструктирующее действие едкого натра в отношении сопутствующих веществ целлюлозы, и это позволяет качественно очистить текстильный материал, придать ему высокую и устойчивую гигроскопичность при одновременном снижении концентрации едкого натра в варочных растворах и длительности запаривания.

Остаточное содержание природных воскообразных веществ определялось гравиметрическим методом, после экстракции их из волокнистого субстрата изопропиловым спиртом согласно методике [129].

Результатами, полученными в первой части работы, показано, что составы, содержащие ПАВ, обладают высокой смачивающей и моющей способностью при температурных условиях, отличающихся от традиционных. Можно предположить, что использование варочных растворов на основе эмкола повысит эффективность очистки ткани от воскообразных соединений и одновременно позволит снизить концентрацию едкого натра в варочном растворе, температуру пропитки и длительность запаривания.

Остаточное содержание восков при различных технологических режимах отварки приведено в табл. 3.

Сравнение качества очистки текстильных материалов от воскообразных веществ в условиях интенсифицированной и традиционной технологий показало, что за счет применения эмкола становится возможным снизить время запаривания ткани варочным раствором и содержание едкого натра в нем. В условиях замены «Талки» на эмкол остаточное содержание восков 0,33 % достигается при запаривании в варочном растворе с концентрацией едкого натра 20 г/л в течение 40 мин.

Эффективность разработанного препарата была оценена и в условиях снижения расхода пара на запаривание. Установлено, что использование эмкола позволяет одновременно снизить концентрацию едкого натра, температуру запаривания и время обработки. Так, в условиях запаривания при 75-80 °С в течение уже 40 мин остаточное содержание восков такое же, как после обработки по традиционной технологии.

Таблица 3

Остаточное содержание восков при различных технологических режимах отварки хлопчатобумажной бязи арт. 262

Состав варочного раствора, г/л	Время запаривания, мин	Остаточное содержание восков, % к массе волокна
Едкий натр 100 % - 15 Силикат натрия - 1,5 Бисульфит натрия 38 % - 1,5 СМС «Талка» - 1,0	60	0,36
Едкий натр 100 % - 15 Силикат натрия - 1,5 Бисульфит натрия 38 % - 1,5 Эмкол - 1,0 Температура запаривания 100-102 °С	20 40 60	0,40 0,33 0,25
Едкий натр 100% - 15 Силикат натрия - 1,5 Бисульфит натрия 38% - 1,5 Эмкол - 1,0 Температура запаривания 75-80°С	20 40 60	0,57 0,36 0,28
Расплихтованная ткань		0,92

Таким образом, полученные данные показали, что при использовании эмкола может быть реализована возможность разработки интенсифицированной технологии отварки, отличающейся большей экономичностью.

Наиболее вероятно, что пектиновые вещества находятся в волокне в виде нерастворимых солей кальция и магния и связаны с другими нецеллюлозными соединениями волокна (полисахаридами, воскообразными соединениями). Склонность пектиновых веществ к желатинированию обуславливает сложности удаления не только их самих, но и очистку текстильного материала от других нецеллюлозных примесей в целом [12].

Кроме того, установлено, что неполная очистка от пектинов может приводить к пожелтению текстильного материала при сушке.

Именно поэтому удалению пектиновых веществ из волокна на стадии подготовки придают большое значение.

Для оценки влияния разработанного препарата на полноту удаления пектиновых веществ был выбран метод спектрофотометрического опреде-

ления продуктов их гидролиза в виде окрашенных соединений с ортолуидиновым реагентом.

В соответствии с литературными данными [129, 132] характеристическими максимумами поглощения пектиновых веществ являются длины волн 630 нм. Спектр поглощения уроновых кислот имеет "плато" при 420 – 440 нм и максимум при 555 нм. Используя эти данные дифференцированно, было оценено качество удаления пектиновых веществ из хлопчатобумажной ткани и определена суммарная степень очистки.

В табл. 4 представлены данные по содержанию пектиновых веществ в хлопковом волокне, отваренном в различных условиях.

Таблица 4

Остаточное содержание пектиновых веществ при различных условиях обработки текстильного материала

Условия обработки текстильного материала	Оптическая плотность экстрактов пектиновых веществ при длине волны, нм			Остаточное содержание пектиновых веществ, %			
				при длине волны, нм			среднее
	430	555	630	430	555	630	
Растворитель	0,248	0,230	0,012				
Суровая ткань	0,503	0,406	0,256	100,0	100,0	100,0	100,0
Традиционный состав при запаривании 5 мин	0,427	0,402	0,128	70,4	80,0	50,0	66,8
Предлагаемый с использованием варочного состава: едкий натр-20 г/л, эмкол 1 г/л после запаривания 5 мин	0,328	0,247	0,089	65,2	60,8	35,0	53,7
Традиционный состав при запаривании 10 мин	0,146	0,069	0,057	29,0	17,0	22,2	22,7
Предлагаемый с использованием варочного состава: едкий натр – 20 г/л, эмкол 1 г/л после запаривания 10 мин	0,078	0,025	0,032	15,9	6,1	12,4	11,4

Серией экспериментов было подтверждено мнение [26] о том, что пектиновые вещества удаляются в условиях отварки на начальной стадии процесса.

Оценка эффективности использования сольватирующего препарата эмкол для очистки хлопчатобумажного текстильного материала от пектиновых веществ проводилась на основании сопоставления средних значений остаточного количества пектиновых веществ после проведения интенсифицированной и традиционной отварки.

Как видно по изменению оптической плотности исследуемых растворов (табл. 4) в зависимости от условий обработки скорость и полнота удаления пектиновых веществ различна. С увеличением времени запаривания очистка ткани от пектиновых веществ улучшается.

При использовании препарата эмкол в условиях снижения концентрации едкого натра до 20 г/л за время запаривания 5 мин достигается такая же степень удаления пектиновых веществ, как при запаривании в течение 10 мин в условиях традиционной отварки.

Из сопоставления средних значений остаточного количества пектиновых веществ после проведения интенсифицированной и традиционной отварки определено, что наиболее полно очистить текстильный материал от пектиновых веществ удается при использовании препарата эмкол. Остаточное содержание пектинов после 10 мин запаривания по интенсифицированной технологии с концентрацией едкого натра 20 г/л не превышает 11,4 % в сравнении с 22 % , определенными для технологии, в которой концентрация едкого натра в варочных растворах составляет 40 г/л.

2.4. Удаление лигнина в условиях сольватационно-экстракционной очистки хлопчатобумажных тканей

Известно, что удаление лигниновой «галочки» чрезвычайно затруднено. Это обусловлено высокими гидрофобными свойствами лигнифицированной частицы и ее устойчивостью к различным химическим реагентам [18].

В основном лигнин удаляется на стадии беления, где под воздействием окислительных обработок в присутствии щелочи на стадии запаривания происходит его деструкция и обесцвечивание хромофорных фрагментов. Однако набухание и частичное растворение низкомолекулярных

фракций лигниновой «галочки» начинается уже на стадии обработки ткани горячими варочными растворами при проведении щелочной отварки.

Наиболее полно низкомолекулярные фракции лигниновой «галочки» удаляются при периодических способах отварки, в которых обработка ткани проводится в течение длительного времени и под давлением [16]. При непрерывных скоростных режимах с кратковременным воздействием реагентов на ткань стадия проникновения щелочи и других компонентов варочного раствора в частицы примесей становится лимитирующей. В этих условиях возрастает роль поверхностно-активных веществ, обладающих моющими свойствами.

