ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ИТС 39— 2017

ПРОИЗВОДСТВО ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ (ПРОМЫВКА, ОТБЕЛИВАНИЕ, МЕРСЕРИЗАЦИЯ, КРАШЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН, ОТБЕЛИВАНИЕ, КРАШЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ)

Москва
Бюро НДТ
2017

Содержание

Введение VII
Предисловие IX
Область применения 1
Раздел 1. Общая информация об отрасли промышленности 3
1.1 Отраслевая организация текстильной промышленности. Основные промышленные текстильные производства и отрасли Российской Федерации 3
1.2 Конъюнктура рынка хлопчатобумажных тканей в Российской Федерации 10
1.2.1 Тенденция развития хлопчатобумажной промышленности в России 10
1.2.2 Рынок и ассортимент хлопчатобумажных и смешанных тканей, выпускаемых предприятиями хлопчатобумажной промышленности 11
1.2.3 Типовая структура хлопчатобумажного отделочного производства 16
1.3 Шелковое текстильное производство 20
1.3.1 Конъюнктура рынка шелковых тканей в РФ. Тенденция развития шелковой промышленности в России 20
1.3.2 Ассортимент шелковых тканей и основные направления его развития 23
1.3.3 Типовые технологические схемы шелкового производства РФ 25
1.4 Современное состояние льняного производства 38
1.4.1 Конъюнктура льняной отрасли, проблемы и тенденции развития 38
1.4.2 Ассортиментная структура льнопроизводств 40
1.4.3 Типовые технологические схемы льнопроизводства 41
1.5 Структура трикотажной отрасли 46
1.5.1 Современное состояние трикотажной промышленности 46
1.5.2 Ассортимент трикотажного производства 48
1.5.3 Типовая структура трикотажного производства и основные технологические схемы получения отделочных трикотажных полотен 49
1.6 Современное состояние шерстяной текстильной промышленности 51
1.6.1 Общие сведения 51
1.6.2 Ассортимент шерстяных тканей 53
1.6.3 Типовые технологические схемы шерстяных производств 56
Раздел 2. Описание технологических процессов, используемых в настоящее время в рассматриваемой отрасли промышленности 60
2.1 Подготовка тканей 61
2.1.1 Вспомогательные участки (станция водоподготовки) 62
2.1.2 Опаливание 67
2.1.3 Стрижка 69
2.1.4 Ворсование 70
2.1.5 Расшлихтовка 70

2.1.6 Щелочная отварка ... 73
2.1.7 Биоотварка льняных, полульняных, хлопчатобумажных и целлюлозосодержащих материалов ... 78
2.1.8 Мерсеризация ... 79
2.1.9 Беление текстильных материалов ... 84
2.1.10 Типовые схемы и оборудование для отварки и беления текстильных материалов ... 88
2.2 Крашение ... 148
2.2.1 Общие принципы процессов крашения ... 148
2.2.2 Крашение целлюлозных волокон ... 155
2.2.3 Крашение шерсти ... 167
2.2.4 Крашение шелка ... 173
2.2.5 Крашение текстильных материалов из синтетических волокон ... 174
2.2.6 Крашение смеси волокон ... 179
2.3 Печатание текстильных материалов ... 186
2.3.1 Суть процесса печати по текстильным материалам ... 186
2.3.2 Пигментная печать ... 186
2.3.3 Печать красителями ... 187
2.3.4 Фиксация красителей на ткани ... 196
2.3.5 Промывка тканей после печати ... 198
2.3.6 Вспомогательные операции по очистке оборудования ... 198
2.3.7 Экологические проблемы ... 198
2.4 Летучие органические соединения (ЛОС), выделяющиеся при сушке и фиксации напечатанных текстильных материалов ... 200
2.5 Заключительная отделка текстильных материалов ... 201
2.5.1 Отделки общего назначения целлюлозных текстильных материалов ... 202
2.5.2 Специальные виды отделки ... 207
2.5.3 Экологические проблемы отделки текстильных материалов ... 217
Раздел 3. Текущие уровни эмиссии в окружающую среду и потребления ресурсов ... 218
3.1 Характерные особенности сточных вод текстильных отделочных предприятий ... 218
3.1.1 Сточные воды предприятий первичной обработки льна, шерсти и шелка ... 219
3.1.2 Сточные воды хлопчатобумажных отделочных производств ... 222
3.1.3 Сточные воды льняной промышленности ... 226
3.1.4 Сточные воды шерстяных отделочных предприятий ... 229
3.1.5 Сточные воды отделочных предприятий шелковой отрасли ... 233
3.1.6 Сточные воды отделочных предприятий трикотажной промышленности ... 235
3.2 Характеристика выбросов в атмосферу при работе отделочных производств текстильной промышленности ... 239
3.3 Отходы отделочных производств ... 246
3.4 Потребление материальных и энергетических ресурсов ... 251

Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий 256
4.1 Технологии, рассматриваемые при определении наилучших доступных технологий при отделке текстильных материалов 259
4.2 Технологии валки-фулеровки и промывки шерстяных и шерстьсодержащих тканей 261
4.3 Технология карбонизации шерстяного волокна в массе и шерстяных материалов 262
4.4 Технология щелочной и окислительной варки льняной ровницы на оборудовании периодического действия для мокрого прядения 263
4.5 Технология ферментативной расшлихтовки целлюлозных и смесовых целлюлозосодержащих тканей врасправку 266
4.6 Технология щелочной отварки и пероксидного беления расправленным полотном, предусматривающая промежуточную кисловочную обработку 270
4.7 Технология щелочной отварки и пероксидного беления расправленным полотном без промежуточного кислования для хлопчатобумажных, полульняных и смесовых целлюлозосодержащих тканей с вложением химических волокон не более 500 % 272
4.8 Технология биоотварки и пероксидного беления тканей на основе целлюлозы 273
4.9 Совмещение процессов отварки с горячей мерсеризацией хлопчатобумажных и смешанных тканей по непрерывной плюсовочно-запарной технологии 276
4.10 Технология непрерывного, полунепрерывного и периодического одностадийного пероксидного беления хлопчатобумажных и смешанных тканей и трикотажных полотен 277
4.11 Технология непрерывной расшлихтовки и двухстадийного пероксидного беления льняных и льносодержащих тканей с заключительным кислованием 280
4.12 Технология маломодульного нанесения рабочих растворов на текстильные материалы 281
4.13 Крашение хлопчатобумажных тканей активными красителями в аппаратах периодического действия 283
4.14 «Холодное» крашение активными красителями по плюсовочно-накатной технологии расправленным полотном 284
4.15 Система автоматического дозирования химреактивов и красителей в технологиях отделки тканей 285
4.16 Крашение целлюлозных материалов (пряжи, льняных, хлопчатобумажных тканей и изделий) кубовыми красителями в аппаратах периодического действия 287
4.17 Использование высокотемпературного метода крашения полиэфирных текстильных материалов дисперсными красителями на оборудовании периодического действия 287
4.18 Технология крашения ПА-пряжи, нитей и трикотажных полотен в аппаратах периодического действия дисперсными красителями 288