Для того чтобы оценить влияние препарата эмкол на степень удаления лигнина из текстильного материала, были проанализированы УФ – спектры поглощения диоксановых экстрактов остаточного лигнина при различных условиях обработки. Растворы фотометрировали на приборе «Spekord-450» в коротковолновой области при длинах волн 250 – 350 нм.

Серией экспериментов установлено, что набухание лигниновой «галочки» и удаление ее низкомолекулярных фрагментов в условиях традиционной щелочной обработки начинается после запаривания ткани не менее 20 мин. В производстве время запаривания при непрерывных способах составляет 60 мин, поэтому оценка эффективности сольватирующего препарата эмкол проводилась исходя из сравнения количества остаточного лигнина после обработки ткани по традиционной технологии.

Спектральные кривые остаточного лигнина представлены на рис. 18, рассчитанная степень очистки текстильного материала от лигнина приведена в табл. 5.

Из данных рис. 18 и табл. 5 видно, что после обработки ткани в условиях как традиционного способа, так и при использовании сольватирующего агента УФ-спектр остаточного лигнина заметно изменяется по сравнению с исходным.

Как можно видеть по понижению интенсивности спектральных полос, при увеличении времени запаривания количество остаточного лигнина на ткани снижается. Причем интенсивность спектральных полос, характеризующих остаточное содержание лигнина после запаривания в течение 60 мин в условиях традиционной и интенсифицированной отварки, практически одинакова. Полученные данные еще раз подтверждают, что

при отварке возможно разрушение и удаление только низкомолекулярных фракций, содержание которых, очевидно, составляет не более 20 %. Для полной очистки ткани от лигнина необходимо проведение окислительных обработок. Интенсифицирующее действие препарата эмкол на удаление лигнина видно при снижении концентрации едкого натра с 60 г/л до 20 г/л. Замена СМС «Талки» на эмкол в этих условиях увеличивает степень очистки с 8,3 % до 11,4 %.

Таблица 5

Степень удаления лигнина из хлопчатобумажной ткани
в процессе отварки

Состав варочного раствора, г/л	Время запаривания, мин	Степень удаления лигнина, %
Традиционный варочный состав, г/л: Едкий натр 100 % - 60 Силикат натрия – 1,5 Бисульфит натрия 38 % - 1,5 «Талка» - 1,0	20	8,3
Традиционный варочный состав: Едкий натр 100 % - 60 Силикат натрия – 1,5 Бисульфит натрия 38 % - 1,5 «Талка» - 1,0	60	19,0
Предлагаемый варочный состав: Едкий натр 100 % - 20 Препарат эмкол – 1,0	20	1,0
Предлагаемый варочный состав: Едкий натр 100 % - 60 Препарат эмкол – 1,0	20	11,4
Предлагаемый варочный состав: Едкий натр 100 % - 60 Препарат эмкол - 1,0	60	19,5

Полоса на спектральных кривых в области 270 нм, по мнению авторов [131,132], образована за счет суммарного поглощения бензольных колец лигнина и сопряженных с ним функциональных групп (-ОН, -СНО, -ОСН₃). Поэтому снижение интенсивности поглощения при 260 – 270 нм указывает на разрушение ароматической структуры лигнина и частичное

удаление его из волокна в виде фрагментов, содержащих указанные функциональные группы.

Экспериментальные данные по изучению кинетики очистки хлопчатобумажного текстильного материала при отварке с использованием сольватирующих ПАВ выявили высокую степень очистки ткани в условиях снижения концентрации едкого натра в варочных растворах.

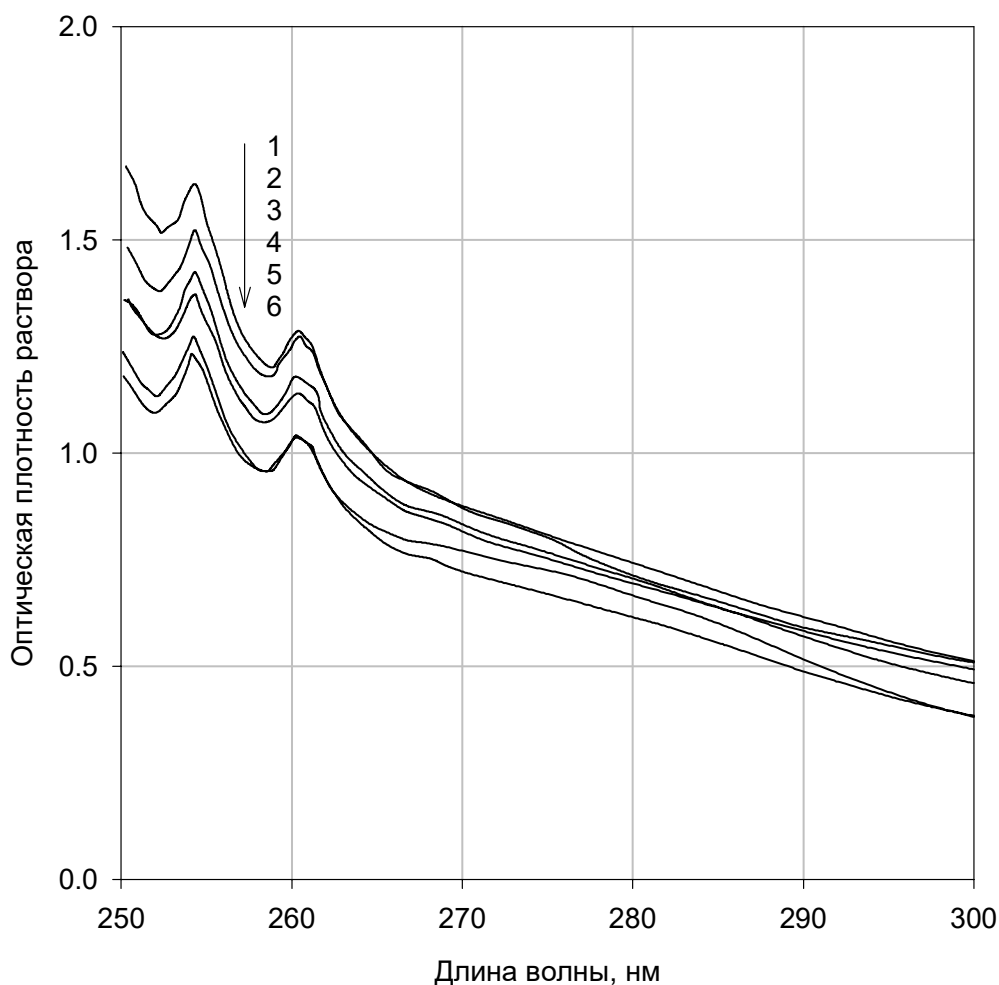


Рис.18. УФ-спектры поглощения остаточного лигнина при различных способах обработки текстильного материала (бязь 242):

- 1 – суровая ткань;
- 2 – после пропитки ткани варочным раствором, содержащим едкий натр – 20 г/л, эмкол – 1 г/л, и запаривания в течение 20 мин;
- 3 – после пропитки ткани традиционным варочным раствором с концентрацией едкого натра – 60 г/л, и запаривания в течение 20 мин;
- 4 – после пропитки ткани варочным раствором, содержащим едкий натр – 60 г/л, эмкол – 1 г/л, и запаривания в течение 20 мин;
- 5 – после пропитки ткани в течение 60 мин. в традиционном варочном растворе при концентрации едкого натра – 60 г/л;
- 6 – после обработки ткани варочным раствором, содержащим едкий натр – 20 г/л, эмкол – 1 г/л, и запаривания в течение 60 мин.

Сольватирующее действие изученных ПАВ позволяет не доводить деструкцию нецеллюлозных примесей до образования щелочерастворимых продуктов, а эффективно извлекать из волокна продукты их неполного разрушения. Это обуславливает значительное повышение роли ПАВ в качестве реагентов варочных растворов и показывает целесообразность создания новой интенсифицированной технологии отварки на основе их использования.

2.5. Технология подготовки хлопчатобумажных тканей при использовании композиционного препарата эмкол

Учеными ИГХТУ разработана технология интенсифицированной отварки с использованием препарата эмкол, положительно отличающаяся от традиционных технологий отварки пониженными концентрационно-температурными и временными параметрами технологического процесса [133 – 138].

На примере хлопчатобумажной бязи арт. 262 была проведена аппроксимация экспериментальных данных при помощи программы «Surfer» и осуществлен выбор оптимальных концентраций гидроксида натрия, температуры пропитки и длительности запаривания.

Полученные результаты представлены на рис.19 и 20 в виде линий уровня параметров: капиллярность текстильного материала после отварки и беления, белизна в зависимости от концентрации едкого натра в варочных растворах и времени запаривания при отварке и белении.

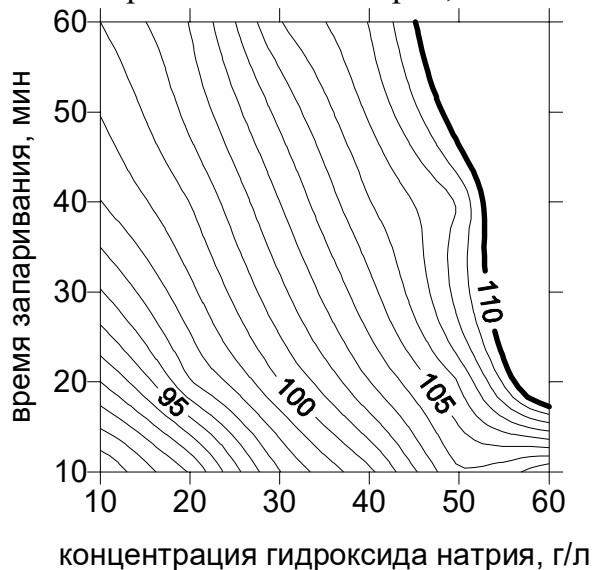
При определении оптимальных параметров процесса была учтена температура пропитки варочным раствором, которая составляла для традиционного способа отварки 75-80°C, для интенсифицированной отварки 45-50°C.

Из рис. 19 видно при каких оптимальных сочетаниях технологических параметров оказывается возможным добиться требуемых качественных показателей обработки ткани. Поиск оптимальных областей технологических параметров процесса отварки проводился путем наложения диаграмм а, б, в.

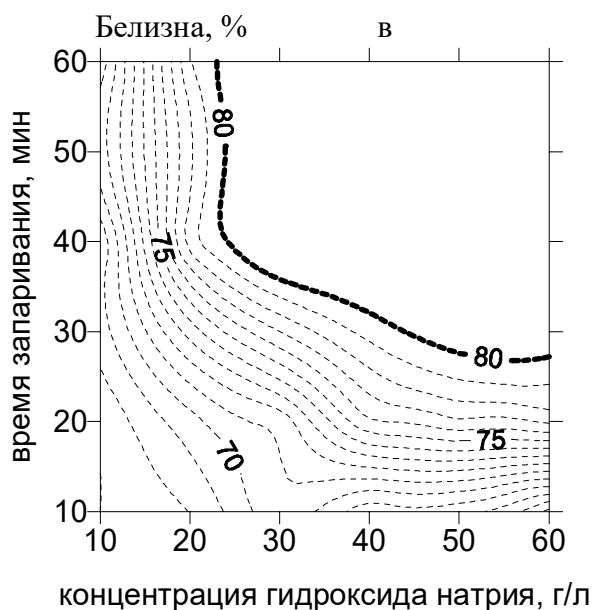
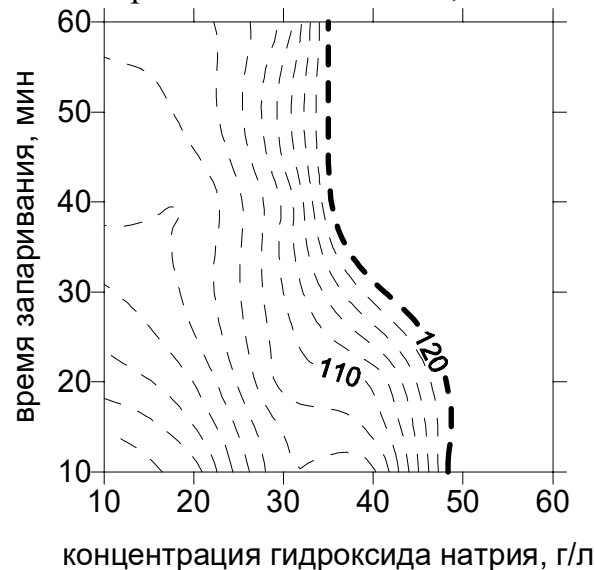
Найденные оптимальные области технологических параметров представлены на рис.19(г). Как видно капиллярность выше 130 мм после беления и белизну более 83% можно достичь при концентрации едкого

натра в варочном растворе от 40 г/л до 60 г/л и времени запаривания от 50 до 60 мин.

Капиллярность после отварки, мм а



Капиллярность после беления, мм б



Капиллярность после отварки – капиллярность после беления – белизна г

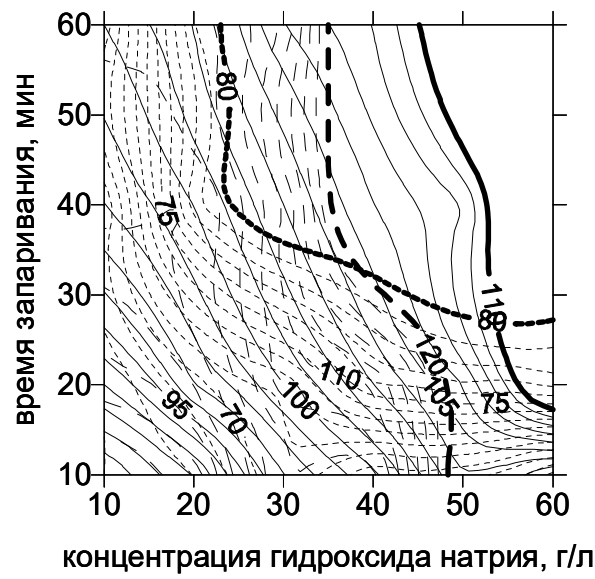


Рис. 19. Сплайн-аппроксимация и оптимизация режима отварки при традиционном составе варочного раствора

При сравнении рис. 19, г и 20, г видно, что область, соответствующая таким же результатам в условиях интенсифицированной технологии отварки, значительно больше. Капиллярность 130 мм после беления и белизна более 83 % текстильному материалу сообщаются при концентрации едкого натра в варочном растворе от 20 г/л до 25 г/л и времени запаривания от 40 мин.