4.19 Технология крашения шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи, ткани, сукна кислотными металлокомплексными (1:2) красителями 288
4.20 Технология крашения целлюлозных материалов, шелка, шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи активными красителями с высокой степенью фиксации 290
4.21 Технология крашения смесовых шерсть-полиэфирных материалов с применением активных и дисперсных красителей 291
4.22 Колорирование текстильных материалов и трикотажных полотен (целлюлозных, шерстяных, шелковых) активными красителями 292
4.23 Печать текстильных материалов различного волокнистого состава пигментами на машинах с сетчатыми шаблонами 292
4.24 Сублимационная переводная печать по синтетическим тканям дисперсными красителями 293
4.25 Цифровая прямая печать текстильных материалов пигментами на принтерах 294
4.26 Технология заключительной отделки текстильных материалов с помощью малоформальдегидных и бесформальдегидных отделочных препаратов 294
4.27 Технология заключительной отделки текстильных материалов на основе акриловых и полиуретановых препаратов нового поколения 295
Раздел 5. Наилучшие доступные технологии 295
5.1 Выводы по наилучшим доступным технологиям (НДТ) в ТП 295
5.1.1 Система экологического менеджмента (общий метод НТД) 296
5.1.2 Управление материальными ресурсами и современная организация производства 296
5.1.3 Управление водными ресурсами и сточными водами 297
5.1.4 Управление системой энергопотребления текстильного производства 299
5.1.5 Управление снижением выбросов в атмосферу 303
5.1.6 Управление системой контроля ключевых параметров процессов производства 304
5.1.7 Управление системой обращения с отходами 304
5.2 Выводы по НТД для отдельных технологических процессов текстильных производств 305
5.2.1 Сточные воды и загрязнения 305
5.2.2 Снижение выбросов в атмосферу 309
5.3 Расход энергии и энергоэффективность 311
Раздел 6. Экономические аспекты реализации наилучших доступных технологий 313
Раздел 7. Перспективные технологии 325
7.1 Ферментативные биохимические технологии 325
7.1.1 Биохимические технологии облагораживания льняных волокон 326
7.1.2 Бесхлорные технологии подготовки льняных и полульняных тканей с использованием на первой стадии биохимических процессов 329

7.1.3 Совмещенные технологии биоотварки, биополировки, мягчения и крашения ... 330
7.1.4 Совмещенные технологии подготовки и мягчения природноокрашенных льняных тканей ... 330
7.1.5 Беление суконных тканей с присутствием ферментов ... 332
7.2 Плазменные технологии отделки текстильных материалов ... 333
7.3 Технологии, основанные на использовании сверхкритического углерода (СДУ) ... 336
7.4 Технологии, основанные на использовании ультразвука ... 338
7.5 Технологии обработки текстильных материалов с использованием энергии электромагнитных колебаний ВЧ/СВЧ-диапазона ... 338
7.6 Альтернативные текстильные вспомогательные вещества. Сшивающие агенты ... 340
7.6.1 Очистка шерстомойных стоков с применением процессов ферритизации, гальванокоагуляции с последующей фильтрацией (4.1) ... 341
7.6.2 Применение ультрафильтрации для концентрирования шерстного жира из сточных вод предприятий первичной обработки шерсти ... 342
7.7 Пенные технологии отделки (ПТО) текстильных материалов ... 344
Заключительные положения и рекомендации ... 347
Приложение А (справочное) Классификация текстильных материалов ... 349
Приложение Б (справочное) Классификация текстильных волокон ... 350
Приложение В (обязательное) Сфера распространения справочника НДТ ... 352
Приложение Г (обязательное) Перечень маркерных веществ и технологических показателей ... 353
Приложение Д (обязательное) Перечень НДТ, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, потребление сырья, воды, энергии и снизить образование отходов ... 356
Приложение Е (обязательное) Энергоэффективность ... 358
Библиография ... 361

Введение

Настоящий информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Производство текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация, крашение текстильных волокон, отбеливание, крашение текстильной продукции)» (далее — справочник НДТ) является документом по стандартизации, разработанным в результате анализа технологических, технических и управленческих решений, применяемых в производстве отбеленных, гладкокрашеных, набивных тканей и трикотажных полотен различного сырьевого состава, а также тканей и трикотажных полотен, выработанных на основе отбеленных и окрашенных природных и химических волокон и нитей, а также технологий беления, колорирования (печатания и крашения) и применяемых в заключительной отделке текстильных изделий.

Краткое содержание справочника

Введение. Представлено краткое содержание справочника НДТ.

Предисловие. Указана цель разработки справочника НДТ, его статус, законодательный контекст, краткое описание процедуры создания в соответствии с установленным порядком, а также взаимосвязь с аналогичными международными документами.

Область применения. Описаны основные виды деятельности, на которые распространяется действие справочника НДТ.

В **разделе 1** представлена информация о состоянии и уровне развития в Российской Федерации производства тканей, трикотажа и текстильных изделий, включающего отделочные технологические обработки (беление, крашение, печатание или заключительную отделку) с краткими аспектами экологических проблем, общие технологические схемы производств и краткая характеристика веществ, формирующих стоки.

В **разделе 2** представлены термины, схематичное описание и общие сведения о технологических процессах, применяемых на предприятиях текстильной промышленности и на отдельных технологических участках, содержащие:

- краткое описание работы основного и вспомогательного оборудования;
- информацию о расходе сырья и химикатов;
- вопросы энерго- и водопотребления, водоотведения;
- качественный состав сбросов и выбросов загрязняющих веществ;
- причины и места образования эмиссий, отходов.

В **разделе 3** дана оценка потребления энергоресурсов и уровней эмиссий в окружающую среду, характерных для производства текстильных материалов и изделий в Российской Федерации, методы очистки сточных и оборотных вод и газовых выбросов.

Раздел подготовлен на основе данных, представленных предприятиями Российской Федерации в рамках разработки справочника НДТ, а также различных литературных источников.

В **разделе 4** описаны особенности подходов, примененных при разработке данного справочника НДТ и в целом соответствующих Правилам определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (постановление Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458) и Методическим рекомендациям по определению технологии в каче-

стве наилучшей доступной технологии (приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 665).

В **разделе 5** приведено краткое описание НДТ отделочного производства текстильных материалов (тканей, трикотажных полотен), вспомогательных производств и участков (подготовки волокон, ровницы к прядению, крашения волокон, лент и пряжи) в системе текстильных комбинатов или индивидуальных производств, включая системы экологического и энергетического менеджмента, контроля и мониторинга технологических процессов производства.

В **разделе 6** приведены доступные сведения об экономических аспектах реализации НДТ на предприятиях Российской Федерации.

В **разделе 7** приведены сведения о новых технологических и технических решениях (не применяемых в России на момент подготовки справочника), направленных на повышение энергоэффективности, ресурсосбережения, снижение эмиссий загрязняющих веществ, эффективное обращение с отходами, промежуточными и побочными продуктами.

Заключительные положения и рекомендации. Приведены сведения о членах технической рабочей группы, принимавших участие в разработке справочника НДТ. Даны рекомендации предприятиям по дальнейшим исследованиям экологических аспектов их деятельности.

Библиография. Приведен перечень источников информации, использованных при разработке справочника НДТ.

Термины, определения и сокращения, используемые в настоящем справочнике НДТ, составлены в соответствии с [1], [2] и приведены в приложениях А и Б.

Предисловие

Цели, основные принципы и порядок разработки справочника НДТ установлены порядком определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии (НДТ), а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (постановление Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458).

1 Статус документа

Настоящий справочник НДТ является документом по стандартизации и разработан в соответствии с положениями, требованиями и терминологией, изложенными в национальных стандартах в области НДТ [3], [4], [5].

2 Информация о разработчиках

Справочник НДТ разработан технической рабочей группой № 39 «Производство текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация, крашение текстильных волокон, отбеливание, крашение текстильной продукции)» (ТРГ 39), состав которой утвержден Протоколом совещания под председательством заместителя Министра промышленности и торговли Российской Федерации В. С. Осьмакова от 22.03.2017 № 15-ОВ/12.

Перечень организаций и их представителей, принимавших участие в разработке справочника НДТ, приведен в разделе «Заключительные положения и рекомендации».

Справочник НДТ представлен на утверждение Бюро наилучших доступных технологий (далее — Бюро НДТ) (www.burondt.ru).

3 Краткая характеристика

Справочник НДТ содержит описание применяемых в отделочном производстве тканей, трикотажных полотен и изделий, технологических процессов, стадий и операций, оборудования и технических способов, в том числе позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, водопотребление, повысить экономичность, конкурентоспособность, энергоэффективность, ресурсосбережение. Из описанных технологических процессов, оборудования, технических способов и методов определены решения, являющиеся НДТ.

4 Взаимосвязь с международными, региональными аналогами

Справочник НДТ разработан с учетом справочника Европейского союза по НДТ Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry (July 2003) [6].

5 Сбор данных

Информация о технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах, применяемых при производстве текстильных материалов, включая ткани, полотна и изделия в Российской Федерации, была получена в соответствии с Порядком сбора данных, необходимых для разработки справочника НДТ и анализа приоритетных проблем отрасли, утвержденным приказом Росстандарта от 23 июля 2015 г. № 863 [7].

6 Взаимосвязь с другими справочниками НДТ

Взаимосвязь настоящего справочника НДТ с другими справочниками НДТ, разработанными в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р [8], приведена в разделе «Область применения».

7 Информация об утверждении, опубликовании и введении в действие

Настоящий справочник НДТ утвержден приказом Росстандарта от 15 декабря 2017 г. № 2835.

Настоящий справочник НДТ введен в действие с 1 июля 2018 г., официально опубликован в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru).

И Н Ф О Р М А Ц И О Н Н О - Т Е Х Н И Ч Е С К И Й С П Р А В О Ч Н И К П О Н А И Л У Ч Ш И М Д О С Т У П Н Ы М Т Е Х Н О Л О Г И Я М

ПРОИЗВОДСТВО ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ (ПРОМЫВКА, ОТБЕЛИВАНИЕ, МЕРСЕРИЗАЦИЯ, КРАШЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН, ОТБЕЛИВАНИЕ, КРАШЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ)

Manufacture of textiles (washing, bleaching, mercerization, dyeing of textile fibers, bleaching, dyeing of textile products)

Дата введения — 2018-07-01

Область применения

В настоящем справочнике НДТ описаны процессы производств первичной обработки натуральных волокон (шерсти, льна, шелка), подготовительных производств, предшествующих стадии прядения, а также процессы отделочных производств, обеспечивающих облагораживание суровых тканей с получением требуемых показателей качества и потребительских свойств.

Настоящий справочник НДТ распространяется на виды деятельности производств, сопряженные с влажностными операциями и обработками волокон, полуфабрикатов (ровницы, ленты, пряжи), тканей, трикотажных полотен и текстильных изделий:

- первичная обработка шерсти (ПОШр);
- первичная обработка шелка (ПОШл);
- первичная обработка льна и котонизация (ПОЛиК);
- подготовительное производство льняной и льносодержащей ровницы к прядению (ПЛР);
- ватное производство (ВП);
- подготовительное и красильное производство нитей и пряжи (КПНиП);
- отделочное производство хлопчатобумажных тканей (ОПХБ);
- отделочное производство шелковых тканей (ОПШл);
- отделочное производство льносодержащих тканей (ОПЛ);
- подготовительное и красильное производство химических и шерстяных волокон в массе (ПКПХШр);
- отделочное производство шерстяных камвольных тканей (ОПШрК);
- отделочное производство шерстяных суконных тканей (ОПШрСТ);
- унифицированное отделочное производство тканей различного сырьевого состава (УОП);
- отделочное производство трикотажных полотен (ОПТП);
- отделочное производство текстильных изделий (ОПТИ).

Производство указанных продуктов относится в соответствии с общероссийским классификатором видов экономической деятельности к производству текстильных изделий.

Коды по общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД) и общероссийскому классификатору продукции по видам экономической дея-

тельности (ОКПД), соответствующие области применения настоящего справочника НДТ, приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 — Коды по ОКВЭД

Код по ОКВЭД 2	Наименование вида деятельности по ОКВЭД
13	Производство текстильных изделий
13.20	Производство текстильных тканей
13.20.1	Производство тканей (без специальных тканей) из натуральных волокон, кроме хлопка
13.20.11	Производство шелковых тканей
13.20.13	Производство льняных тканей
13.20.14	Производство тканей из джутовых и прочих лубяных текстильных волокон
13.20.19	Производство ткани из прочих растительных текстильных волокон; ткани из бумажной пряжи
13.20.2	Производство хлопчатобумажных тканей
13.20.3	Производство тканей, за исключением специальных тканей, из химических комплексных нитей и штапельных волокон
13.20.6	Производство арамидных нитей и волокна
13.30	Отделка тканей и текстильных изделий
13.30.1	Отбеливание и окрашивание текстиля, волокон, тканей и текстильных изделий, включая готовую одежду

Таблица 2 — Коды по ОПКД

Код по ОКПД 2	Наименование продукции по ОКПД
13	Текстиль и изделия текстильные
13.30	Услуги по отделке пряжи и тканей
13.30.1	Услуги по отделке пряжи и тканей
13.30.11	Услуги по отбеливанию и крашению текстильных нитей и пряжи
13.30.12	Услуги по отбеливанию тканей и текстильных изделий (включая одежду)
13.30.13	Услуги по окраске тканей и текстильных изделий (включая одежду)
13.30.19	Услуги по отделке тканей и текстильных изделий

Дополнительные виды деятельности, осуществляемые при производстве текстильной продукции, и соответствующие им справочники НДТ, определенные распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р [8], приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Дополнительные виды деятельности, осуществляемые при производстве текстильной продукции, и соответствующие им справочники НДТ

Вид деятельности	Наименование соответствующего справочника НДТ
Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух	ИТС 22—2016 Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях
Очистка и утилизация сточных вод	ИТС 8—2015 Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях
Утилизация и обезвреживание отходов	ИТС 15—2015 Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)
Утилизация и обезвреживание отходов	ИТС 15—2015 Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)
Размещение отходов	ИТС 17—2015 Размещение отходов производства и потребления
Системы охлаждения	ИТС 20—2015 Промышленные системы охлаждения

Раздел 1. Общая информация об отрасли промышленности

1.1 Отраслевая организация текстильной промышленности. Основные промышленные текстильные производства и отрасли Российской Федерации

Текстильная промышленность является составной комплексной частью легкой отрасли, включающей более чем 20 подотраслей, сформированных из нескольких основных производств, объединенных по сырьевому признаку (льняное, хлопчатобумажное, шерстяное, шелковое), а также трикотажное производство. Намечается тенденция к развитию унифицированных производств, оснащенных универсальным оборудованием и технологиями, позволяющими производить отделку и облагораживание текстильных материалов, различного и многокомпонентного сырьевого состава. Существуют производства, сменившие ассортиментный ряд (например, с льняных тканей на хлопчатобумажные или с хлопчатобумажных на шелковые хлопкополиэфирные и вискозно-штапельные ткани).