Капиллярность после отварки, мм а

Капиллярность после беления, мм б

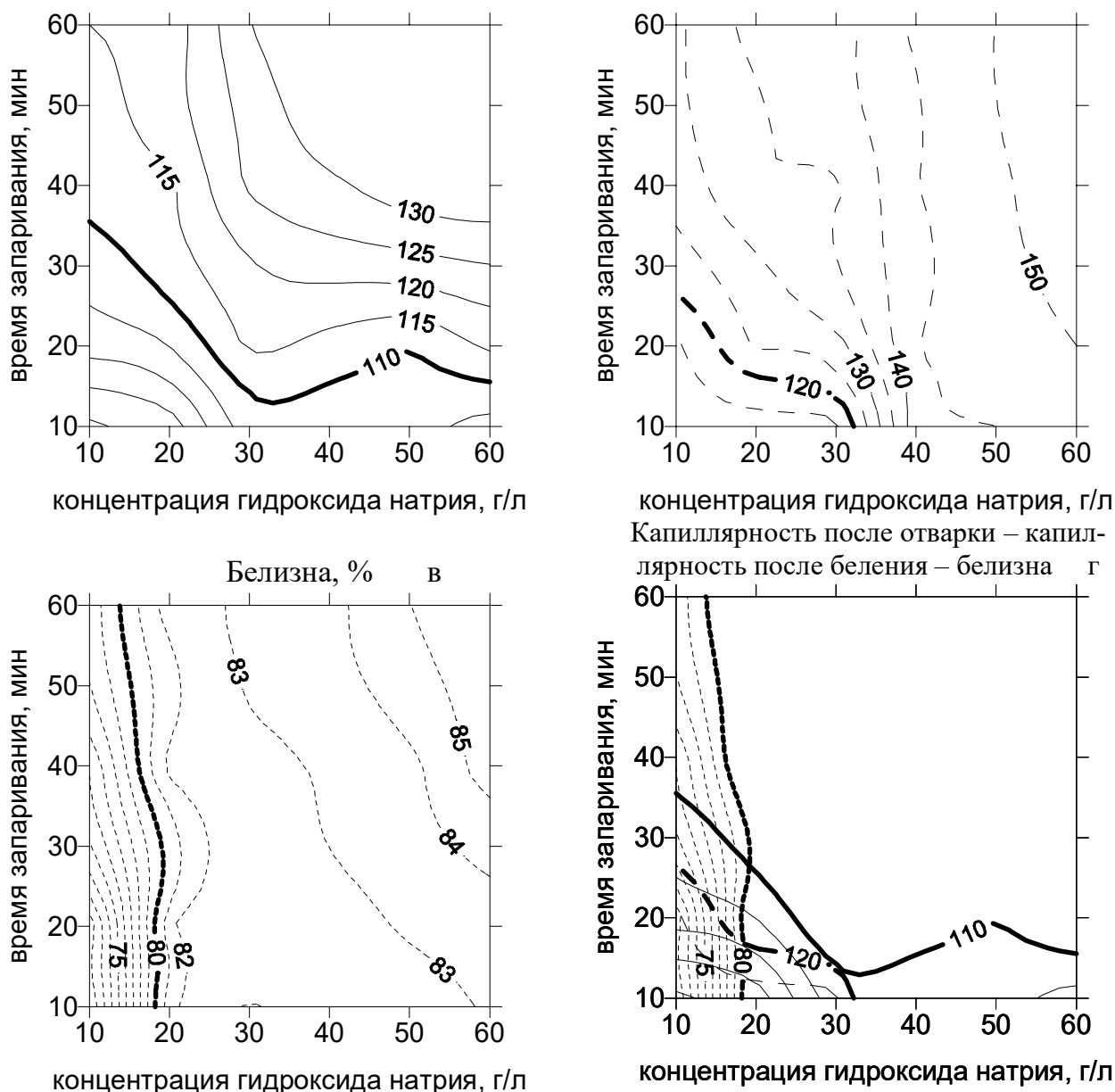


Рис. 20. Сплайн-аппроксимация и оптимизация режима интенсифицированной отварки

Технические результаты подготовки бязи арт. 262 с использованием препарата эмкол, представлены в табл. 6. Как видно, предложенный способ позволяет в сравнении с ходовым получить лучшие технические результаты обработанных тканей, в 1,5 раза снизить концентрацию едкого натра в варочном растворе при меньшем расходе препарата эмкол.

Экономический эффект складывается из экономии химических материалов за счет снижения расхода едкого натра, энергоносителей температуры пропитки варочным раствором и продолжительности запаривания.

Таблица 6

Показатели качества хлопчатобумажной бязи арт. 262, обработанной по традиционной и предлагаемой технологии

Технологические параметры и показатели качества подготовки	Технология	
	Ходовая с использованием эмигена	Предлагаемая с использованием эмкола
Капиллярность, мм	110 – 142	146 – 170
Белизна, %	80 – 82	82 – 84
Концентрация едкого натра в отварке, г/л	55 – 60	35 – 40
Концентрация препарата в отварке, г/л	2	1

На основании полученных данных предложены технологические режимы процессов подготовки для тканей разных артикулов, отличающихся поверхностной плотностью и назначением. Технические результаты обработки этих тканей, полученные в условиях традиционной отварки, и реагенты варочных и белящих растворов представлены в табл. 7 и 8.

Данные, представленные в табл. 7 и 8, показывают целесообразность использования композиционного препарата эмкол. При этом становится возможным снизить концентрацию едкого натра в варочном растворе, температуру пропитки и время запаривания при отварке, расход реагентов белящего состава, время запаривания при белении.

Полученные данные являются основой новой интенсифицированной технологии отварки с использованием сольватирующих ПАВ и могут применяться для освоения в производстве материало- и энергосберегающих технологий отварки хлопчатобумажных текстильных материалов.

Производственные испытания разработанного препарата эмкол в технологии подготовки хлопчатобумажной ткани арт. АЛ-99-43 и бязи арт. 262. показали преимущества его использования в сравнении с применяемыми в производстве препаратами. К достоинствам разработанного препарата эмкол специалисты производства отнесли экономичность его использования, возможность сокращения расхода других реагентов варочных составов, возможность экономии теплоэнергии за счет снижения температуры пропитки с 65–70 °С до 40–50 °С и длительности запаривания, низкую пенообразующую способность. В целом препарат и технология с его использованием получили положительную оценку.

Таблица 7

Технические показатели хлопчатобумажных текстильных материалов, обработанных при различных способах подготовки

Технология отварки	Концентрация гидроксида натрия, г/л	Температура пропитки варочным раствором, °С	Время запаривания при отварке, мин	Время запаривания при беле-нии, мин	Технические показатели обрабатываемых тканей			
					Капиллярность после отварки, мм	Капиллярность после беле-ния, мм	Белизна, %	Прочность, кгс
Миткаль арт. 43								
Ходовая	20	70	60	60	135	145	83	22/20
Предлагаемая	11	45-55	30	30	135	155	82	25/18
Сатин арт. 528								
Ходовая	40	70	60	60	100	120	82	30/32
Предлагаемая	25	45-55	30	30	120	140	83	32/28
Флора арт. 3701								
Ходовая	50	70	60	40	90	115	81	74/32
Предлагаемая	35	50	30	30	110	136	84	76/30
Саржа арт. 3496								
Ходовая	50	70	60	40	90	105	83	73/32
Предлагаемая	35	50	30	30	100	120	85	76/28
Кирза арт. 6766								
Ходовая	70	70	60	60	85	130	83	87/21
Предлагаемая	55	50	30	30	105	140	85	96/20