Текстильная промышленность РФ имеет очень широкую географию, с преимущественным расположением производств в районах, имеющих емкие и стабильные водные ресурсы, а также в районах производства сырья, размещения потребителя или квалифицированных трудовых ресурсов. К отраслям с ориентацией на сырье относят, например, производства первичной переработки сырья (ПОШ), льняную промышленность; с ориентацией на потребителя — шерстяную; а с ориентацией на оба фактора — хлопчатобумажную, шелковую, трикотажную.

В зависимости от вида перерабатываемого сырья текстильную промышленность условно подразделяют на отрасли. Любая из отраслей может включать следующие производства:

1) производство по первичной обработке текстильных волокон (сырья):

а) хлопкоочистительные заводы для очистки хлопка-сырца и для отделения волокон хлопка от семян и упаковки их в кипы;

б) фабрики для мытья шерсти (шерстомойки), ее сортировки, удаления примесей, жиропота и упаковки волокна в кипы;

в) заводы по первичной обработке лубяных волокон, где производится выделение волокон из стеблей и их очистка, упаковка в кипы;

г) заводы по первичной обработке коконов, включающей запаривание коконов, их высушивание и упаковку в ящики;

2) трикотажное производство — совокупность механических технологических процессов, обеспечивающих формирование трикотажного полотна или трикотажных изделий из пряжи и химических нитей путем вязания и отделочного производства. Это производство по принятой в РФ организационной системе является самостоятельной отраслью промышленности;

3) отделочные производства — часть или совокупность механических, физических, тепловых, химических и биохимических процессов, обеспечивающих поэтапное и полное облагораживание текстильных материалов (тканей, трикотажных полотен, изделий), включая подготовку (расшлихтовка, отварка, мерсеризация, беление), колорирование (печатание, крашение) и заключительную (финишную) отделку.

В товарном выражении в текстильной отрасли с апреля 2015 г. до апреля 2016 г. произведено 443 млн кв. м тканей (+16,5 % к объему прошлого года), из них:

- хлопчатобумажных тканей — 104 тыс. кв. м (+2,2 % к объему прошлого года);
- шелковых тканей — 13,9 тыс. кв. м (−45,2 %);
- шерстяных тканей — 827 тыс. кв. м (+0,2 %);
- льняных тканей — 2,2 тыс. кв. м (+10,5 %);
- синтетических и искусственных тканей — 19,6 тыс. кв. м (+3,1 %);
- трикотажного полотна — 1,4 тыс. т (+19,6 %).

На рисунке 1.1 приведены данные выпуска тканей предприятиями РФ в 2012 г.

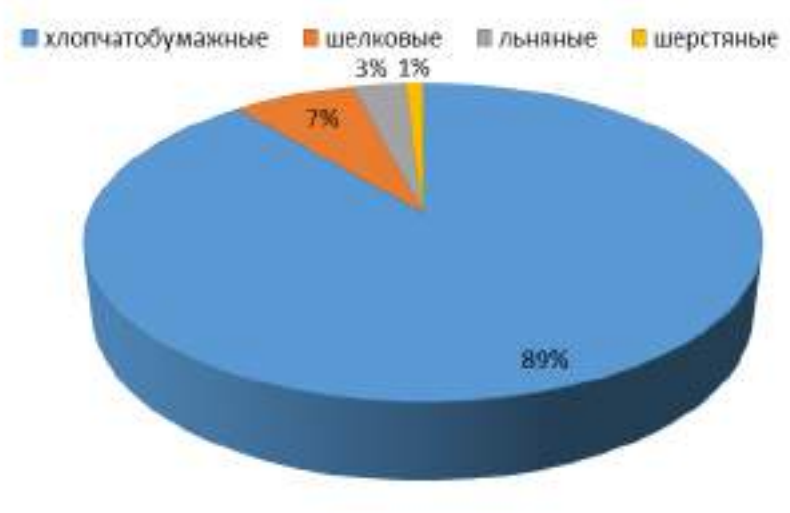


Рисунок 1.1 — Выпуск тканей предприятиями РФ в 2012 г.,
% от общего числа

Анализ данных 2010–2016 гг. показывает, что современные текстильные отделочные предприятия работают не в полную проектную мощность. По тканям и материалам на основе натуральных волокон наблюдается некоторый спад производства. Для каждой из отраслей для этого есть свои причины (см. таблицы 1.1 и 1.2): для шерстяных и льнопроизводств — несбалансированность по поставкам сырья и недостаток отечественного сырья, для хлопчатобумажных и шелковых производств — сильная конкуренция. Кроме того, существует сильная зависимость и перегруженность импортной текстильной «химией», недостаточно развитое производство собственной текстильной «химии», неразвитость смежных производств, обеспечивающих создание конкурентоспособной продукции, а также высокие цены на энергоресурсы.

Таблица 1.1 — Производство основных видов продукции текстильного отделочного производства на период с 2010 по 2015 гг. (по данным Промышленное производство в России. 2016: Стат. сб. / Росстат. — П81 М., 2016. — 347 с.)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ткани — всего, млн м^2	3369	3609	3972	4164	3995	4530
в том числе:						
- хлопчатобумажные	1542	1237	1389	1311	1231	1121
- шерстяные	20,7	19,3	14,1	12,8	11,7	11,0
- льняные	52,5	47,7	45,9	37,7	31,4	25,9
- шелковые (натуральные), тыс. м^2	172	228	175	152	192	260
- ткани из синтетических и искусственных волокон и нитей (включая штапельные)	115	100	144	207	208	285
Изделия трикотажные чулочно-носочные, млн пар	322	289	279	248	213	206
Трикотажные изделия, млн шт.	153	140	141	147	138	115

Таблица 1.2 — Производство трикотажных чулочно-носочных изделий (млн пар) (по данным Промышленное производство в России. 2016: Стат. сб. / Росстат. — П81 М., 2016. — 347 с.)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Изделия трикотажные чулочно-носочные — всего	322	289	279	248	213	206
в том числе:						
- чулки	23,4	17,6	17,7	18,1	12,1	10,9
- носки	186	167	165	155	128	120
из них мужские	91,4	77,7	74,4	74,6	55,0	57,3
- колготки	50,3	46,7	46,9	51,7	45,3	43,7
из них женские	17,8	18,3	16,4	27,4	25,0	24,4

Официальная статистика свидетельствует о том, что в производстве шерстяных тканей предприятия задействованы на 17 %, предприятия трикотажных изделий — на 28 %, чулочно-носочных — на 49 %, хлопчатобумажных тканей — на 54 %. Ресурсная самообеспеченность отрасли составляет лишь 25 %. Доля убыточных предприятий в текстильных производствах составляет 35 %. Практически все сырье (хлопок, значительные часть шерсти, полиэфирных волокон), красители и текстильные вспомогательные вещества (ТВВ) импортируются.

Значимой проблемой текстильной отрасли является происходящий противоречивый процесс специализации малых производств по выпускаемой продукции, с одной стороны, и реализация стратегии на унифицирование крупных производств, с другой стороны. Еще одна из важных и острых проблем текстильного отделочного производства — высокие издержки текстильной отрасли, связанные с постоянным ростом тарифов на воду, газ, энергию (за последние 4–5 лет выросли в 3–4 раза). Кроме того, росту издержек способствует устаревшее оборудование. По данным Министерства промышленности и торговли, 50 % оборудования на предприятиях отрасли работает свыше 15 лет, 40 % — от 10 до 15 лет, 10 % — 10 и менее лет. Коэффициент обновления оборудования составляет 3 % — 4 %. Физический износ оборудования на отделочных предприятиях на настоящий момент составляет более 20 % — 30 %. Тем не менее даже обновленное оборудование морально устаревает и не соответствует новейшим технологиям отделки. За рубежом парк оборудования меняют каждые 5–7 лет. Коэффициент обновления основных фондов в отрасли РФ около 0,5 % (самый низкий в промышленности, т. е. в 6 раз меньше, чем, например, в пищевой отрасли). В идеале же 70 % оборудования на предприятиях должно быть моложе 10 лет.

Особой статьей в затратах по производству отбеленных, гладкокрашеных и набивных тканей, трикотажных полотен и изделий являются затраты на энерго- и водопотребление. Это связано с тем, что операции и процессы облагораживания и отделки текстильных материалов являются одними их самых энерго- и водозатратных. Поэтому все отделочные предприятия размещаются рядом с водными ресурсами. По западноевропейским нормам расход на отделку 1 кг текстильных материалов составляет 100 л воды и 15–20 кВт ч энергии. Реальные расходы технологической воды на российских текстильных предприятиях превосходят эти цифры в 2–3 раза.

По объему сбрасываемых загрязнений сточных вод текстильная промышленность занимает 8–9 место после энергетического комплекса. Содержание поверхностно-активных веществ в сточных водах ряда предприятий превышает ПДК в 100–200 раз. При использовании различных композиционных ТВВ в процессе химической обработки возможны реакции, приводящие к образованию токсичных продуктов, которые накапливаются и аккумулируются в волокнистом материале. Нормативно-правовая база, позволяющая регламентировать содержание таких поллютантов в текстильной продукции, на данный момент не разработана.

Решение проблем экологизации текстильного отделочного производства невозможно без дальнейшего развития совмещенных способов подготовки, крашения и заключительной отделки текстильных материалов, а также без внедрения ресурсосберегающих, безотходных, экологически чистых технологий на основе использования биохимических, физико-механических процессов и новых видов энергий (УЗ, ВЧ, плазма, СВЧ). Для того чтобы успешно решать эти задачи экологизации, необходимо иметь развитое машиностроение, совершенствовать производства по выпуску отечественных красителей (см. таблицу 1.3), минимизировать использование многокомпонентных ТВВ и ПАВ, иметь обоснованную политику колорирования и заключительной отделки.

Таблица 1.3 — Производство отдельных видов красителей и пигментов в РФ, т

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Красители органические синтетические и лаки цветные (пигментные) и составы на их основе	15 557	17 464	19 867	21 131	25 520	28 752
в том числе:						
- красители дисперсные и составы на их основе	1248	1768	2437	2243	3402	4831
- красители кислотные, предварительно металлизированные или неметаллизированные, и составы на их основе	58,0	22,0	43,0	23,0	51,0	22,0
- красители протравные и составы на их основе	52,0	16,0	7,0	–	–	–
- красители основные и составы на их основе	28,0	85,0	213	158	159	138
- красители прямые и составы на их основе	199	64,0	114	73,0	55,0	33,0
- красители, химически активные, и составы на их основе	18,1	–	62,0	355	516	34,0
- пигменты и составы на их основе	12 271	13 960	14 103	14 465	15 717	17 674
- красители сернистые цветные обычные	41,3	38,2	315	347	345	321
- красители жирорастворимые	88,0	84,0	110	165	31,0	121

Окончание таблицы 1.3

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
- продукты синтетические органические, используемые в качестве оптических отбеливателей (белофоров)	1205	1096	2092	2980	4898	4920
- люминофоры органические и люминесцентные материалы, прочие	68,5	66,0	67,3	46,6	5,5	9,7
Оксид цинка (белила цинковые)	28 649	28 361	29 014	27 983	30 619	35 490

В последнее время отмечается мощный импульс в разработке новых, более направленных и жестких стандартов, включающих экологические требования к текстильным материалам и изделиям.

Кроме известных препаратов и экологических показателей качества текстильных материалов (pH, содержание формальдегида, пестицидов, пентахлорфенола, наличие свободных тяжелых металлов, азокрасителей на основе запрещенных аминов и красителей-аллергенов, а также хлорорганических интенсификаторов), оценивается устойчивость окрасок (к воде, стирке, поту, трению, слюне), а также возможность выделения летучих веществ (толуол, стирол, винилциклогексан, фенилциклогексан, бутадиен, винилхлорид, ароматические углеводороды и другие органические летучие вещества) и контролируется запах текстильного материала или изделия (не должно быть запахов плесени, высококипящих фракций нефти, рыбы, ароматических соединений и парфюмерии). Стандарт Экотекс-100 включает 16 категорий текстильной продукции, при изготовлении которой должны выполняться экологические требования на этапах выращивания природных волокон и их первичной обработки, прядения и ткачества, отделки и изготовления готовых изделий.

В настоящее время в России вводится в действие шесть стандартов серии ISO 14000 (14001, 14004, 14010, 14011, 14012 и 14050). Соответствие стандарту 14001 (система экологического менеджмента продукции) является предметом формальной сертификации предприятия (фирмы), а остальные рассматриваются как вспомогательные. В указанных стандартах, как и в международных, значительное внимание уделяется анализу содержания в текстильных материалах экстрагируемых красителей и продуктов их превращений. В частности, содержание дисперсных красителей (синий 1, 3, 7, 26, 102, 106, 124; оранжевый 1, 3, 37, 76; желтый 1, 3, 9, 19, 39, 49; красный 1, 11, 17) * не должно превышать 0,006 масс. %, а канцерогенные красители (основной красный 9, дисперсный синий 1, кислотный красный 26) не допускаются к практическому использованию. Первые стандарты серии ISO 14000 были официально приняты в 1996 г. Эта система стандартов регламентирует снижение неблагоприятных воздействий на окружающую среду и человека на организационном, национальном и международном уровнях. В ближайшее время сертификация текстильных (в том числе отделочных) предприятий по ISO 14000 будет являться обязательным условием маркетинга продукции на международных рынках.

Решение экологических проблем текстильно-отделочного производства осуществляется по пути создания принципиально новых экотехнологий и совершенство-

вания существующих процессов подготовки, колорирования и заключительной отделки текстильных материалов. Полное решение экологических проблем отделочной фабрики — дело дорогостоящее и долгосрочное, что не по силам большинству российских предприятий в настоящее время решить самостоятельно. Разработка не только экономичных технологий, приводящих к снижению себестоимости продукции, но и одновременно экологически безопасных является одним из первых этапов решения экологической проблемы каждого производства. Вместе с этим должно быть обеспечено государственное регулирование и софинансирование проектов создания комплексов очистных сооружений, обеспечивающих полноценную и эффициентную работу предприятий по проектной мощности.