Таблица 8

Концентрации реагентов для ходовых и предлагаемых режимов отварки

Наименование реагента	Концентрация, г/л	
	Ходовой режим	Предлагаемый режим
1	2	3
Миткаль арт. 43		
Варочный раствор		
Бисульфит натрия, 38 %	1,4	1,4
Метасиликат натрия	1,4	1,4
СМС "Талка"	0,8	-
Эмкол	-	0,6
Белящий раствор		
Перекись водорода, 100 %	5,0	2,5
Метасиликат натрия	7,5	5,0
СМС "Талка"	0,8	-
Эмкол	-	0,6
Сатин арт. 528		
Варочный раствор		
Бисульфит натрия, 38 %	1,4	1,4
Метасиликат натрия	1,4	1,4
СМС "Талка"	0,8	-
Эмкол	-	1,0
Белящий раствор		
Перекись водорода, 100 %	5,0	3,5
Метасиликат натрия	7,5	5,0
СМС "Талка"	0,6	-
Эмкол	-	0,3
Флора арт. 3701, Саржа арт. 3496		

Окончание таблицы 8

1	2	3
Варочный раствор		
Бисульфит натрия, 38 %	1,4	1,4
Метасиликат натрия	1,0	1,0
СМС "Талка"	0,8	-
Эмкол	-	1,0
Белящий раствор		
Перекись водорода, 100 %	5,0	3,5
Метасиликат натрия	7,5	5,0
СМС "Талка"	0,6	-
Эмкол	-	0,5
Кирза арт. 6766		
Варочный раствор		
Бисульфит натрия, 38 %	2,0	2,0
Силикат натрия	1,5	1,5
СМС "Талка"	2,0	-
Эмкол	-	1,0
Белящий раствор		
Перекись водорода, 100 %	7,0	5,0
Метасиликат натрия	7,0	5,0
СМС "Талка"	0,6	-
Эмкол	-	0,5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Роговин, З.А. Химия целлюлозы и ее спутников. / З.А.Роговин, Н.Н. Шорыгина. – М., 1972.
2. Croon, J. The distribution of substituents in cellulose ethers/ J.Croon // Svensk. Papperstidn. – 1960. – V.63. – P.247-257.
3. Деревицкая, В. Исследование сравнительной реакционной способности гидроксильных групп целлюлозы /В. Деревицкая, Ю. Козлова, З. Роговин // Журнал общей химии. – 1956. – №26. – С.3374.
4. Marx-Figini, M. Recent Investigations on the Length and Length Distribution of the β -Glucoside Chains in Native Cellulose/ M. Marx-Figini, G.V. Schulz // Macromol. Chem. – 1963. – V.62. – S.49.
5. Marx-Figini, M. Uber die Kinetik und den Mechanismus der Biosynthese der cellulose in hoheren pflanzen / M. Marx-Figini, G.V. Schulz // Biochim. Biophys. Acta. – 1966. – V.112. – №1. – P.81-101.
6. Прогресс текстильной химии / [Б.Н. Мельников и др.]; под ред. Б.Н. Мельникова. – М., Легпромбытиздат, 1988. – 240 с.
7. Овчинников, Ю.К. Структура полимерных волокнистых материалов/Ю.К.Овчинников. – М.: МТИ, 1984. – 40 с.
8. Никонович, Г.В. Современные представления о структурной организации целлюлозы / Г.В. Никонович // Методы исследования целлюлозы / под ред. В.П. Карливана. – Рига: Зинатне, 1981. – 718 с.
9. Марихин, В.А. Надмолекулярная структура полимеров / В.А. Марихин, Л.П. Мясникова. – Л.: Химия, 1977. – 240 с.
10. Усманов, Х.У. Световая электронная спектроскопия структурных превращений хлопка / Х.У. Усманов, К.Х. Разиков. – Ташкент: ФАН, 1974. – 300 с.
11. Садов, Ф.И. Химическая технология волокнистых материалов / Ф.И. Садов, М.В. Корчагин, А.И. Матецкий. – М., 1968.
12. Небаров, В.Н. Беление и мерсеризация хлопчатобумажных тканей / В.Н. Небаров. – Гизлегпром, 1955.
13. Викторов, П.П. Некоторые данные о химии волокон хлопка / П.П. Викторов // Текстильная промышленность. – 1953. – №12. – с.47-51.
14. Викторов, П.П. О некоторых вопросах химии беления хлопка и льна / П.П. Викторов // Текстильная промышленность. – 1950. – №11. – с.81-84.

15. Кленкова, Н.И. Структура и реакционная способность целлюлозы / Н.И. Кленкова. – Л., 1976.
16. Петерс, Р.Х. Текстильная химия / Р.Х. Петерс; пер. с англ. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 212 с.
17. Merkenlich, K., Kling A. //Textil Praxis International. – 1979. – Bd.34. – №10. – S.1388-1394.
18. Кричевский, Г.Е. Теория и практика подготовки текстильных материалов из целлюлозных волокон / Г.Е. Кричевский, В.А. Никитков. – М., Легпромбытиздат, 1989. – 208 с.
19. Baumgarte, V. Chemische Vorgange bei der vorbehandlung von Textilgut / V. Baumgarte// Melliand Textilberichte. – 1983. – №11. – S.1306-1312.
20. Соболев, М.А. Химия льна и лубоволокнистых материалов / М.А. Соболев. – М., 1963.
21. Таргачевский, И.А. Биосинтез и структура целлюлозы / И.А. Таргачевский, Г.Н. Марченко. – М., 1985.
22. Зарипова, А.М. Изучение химического состава и свойств природноокрашенных хлопковых волокон: дис. ... канд. хим. наук А.М. Зарипова. – Ташкент, 1965. – 143 с.
23. Давидянц, С.Б. Вещи и вещества / С.Б.Давидянц // Химия и жизнь. – 1980. – №3. – С.44-48.
24. Мельников, Б.Н. Физико-химические основы процессов отделочного производства / Б.Н. Мельников, Т.Д. Захарова, М.Н. Кириллова. - М., Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 225 с.
25. Чешкова, А.В. Теория и практика использования ферментов в процессах подготовки целлюлозосодержащих текстильных материалов /А.В. Чешкова. – Иваново, 2001.
26. Галашина, В.Н. Изучение кинетики удаления пектиновых соединений из целлюлозных волокон в процессе щелочных и окислительных обработок /В.Н. Галашина, С.М. Губина // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1983. – №2. – С.60-63.
27. Лигнины / пер. с финского; под ред. К. В. Саркенена и К. Х Людвига. – М., 1975.
28. Химия древесины / пер. с финского; под ред. М.А. Иванова. – М., 1982.
29. Fleming, V. J./ V. J. Fleming, G. Kubes, H. Volker // Tappi. – 1978. – Vol.61. – №6. – P.43-47.