Создание экологичных и ресурсосберегающих технологий чаще всего базируется на температурной интенсификации процессов, использовании и биохимических катализаторов, и поверхностной селективной модификации волокнистых материалов, исключении высокозатратных процессов, таких, например, как мерсеризация. С целью сокращения красителей в сточных водах и количества промывных вод в настоящее время произошел активный переход на печатание пигментными красителями, не требующими стадии промывки. Эти технологии предпочтительны для получения тканей широкого потребления низкой ценовой группы. Однако этот процесс идет отчасти в ущерб качества и экологичности получаемых печатных рисунков для тканей детского ассортимента и экотканей с повышенной добавленной стоимостью, требующих колорирования красителями, например активными, прочно удерживающимися на волокне посредством химических связей.

Причины снижения производства тканей связаны также со структурными и спросовыми факторами. Определяющим фактором сдерживания производства текстильной продукции является не столько ограничение спроса потребителями, как в 90 гг. прошлого века, сколько изменившийся спросовый фактор. Это возрастающая осведомленность населения о возможном высоком качестве текстильной продукции, высокая грамотность населения в области технологий отделки тканей, быстрое распространение информации о мировых тенденциях новейшей продукции. Эти факторы способствуют непрерывному увеличению доли импорта текстильной продукции. Однако более дешевая, не всегда качественная и экологичная, импортная текстильная продукция снижает возможность реализации отечественных тканей и готовой продукции на внутреннем рынке.

Создание конкурентоспособной и высокоэкологичной текстильной продукции вызывает необходимость формирования новых текстильных производств и модернизирования действующих как быстро реагирующих на сырьевые изменения, в том числе цены на сырье, тенденции потребительского спроса и что самое главное самим формировать моду на экотекстиль. Это должны быть производства, оснащенные унифицированным оборудованием, позволяющим гибко и в кратчайшие сроки переходить на новый ассортимент, выпускать ткани не только масштабных заказов, но и малыми партиями с учетом сезонных потребностей населения, потребностей в текстиле государственных служб и специализированных производств.

1.2 Конъюнктура рынка хлопчатобумажных тканей в Российской Федерации

1.2.1 Тенденция развития хлопчатобумажной промышленности в России

Хлопчатобумажные ткани — самые многочисленные по объему выпуска: их удельный вес в общем выпуске тканей составляет более 70 % всех тканей России, среди которых преобладают ткани бытового значения (бельевые, полотенечные, форменные, сорочечные). Значительное место в ассортименте хлопчатобумажных отделочных производств занимают типовые ткани (ситцы, бязи, сатины, поплин, батист, саржа и диагональ). Проявляется смещение ассортиментного ряда в сторону производства высококачественных тканей высокой добавленной стоимости (сатины, поплины, сорочечные и форменные ткани одежной группы). Расширяется ассортимент смесовых тканей с малым вложением химических волокон, в основном полиэфирного, а также вискозного. Применяются новые виды отделки, разнообразное художественно-колористическое оформление.

Хлопчатобумажные ткани традиционно занимают лидирующее место в общем выпуске тканей в России. Предназначены они в основном для удовлетворения потребностей внутреннего рынка. Особенностью этой отрасли является полная ориентация на привозное натуральное сырье, так как в России в силу специфики природно-климатических условий хлопчатник не возделывается. Более 80 % хлопка-волокна ввозится в Россию из государств Центральной Азии, свыше 6 % — из Азербайджана и примерно 10 % — из стран дальнего зарубежья (Египет, Сирия, Судан).

Основное производство по-прежнему сосредоточено в старых районах, оно ориентируется на трудовые ресурсы и квалификационные навыки. Центральный и Северо-Западный районы обеспечивают 85 % общероссийского выпуска хлопчатобумажных тканей. Особенно выделяются Ивановская (Иваново, Тейково, Шуя, Кинешма), Московская (Москва, Ногинск, Орехово-Зуево), Тверская (Тверь, Вышний Волочек) и Ярославская области, а также Санкт-Петербург и его пригороды. В новых районах европейской части России большее значение имеют трудовые ресурсы. Здесь выпускается более 10 % хлопчатобумажных тканей: Поволжье (Камышин), Волго-Вятский район (Чебоксары), Северный Кавказ (Краснодарский край). Предприятия Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока (Барнаул, Омск, Новосибирск, Томск, Канск) ориентируются на потребителя и дают чуть более 3 % хлопчатобумажных тканей.

Однако, по данным агентства «Анитэкс», доля хлопчатобумажных тканей одежной группы (коды ОКПД 17.20.20.124 и 17.20.20.134), обрабатываемых на отделочных предприятиях отечественной текстильной промышленности, составляет не более 2,5 % от общего выпуска хлопчатобумажных тканей. В основном это ткани для производства домашней (ситец, бязь, фланель) или рабочей (диагональ, саржа, двунитка) одежды. За период с 2010 по 2014 гг. выпуск тканей данной подгруппы сократился на треть в натуральном выражении. Импортные поставки хлопчатобумажных тканей одежной группы декларируются по кодам ТН ВЭД 5208, 5209, 5210, 5211 и 5212, причем основной объем — по коду 5208. В натуральном выражении импорт в 1,5–1,7 раза превышает объем собственного производства.

Доля экспортно ориентированной продукции в структуре отечественного выпуска в 2014 г. составляла около 25 %. По экспертным оценкам, потребность российской

швейной промышленности в хлопчатобумажных одежных тканях (с содержанием хлопка более 85 %) примерно на 40 % — 45 % обеспечивается за счет собственного производства.

Тем не менее российский рынок хлопчатобумажных тканей восстанавливается: сократившись в 2014 и 2015 гг. на 9,4 % и 4,2 % (до 1215,9 млн кв. м) соответственно, по итогам 2016 г. потребление в натуральном выражении выросло на 2,8 %.

Основные игроки на рынке хлопчатобумажных тканей — Альянс «Русский текстиль», «Нордтекс» и «ТДЛ-Холдинг», что позволяет формировать единый хлопковый бренд и подключить к экспорту участников рынка, не имеющих офисов в крупных западных странах. По данным Росстата, в 2016 г. отмечается положительная динамика производства на следующих предприятиях: ООО Текстильная Компания «Красная Талка», ООО «МИРтекс», ООО «Дилан-Текстиль», ООО «Шуйский текстиль», ООО «Эрида», ОП ООО «КамышинЛегПром» (г. Тейково) и ОСП ООО «Праймтекс» (г. Родники). Возрастает мощность предприятий «Меланжевый текстиль» (г. Иваново) и «Прогресс» (г. Иваново), ОА «Красные ткачи» (Ярославская область), ОАО «Альянс «Русский текстиль», в состав которого входят два хлопчатобумажных предприятия: ОАО «Тверская мануфактура» и ООО «Тейковский хлопчатобумажный комбинат», ЗАО «Новый мир» (Переславль-Залесский Ярославской области).