30. Надь, Г. Изменение структуры льняных волокон при физико-химических процессах переработки / Г. Надь // XII Международный конгресс колористов. – Дрезден, 1979. – С.20.
31. Никитин, Н.И. Химия древесины / Н.И. Никитин. – М.; Л., 1961.
32. Готовцева, Л.А. Справочник по химической технологии обработки льняных тканей / Л.А. Готовцева, В.П. Павлов, Н.И. Заботлина. М., 1973.
33. Браунс, Ф.Е. Химия лигнина / Ф.Е. Браунс, Д.Ф. Браунс. – М.: Лесная пром-сть, 1963. – 864 с.
34. Мельников, Б. Н. Роль текстильных вспомогательных веществ в прогрессе текстильной химии и технологии / Б.Н. Мельников // Российский химический журнал. – 2002. – т. XLVI. – №1. – С.9-19.
35. Шихер, М. Г. Беление хлопчатобумажных тканей / М.Г. Шихер. – М, 1975.
36. Андросов, В.Ф. Обработка текстильных изделий в водных растворах СМС / В.Ф. Андросов, Я.Н. Верников. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
37. Системы отбели в расправку фирмы “Дюпон” /Отделка ГПИ-1. – Вып. 26. – М., 1970.
38. Корчагин, М.В. Способы беления перекисью водорода / М.В. Корчагин М. В., В.С. Стрельцов // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева, 1976. – Т. 21. – № 1. – С.13-20.
39. Rowell, R.M. /R.M. Rowell, I. Green // Tappi, 1972. – Vol.55. – No.9. – P.1326.
40. Лебедева, В.И. Изменение структуры и свойств хлопчатобумажной ткани при подготовке с использованием хинонов / В.И. Лебедева, В.Г. Субботин, Б.Н. Мельников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986. – №2. – С.73-77.
41. Субботин, В.Г. Новые катализаторы процесса отварки хлопчатобумажных тканей / В.Г. Субботин, В.И. Лебедева // Современные способы отделки текстильных материалов: сб. статей. – Иваново, 1986.
42. Мельников, Б.Н. Теория и практика высокоскоростной фиксации красителей на текстильных материалах / Б.Н. Мельников, И.Б. Блиничева, А.П. Морыганов // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. – 1980. – Т. XXIX.
43. Абрамзон, А.А. Поверхностно-активные вещества / А.А. Абрамзон, Г.М. Гаева. – Л., 1979.
44. Паранян, В. Х. Технология синтетических моющих средств / В.Х. Паранян, В.Т. Гринь. – М., 1984.

45. Федорова, А. Ф. Технология химической чистки и крашения одежды / А.Ф. Федорова. – М., 1973.
46. Шамб, У. Перекись водорода / У. Шамб, Ч. Сеттерфилд, Р. Вентворс; пер. с англ. – М., 1958.
47. Lerman, Y. The use of respiratory stimulants in organophosphates' intoxication / Y. Lerman, H. Gutman // Medical Hypotheses. – 1988. – V.26, I.4. – P.267-269
48. Блиничева, И.Б. Роль растворимых и нерастворимых силикатов в процессах пероксидного беления текстильных материалов / И.Б. Блиничева, Л.В. Шарнина, С.В. Тихонов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004. – №2. – С.43-47.
49. Владимирцева, Е.Л. Использование комплексонов в технологии совмещенного беления и крашения хлопчатобумажных тканей / Е.Л. Владимирцева, Л.В. Шарнина, О.А. Лещева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004. – №1. – С.48-51.
50. Киселев, М.Г. Применение сверхкритического диоксида углерода в текстильной промышленности / М.Г. Киселев, Т.Ю. Кумеева, Ю.П. Пуховский // Российский химический журнал. – 2002. – Т. XLVI. – №1. – С.116-120.
51. Никитин, Л.Н. Сверхкритический диоксид углерода как активная среда для химических процессов с участием фторполимеров / Л.Н. Никитин, М.О. Галлямов, Э.Е. Саид-Галиев, А.Р. Хохлов, В.М. Бузник // ЖВХО им. Д.И.Менделеева. – 2008. – Т. – LII. – № 3. – С. 56-65.
52. Kiriamiti, H.K. Extraction rate of oil from high oleic sunflower seeds with supercritical carbon dioxide / H.K. Kiriamiti, E. Rascol, A. Marty, J.S. Condoret // Chemical Engineering and Processing. – 2002. – V. 41. – p. 711–718.
53. Лебедева, В. И. Изменение структуры и свойств целлюлозы хлопка в интенсивных процессах беления / В.И. Лебедева, О.Ю. Лукоянова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1978. – № 2. – С.77.
54. Фридлянд, Г. И. Отделка льняных тканей / Г.И. Фридлянд. – М., 1982.
55. Чешкова, А.В. Химические технологии и оборудование трикотажного отделочного производства: уч. пособие / А.В. Чешкова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2008. – 113 с.
56. Герасимов, М.Н. Оценка эффективности различных способов пропитки текстильных материалов. / М.Н. Герасимов, В.В. Козлов, Ю.Б. Волжан-

кин // Совершенствование технологии крашения и отделки хлопчатобумажных тканей. – М., 1980. – С.55-60.

57. Галашина, В.Н. Влияние алифатических спиртов на диффузию гидроксида натрия в целлофановую пленку / В.Н. Галашина, С.М. Губина // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986. – №4. – С.67-70.

58. Галашина, В.Н. Исследование поверхностной активности алифатических спиртов в щелочных растворах / В.Н. Галашина, Т.А. Кочнева, С.М. Губина // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1990. – №2. – С.61-64.

59. Смирнова, О. К. Вспомогательные вещества в химико-текстильных процессах. Современный ассортимент отечественных текстильных вспомогательных веществ / О.К. Смирнова, Н.П. Пророкова // Российский химический журнал. – 2002. – т. XLVI. – №1. – С.88-95.

60. Козлова, О. В. Регулирование деструктивной и сольватационно-экстракционной составляющих варочного раствора/ О.В. Козлова, О.И. Одинцова, Б.Н. Мельников // Международная конференция по проблемам сольватации и комплексообразования. Иваново, 1998, С.428.

61. Лебедева, В.И. Влияние сульфопроизводных антрахинона на процесс удаления лигнинсодержащих примесей хлопчатобумажных тканей/ В.И. Лебедева, В.Г. Субботин, Б.Н. Мельников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987. – №1. – С.70-73.

62. Мельников, Б.Н. Интенсификация технологических процессов подготовки и беления хлопчатобумажных тканей / Б.Н. Мельников, В.И. Лебедева, С.М. Губина // Текстильная промышленность в СССР. Экспресс-информация ЦНИИТЭИЛегпром. – М., 1984. – Вып.17. – С.14.

63. Сафонов, В.В. Исследование процессов отварки хлопчатобумажной ткани / В.В. Сафонов, Л.В. Атрепьева, В.А. Волков, Л.В. Ванечкина // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1990. – №4. – С.48-51.

64. Сафонов, В.В. Изменение сорбционных и поверхностных свойств хлопчатобумажных тканей в процессах подготовки к колорированию / В.В. Сафонов, М.К. Кошелева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991. – №3. – С.56-59.

65. Сафонов, В.В. Влияние катиона силиката на качество беления хлопчатобумажной ткани/ В.В. Сафонов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1989. – №3. – С.62-65.

66. Сафонов, В.В. Роль ПАВ в процессе щелочной отварки хлопковых

- волокон / В.В. Сафонов, Л.В. Атрепьева, В.А. Волков // Химическая промышленность. – 1990. – № 2. – С.79-81.
67. Пряжникова, В.Г. Роль сольватационных процессов при подготовке текстильного материала с использованием новых ТВВ / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова // Проблемы сольватации и комплексообразования: VIII междунар. науч.-техн. конф. – Иваново, 2001. – С.170.
68. Колобова, М.А. Интенсификация процессов подготовки текстильного материала при использовании новых ТВВ / М.А. Колобова, В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова // Актуальные проблемы развития текстильной промышленности: всерос. студ. науч. конф., 2002. – С.50.
69. Пряжникова, В.Г. Роль сольватационно-экстракционного фактора при отварке текстильного материала / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова, Б.Н. Мельников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002. – №1. – С.55-58.
70. Пряжникова, В.Г. Изучение эмульгирующей и моющей способности неионогенных ПАВ / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова // Молодые ученые развитию текстильной промышленности: тез. докл. межвуз. науч.-техн. конф. молодых студентов, магистров и аспирантов. – 2002. – С.286-287.
71. Поверхностно-активные вещества и композиты: справочник / под ред. М.Ю. Плетнева. – М.: ООО "Фирма Клавель", 2002. – 768 с.
72. Волков, В.А. Поверхностно-активные вещества в синтетических моющих средствах / В.А. Волков, А.Н. Гордеев // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1991. – №6. – С.31-36.
73. Anionic Surfactants: Organic Chemistry/ Surf. Sci. Ser. 56/ Ed. By. H.W. Stache. New York: Marcel Dekker, 1995.
74. Ахметжанов, И.С. Анионоактивные ПАВ на основе оксиэтилированных спиртов и алкилфенолов: тематич. обзор / [И.С. Ахметжанов и др.]. – М.: ЦНИИЭНефтехим, 1988.
75. Anionic Surfactants: Organic Chemistry/ Surf. Sci. Ser. 7 / Ed. by W.M. Linfied. New York: Marcel Dekker, 1976. P.II.
76. Файнгольд, С. И. Химия анионных и амфолитных азотсодержащих поверхностно-активных веществ / С.И. Файнгольд, А.Э. Кууск, Х.Э. Кийк. – Таллин: Валгус, 1984. – 290 с.
77. Шенфельд, Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена / Н. Шенфельд; пер. с нем. – Изд. 2-е., М.: Химия, 1982, 752 с.

78. Фротшер, Г. Химия и физическая химия текстильных вспомогательных материалов / Г. Фротшер: пер. с нем. – М., 1958. – Т.1. – 200 с.
79. Фредериксберг, Д. А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фредериксберг. – Л.: Химия, 1984. – 368 с.
80. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностно-активные явления и дисперсные системы / Ю.Г. Фролов. – М.: Химия, 1988. - 464 с.
81. Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий. – М: Химия, 1976. – 512 с.
82. Fendler, J. H. Catalysis in Micellar and Macromolecular Systems / J. H. Fendler, N.Y. Fendler//Academic Press. – 1975. – 545 p.
83. Галашина, В. Н. Теоретическое обоснование и разработка интенсифицированной технологии мерсеризации с использованием алифатических спиртов: дис. ...канд. техн. наук /В.Н. Галашина. – Иваново, 1989. – 205с.
84. Yuan, C. L. Study on characteristics and harm of surfactants / C. L. Yuan, Z. Z. Xu, M. X. Fan, H. Y. Liu, Y. H. Xie and T. Zhu // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2014. – N 6(7). – P. 2233-2237.
85. Михальчук, В.М. Влияние малых добавок неэлектролитов на критические концентрации мицеллообразования в растворах ПАВ [Текст] : научное издание / В. М. Михальчук, А. И. Сердюк, З. М. Вашунь // Коллоид. журн. - 1981. - Т. 43, N 6. - С. 1204-1205.
86. Саввин, С.Б. Поверхностно-активные вещества. Серия аналитические реагенты. / С.Б. Саввин, Р.К. Чернова, С.Н. Штыков. – М.: Наука, 1991. – 251 с.
87. Волков, В.А. Поверхностно-активные вещества в синтетических моющих средствах и усилителях химической чистки / В.А. Волков. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 200 с.
88. Мицеллообразование, солубилизация и микроэмульсии / под ред. К. Миттела: пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 600 с.
89. Текстильно-вспомогательные вещества: каталог продукции. - Иваново: ОАО «Ивхимпром», 1998.
90. Сумм, Б.Д., Физико-химические основы смачивания и растекания / Б.Д. Сумм, Ю.В. Горюнов. – М., Химия, 1976. – 232 с.
91. Берлин, А.А. Основы адгезии полимеров / А.А. Берлин, В.Е. Басин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Химия, 1974. – 392 с.

92. Пугачевич, П.П. Поверхностные явления в полимерах / П. П. Пугачевич, Э. М. Бегляров, И. А. Лавыгин. - М.: Химия, 1982. - 198 с.
93. Зимон, А.Д. Адгезия жидкостей и смачивание /А.Д. Зимон. – М.: Химия, 1974. – 416 с.
94. Адамсон, А.А. Физическая химия поверхностей / А.А. Адамсон; пер. с англ.; под ред. З.М. Зорина, В.М. Мумера. – М.: Мир, 1979. – 568 с.
95. Пряжникова, В.Г. Изучение смачивающих свойств водных и щелочных растворов неионогенных ПАВ / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова, Б.Н. Мельников // Физикохимия процессов переработки полимеров: тез. докл. II Всероссийской научно-технической конференции. – Иваново, 2002. – С.68-69.
96. Пряжникова, В.Г. Изучение поверхностно-активных свойств водно-щелочных растворов сольватирующих неионогенных ПАВ / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова, Б.Н. Мельников // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2002. – № 6. – С.101-103.
97. Пряжникова, В.Г. Оценка моющих и смачивающих свойств неионогенных ПАВ в условиях отварки текстильного материала / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова, Б.Н. Мельников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002. – № 6. – С.54-57.
98. Гончарова, Н.А., Изучение моющей способности щелочных водных растворов неионогенных ПАВ / Н.А. Гончарова, В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова // Текстиль XXI века: тез. докл. всероссийской студенческой научной конференции. – М., 2003. – С.54-55.
99. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина Е.А. – М.: МГУ, 1982. – 352 с.
100. Русанов, А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ / А.И. Русанов. – СПб: Химия, 1992. – 280 с.
101. Гусев, В.П. Технический анализ при отделке тканей и трикотажных изделий /В.П. Гусев, К.Ф. Крикунова. –М.: Легкая индустрия, 1974.–352 с.
102. Богданова, С.А. Смачивающая и пенообразующая способность композиций поверхностно-активных веществ / С.А. Богданова // Вестник технол. ун-та. – 2015. – Т.18. – №4. – С.24-27.
103. Петрова, А.А. Сольватационно-экстракционная очистка текстильных материалов / А.А. Петрова, В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова // Текстиль-XXI века : тез.докл. всероссийск. студенч. науч. конф. – М., 2003. – С.59-60.