На территории Ивановской области производится 4 м из каждых 5 м хлопчатобумажных тканей, выпускаемых в России. Перешиваются в готовые изделия 60 % выпущенных тканей, однако мощности предприятий не достигают проектируемых мощностей. Для легкого ассортимента тканей мощности предприятий варьируются от 200 до 250 тыс. м/сут при проектной мощности 300–500 тыс. пог. м/сут. Для предприятий, специализирующихся на выпуске тяжелых хлопчатобумажных и смесовых хлопко-полиэфирных тканей, мощность составляет от 70 до 150 тыс. пог. м/сут против 300 тыс. м/сут проектной мощности. При этом растет число предприятий, имеющих смешанный ассортимент, благодаря оснащению оборудованием смешанного (унифицированного) типа, позволяющего выпускать как тяжелые, так и легкие ткани. Создаются новейшие отделочные предприятия, специализирующиеся на белении хлопчатобумажной марли и отделке (белении, крашении, печатании и заключительной отделке) трикотажных хлопчатобумажных полотен, со сравнительно малой мощностью от 20–70 тыс. м/сут.

1.2.2 Рынок и ассортимент хлопчатобумажных и смешанных тканей, выпускаемых предприятиями хлопчатобумажной промышленности

Деление ассортимента выпускаемых тканей на группы и подгруппы производится, с одной стороны, по назначению (бельевая, платьевая, подкладочная, полотенечная, платочная и др.), с другой — по особенностям структуры (сатиновая группа), а также по признакам свойств, которые ткани приобретают в процессе технологических процессов производства (например, гладкокрашеная, меланжевая и пестротканая подгруппы, ворсовая подгруппа). В ряде подгрупп учитывается сезонность назначения (демисезонная, летняя и зимняя подгруппы платьевой группы).

Ткани из хлопка делят на две большие группы: бытовые (80 %) и технические. Поверхностная плотность на 1 м^2 для хлопчатобумажных тканей составляет 45–

850 г. По этому свойству материалы делят на: легкие — до 100 г, средние — от 100 до 200 г, тяжелые — более 200 г.

Материалы по характеру отделки бывают суровыми, гладкокрашеными, отбеленными, меланжевыми, набивными, мулинированными, мерсеризованными, немерсеризованными, аппретированными, неаппретированными и др.

На практике для удобства ткани из хлопка разделяют на 17 больших групп: бельевую, ситцевую, бязевую, сатиновую, плательную, одежную, тиковую, подкладочную, ворсовую, платочную, группу суровых тканей, полотенечную, одеяльную, мебельно-декоративную, упаковочные ткани, группу технических тканей, группу марли. Деление на группы, а затем подгруппы осуществляют по признакам: назначению, особенностям строения, отделке, сезонности.

Все суровые ткани различаются целым рядом показателей, к которым относятся: линейная плотность пряжи (текс) и ее волокнистый состав по основе и утку; плотность нитей по основе и утку (число нитей на 10 см), поверхностная плотность ткани (г/м^2); ширина ткани (см); разрывная нагрузка полоски ткани 50 × 200 мм (Н); вид переплетения. Нормы показателей физико-механических свойств закладываются в нормативно-техническую документацию: технические условия (ТУ) или государственный стандарт (ГОСТ), по которым вырабатываются суровые и готовые ткани. Каждому виду ткани после ее разработки и утверждения технических условий, оптовой и розничной цены присваивается номер артикула.

Предприятия хлопчатобумажной промышленности, главным образом ее отделочные производства, выпускают различный ассортимент тканей как чисто хлопчатобумажных, так и смешанных. При содержании синтетических или искусственных волокон до 50 % ткани условно относят к ассортименту хлопчатобумажной промышленности, а при содержании более 50 % — к ассортименту шелковой отрасли.

В качестве полуфабриката или сырья для выпуска готовых тканей используют суровые ткани, изготовленные ткацкими производствами с применением ткацких станков различных систем.

Существует несколько видов переплетений, которыми вырабатывают на ткацких станках суровые ткани: полотняное, саржевое, сатиновое и сложные. Наибольшее количество хлопчатобумажных тканей вырабатывается полотняным переплетением, значительно меньше сатиновым и саржевым. Сложные переплетения, являющиеся комбинацией основных переплетений, применяют обычно для выработки платьевых, а также некоторых других тканей.

Для тканей **ситцевой группы** стандартом установлены ширины: 150–180, 220–280 см. Ткани ситцевой группы обычно опаливают с одной стороны, которую затем считают лицевой, частично мерсеризуют и подвергают полному циклу беления. Ситцы выпускаются в основном в набивном виде, в незначительных объемах — гладкокрашеными. В связи с энергозатратностью, трудоемкостью и существенным водопотреблением исчезли вытравные и резервные рисунки по окрашенным тканям, уменьшается применение многовальных грунтовых рисунков, рисунков с прямыми клетками и целый ряд других трудных в техническом отношении и опасных в экологическом плане технологий колорирования. В то же время в последние годы неоправданно снизился уровень набивных тканей одежной группы с грунтовым печатным рисунком активными красителями и бельевых тканей с белоземельным орнаментом пигментными красителями.

Бязевая группа насчитывает до 15 артикулов тканей полотняного переплетения. Поверхностная плотность готовых тканей бязевой группы составляет от 126 до 160 г/м^2, чаще 140–150 г/м^2. Допускаются ширины тканей 140–280 см. Ткани бязевой группы могут выпускаться как гладкокрашеными, так и печатными в зависимости от покупательского спроса. Современные бязи могут включать до 15 % льняного котонина. Ткани используют главным образом для постельного белья, а также, например, для изготовления белых халатов медицинских и других работников, т. е. ткани используют в тех случаях, когда требуются белые прочные ткани. Степень белизны бельевых тканей должна быть не менее 82 %. В состав бязевой подгруппы входят также ткани для пеленок, выпускаемые в отбеленном виде без нанесения аппретов с поверхностной плотностью около 85 г/м^2.

Миткалевая подгруппа, входящая в состав бельевой группы тканей, состоит из набивных ситцев, мадаполамов, шифонов. Мадаполамы в отделочных производствах изготовляют из сурового миткаля путем полного цикла отбеливания, нанесения аппрета и обработки на каландре с гладким валом. Отбеленные мадаполамы и шифоны в основном используют для изготовления нательного белья, платьев и в качестве отделочных материалов. В состав бельевой группы входят ткани, которые составляют специальную подгруппу. К ним относятся гринсбоны, тик-ластик, выпускаемые в отбеленном виде с плотностью готовой ткани 165–190 г/м^2.

Сатиновая группа вырабатывается сатиновым переплетением с уточным перекрытием на лицевой стороне. Сатиновая группа насчитывает 30 артикулов тканей. В зависимости от вида применяемой пряжи различают кардные и гребенные сатины. В отдельных случаях выпускают полугребенные сатины из основы кардного прядения и утка гребенного прядения. Сатины выпускают отбеленными, гладкокрашеными и печатными. Все ткани сатиновой группы подвергают тщательному опаливанию с лицевой стороны, мерсеризуют (не мерсеризуют сатины, выработанные из мерсеризованной пряжи или хлопка высоких номеров, а также с вложением вискозного и полиэфирного волокон). Для сатинов применяют различное каландрирование. Для тканей сатиновой группы предусмотрены следующие ширины: 150–160, 220–240, 260–280 см.