104. Пряжникова, В.Г. Сольватационно-экстракционная очистка текстильного материала при отварке с использованием ПАВ / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова // Студенты и молодые ученые КГТУ-производству: тез. докл. 55-й межвуз. науч.-техн. конф. молодых ученых и аспирантов. – Кострома, 2003. – С.97.
105. Корецкий, А.Ф. О механизме моющего действия / А.Ф. Корецкий, В.А. Колосанова // Физико-химические основы применения ПАВ. – Ташкент: Фан, 1977. – С.371-372.
106. Wildbrett, G. Action cleaning products / G. Wildbrett // Getranketechnik. – 1986. – №1. – P.21-26.
107. Ребиндер, П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. Избранные труды / П.А. Ребиндер. – М.: Наука, 1978. – 368 с.
108. Кузнецов, В.Б. Новая технология промывки тканей / В.Б. Кузнецов, О.М. Лифенцев, Ф.Ю. Телегин, Б.Н. Мельников // Текстильная промышленность. – 1987. – № 10. – С.62-64.
109. Пасынский, А.Г. Коллоидная химия / А.Г. Пасынский. – М.: Высшая школа, 1963. – 297 с.
110. Ребиндер, П.А. Физикохимия флотационных процессов / П.А. Ребиндер, М.Е. Липец М.Е., Римская М.М., Таубман АБ. – М.: Metallurgitиздат, 1933. – 233 с.
111. Клейтон, В. Эмульсии. Их теория и технические применения / В. Клейтон. – М.: Иностранная литература, 1950. – 680 с.
112. Волков, В.А. Исследование строения водных растворов некоторых поверхностно-активных веществ / В.А. Волков, В.И. Ежов // Коллоидный журн. – 1972. – Т.33. – С.607.
113. Хвала, А. Химические вспомогательные вещества в текстильной промышленности [Текст] / А. Хвала; пер. с нем. Л. И. Беленького, А. И. Матецкого; под ред. заслуж. деятеля науки и техники д-ра техн. наук проф. М. М. Чиликина. – М.; Л.: Гизлегпром, 1948. – 494 с.
114. Ćosović, V. Electrochemical determination and characterization of surface active substances in freshwaters / V. Ćosović, V. Vojvodić, T. Pleše // Water Research. – 1985. - V. 19. – N. 2, P. 175–183.
115. Chudinova, G.K. Spectral study of the aggregation of benzothiazolic cyanine dyes in solutions and polymolecular layers/ G.K. Chudinova,

V.A.Baracherskii // Russian Chemical Bulletin. – 1995. – V.44. – No.1. – P.91-94.

116. Cvrković-Karloci, Ž. Simple Electrochemical Determination of Surface-Active Substances in Natural Waters / Ž. Cvrković-Karloci, D. Krznarić, M. Šeruga, B. Čosović // International Journal of Electrochemistry. – 2011. – Article ID 416834. – P.7-11.

117. Hunter, K. A. Polarographic measurement of surface-active material in natural waters / K. A. Hunter, P. S. Liss // Water Research. – 1981. - V. 15. – N.2. – P. 203-215.

118. Weil J.K. Surface active properties of combination of soap and lime soap dispersing agents / J.K. Weil, W.M. Linfield. // J. Am. Oil Chem. Soc. – 1977. – V. 54. – No. 9. – P. 339-342.

119. Schick, M.J. Surface Characteristics of Fibers and Textiles/ M.J. Schick. – 1977. – Marcel Dekker Inc. – V.1. – 416 p.: V.2. – 272 p.

120. Бочаров, В.В. Роль сорбции в процессе биоразложения ПАВ активным илом / В.В. Бочаров, О.А. Рыжкова // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2009. – Т. 9. – Вып. 1. – С.118-125.

121. Пряжникова, В.Г. Взаимосвязь между параметрами структуры ПАВ и их техническими свойствами / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова, Ф.Ю. Телегин // Изв.вузов. Химия и химическая технология. – 2013. – Т.56. – Вып.6. – С. 42-44.

122. Козлова, О.В. Эффективная технология мерсеризации хлопчатобумажных тканей / О.В. Козлова, В.Г. Пряжникова, О.И. Одинцова, О.К. Смирнова, Б.Н. Мельников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000. – №4. – С.33-36.

123. Пат. 2233923 Российская Федерация. Способ подготовки хлопчатобумажных тканей / Козлова О.В., Пряжникова В.Г., Мельников Б.Н. – № 2003101014/04. заявл. 14.01.2003; опубл. 10.08.2004.

124. Пряжникова, В.Г. Эффективность сольватационной очистки текстильных материалов при отварке / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова, Б.Н. Мельников // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности: тез. докл. междунар. науч.-технич. конф. – 2002. – С.147.

125. Пряжникова, В.Г. Разработка эффективной сольватационной технологии отварки хлопчатобумажного текстильного материала / В.Г. Пряжникова, О.В. Козлова. //сб. мат-лов IV-Конгр. РСХТК. – М. – 2002. – С.34.

126. Kimberley, R.C. Computer Software Reviews / R.S.Kimberley// J.Am.Chem.Soc. – 2000. – V.122. – N 41. – P.10257-10258.
127. Интенсификация процессов предварительной обработки хлопчатобумажных тканей / [сост. Л.С. Ковальчук и др.]. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1979. – 48 с.
128. Субботин, В.Г. Ускоренный режим отварки и беления марли / В. Г. Субботин, Т. А. Галкина, В. И. Лебедева // Текстиль. пром-сть. – 1985. – N 12. – С. 54.
129. Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник. Т.1 / под ред. Б.Н. Мельникова – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 432 с.
130. Лебедева, В. И. Влияние сульфопроизводных антрахинона на процесс удаления лигнинсодержащих примесей хлопчатобумажных тканей / В. И. Лебедева, В. Г. Субботин, Б. Н. Мельников // Изв. вузов. Технол. текстиль. пром-сти. – 1987. – N 1. – С. 70-73.
131. Bhattacharya, S.D. Degumming of ramie: the role of the individual constituents of the gummy material / S.D. Bhattacharya, S.R. Shah // Coloration Technology. – 2002. – V.118. – P.395-399.
132. Иванов, А.Н. Влияние химического состава и строения на прядильные свойства льняных волокон различных селекционных сортов / А.Н. Иванов, А.А. Гурусов, Т.В. Ремизова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986. – №4. – С.13-16.
133. Козлова, О.В. Эффективная технология мерсеризации хлопчатобумажных тканей / О.В. Козлова, В.Г. Пряжникова, О.И. Одинцова, О.К. Смирнова, Б.Н. Мельников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000. – №4. – С.33-36.
134. Козлова, О. В. Регулирование деструктивной и сольватационной составляющих варочного раствора /О. В. Козлова, О. И. Одинцова, Б. Н. Мельников // Проблемы сольватации и комплексообразования в растворах: тез. докл. VII междунар. науч.-техн. конф. – Иваново, 1998. – С. 428.
135. Козлова, О. В. Новый препарат для подготовки хлопчатобумажных текстильных материалов /О. В. Козлова, О. И. Одинцова, О. К. Смирнова, Б. Н. Мельников // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс -1998): тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. – Иваново, 1998. – С. 200.

136. Пряжникова, В. Г. Эффективность сольватационной очистки при отварке текстильных материалов /В. Г. Пряжникова, О. В. Козлова, Б. Н. Мельников // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой пром-сти". (Прогресс-2002): тез. докл. междунар. НТК. – Иваново, 2002. – С. 147.
137. Козлова, О. В. Эффективная технология отварки хлопчатобумажных текстильных материалов /О. В. Козлова, В. Г. Пряжникова, Б. Н. Мельников //тез. докл. конф. Рос. союза химиков технологов и колористов (РСХТК). – М., 2003. – С. 16 - 17.
138. Пряжникова, В. Г. Влияние ПАВ нового поколения на процессы отварки хлопчатобумажных материалов /В. Г. Пряжникова, О. В. Козлова, Б. Н. Мельников // Современные технологии и оборудование текстил. пром-сти: тез. докл. всерос. студ. науч. конф. – М., 2003. – С.84.

Научное издание

Козлова Ольга Витальевна

Одинцова Ольга Ивановна

**Сольватационная теория и практика подготовки
хлопчатобумажных текстильных материалов**

Редактор Соловьева О.А.

Подписано в печать 12.11.2018. Формат 60x84 1/16. Бумага писчая.

Усл. печ. л. 4, 42. Тираж 50 экз. Заказ

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
химико-технологический университет»

Отпечатано на полиграфическом оборудовании
редакционно-издательского центра ФГБОУ «ИГХТУ»

153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7