Платьевая группа. Ткани платьевой группы в ассортименте хлопчатобумажных тканей бытового назначения не многочисленны и подразделяются на следующие подгруппы: демисезонную, летнюю, зимнюю и ткани из смеси хлопка с химическими волокнами. Демисезонная подгруппа включает все сорочечные, рубашечные, платьевые и платьево-костюмные ткани, широко востребованные швейной промышленностью и требующие импортозамещения. Их изготовляют из хлопчатобумажной, хлопкополиэфирной с содержанием до 45 % полиэфирного волокна, однониточной и крученой в 2 сложения, кардной и гребенной пряжи различной линейной плотности. Ткани демисезонной подгруппы выпускают в основном в печатном и гладкокрашеном виде. Отдельные ткани этой подгруппы по желанию заказчиков могут выпускаться отбеленными. В последнее время для улучшения потребительских свойств (внешний вид, малоусадочность, износостойкость, комфортность и др.) наметилась тенденция к увеличению производства смешанных тканей демисезонной подгруппы, главным образом путем применения пряжи из 30 % — 45 % полиэфирного и 30 % — 55 % хлопкового волокон. Для тканей демисезонной подгруппы стандартом предусматриваются ширины 140–180 см.

Летняя подгруппа платьевой группы тканей включает более 50 артикулов в основном сравнительно тонких и легких платьевых хлопчатобумажных тканей. Изготовляют ткани полотняным или сложными переплетениями. К зимней подгруппе относятся ткани с начесом: фланели и байки с двусторонним начесом, бумазеи с односторонним начесом. Ткани данной подгруппы выпускают отбеленными, гладкокрашеными и печатными. Значительное количество фланели оформляется рисунками с детской тематикой. Одежная группа тканей подразделяется на следующие подгруппы: гладкокрашеные, ткани специального назначения, меланжевые и пестротканые, зимняя подгруппа. Для тканей данной группы установлены ширины 120–180 см.

Подгруппа гладкокрашеных тканей состоит из более чем 70 артикулов. Хлопчатобумажные ткани этой подгруппы окрашивают в основном с помощью сернистых и кубовых красителей. Для смешанных тканей, главным образом хлопкополиэфирных, начинают применять термозольный способ крашения смесью дисперсных и кубовых красителей. Возможно использование смесей дисперсных и активных красителей при крашении как термозольным, так и другими способами. При использовании термозольного способа крашения хлопкополиэфирных тканей смесью дисперсных и кубовых красителей достигается однотонное, ровное окрашивание поверхности ткани. Попытки окрашивать смешанные ткани сернистыми красителями по существующим режимам не дали удовлетворительных результатов: окраска получается неравномерной, ткань приобретает непривлекательный внешний вид. В подгруппу гладкокрашеных тканей входят различные саржи, диагонали, молескины, плащевые и палаточные полотна, репсы и другие ткани с различными фирменными названиями, большое количество гладкокрашеных тканей для пошива специальной защитной и форменной одежды для различных отраслей народного хозяйства. Поэтому тканям для спецодежды придают различные виды специальных заключительных отделок, такие как, например, водоотталкивающая, огнестойкая, противокислотная и комплексные виды отделок (например, масло, грязе- и водоотталкивающая).

При разработке новых одежных тканей шире применяется смешанная пряжа из хлопка и полиэфирного волокна, с использованием при этом в смеси более 20 % полиэфирного волокна для повышения износоустойчивости, снижения усадки и улучшения изделий.

Подгруппа меланжевых и пестротканых тканей включает до 50 артикулов. Меланжевые и пестротканые ткани вырабатывают в производствах из пряжи, изготовленной из крашеного хлопка или его смесей с синтетическими волокнами. Для обеспечения высоких показателей качества готовых меланжевых тканей необходимо вводить в смесь с хлопком полиэфирные волокна, окрашенные в массе. Эти ткани предназначены для пошива повседневной одежды, в том числе спортивной и рабочей (костюмов, брюк, юбок, курток, детской одежды). Вырабатывают их или из меланжевой пряжи, или пестротканых из пряжи, разноокрашенной по основе и утку.

Для джинсовых тканей, кроме хлопчатобумажной, используют хлопковискозную, хлопковискозно-полиэфирную пряжу. Поверхностная плотность тканей — 200–450 г/м^2. Для производства применяют хлопчатобумажную основу, окрашенную в темно-синий цвет красителем индиго, и суровый уток. Возникает необходимость в оснащении меланжевых производств линиями для непрерывного процесса крашения основы красителем индиго с одновременным шлихтованием. Отечественная линия для этого процесса выпускается под маркой ЛКШ-180-1. Ассортимент джинсовых тканей будет раз-

виваться в направлении использования в качестве основы хлопчатобумажной пряжи, окрашенной кубовым красителем индиго. В качестве утка для джинсовых тканей будет использоваться не только суровая, но и окрашенная в различные цвета пряжа, возможна печать на лицевую или изнаночную сторону джинсовых тканей.

Подгруппа тканей для зимней одежды включает около 6 артикулов широко востребованных и актуальных тканей, требующих импортозамещения. К этим тканям относятся хлопчатобумажные сукно, замша, вельвет и др. Их выпускают в сравнительно небольших объемах для верха зимней одежды. На поверхности тканей формируется плотный начес с помощью различного ворсовального оборудования. Ткани изготовляют из пряжи, вырабатываемой в меланжевых производствах из окрашенного хлопка.

Вафельные полотенечные ткани выпускают в основном отбеленными, реже оформленными различными печатными тематическими рисунками. Для изготовления марлевых тканей применяют чисто хлопчатобумажную однониточную кардную пряжу и с вложением до 30 % вискозного волокна. Марлю в отбеленном виде применяют для изготовления бинтов и перевязочных средств в медицинской промышленности, а также в отбеленном и суровом виде для бытовых целей.

Техническое перевооружение отделочных производств, оснащение их цепочками многовариантно комбинируемого технологического оборудования для подготовки и беления расправленным полотном, цепными и комбинированными валково-цепными мерсеризационными машинами, линиями термозольного крашения и заключительной отделки с рабочей шириной 140–180, 200–300 см, а также оснащение универсальным оборудованием, к которому относятся джиггеры и эжекторы, создает возможности для выпуска не только легких, средних, но и тяжелых хлопкополиэфирных тканей в любых цветах гладкого крашения.

Расширение технологических возможностей отделочных производств создает благоприятные условия для разработки и создания новых хлопкополиэфирных тканей высокого качества для сорочек, плащей, курток, изделий и школьной формы из крученой гребенной пряжи пониженной линейной плотности с вложением менее 30 % полиэфирного волокна, ткани могут выпускаться в печатном и гладкокрашеном виде в зависимости от покупательского спроса и направления моды.

Аналогичное направление в создании ассортимента сохранится для одежных гладкокрашеных хлопкополиэфирных форменных тканей из крученой и однониточной пряжи с вложением до 45 % полиэфирного волокна. Обновление одежных тканей путем замены хлопчатобумажных на хлопкополиэфирные ткани, окрашиваемые смесью дисперсных и кубовых красителей в любые цвета с высокой прочностью окраски, положительно влияет на повышение показателей качества благодаря улучшению внешнего вида, снижению бытовой усадки, повышению стойкости к истиранию, износоустойчивости и меньшей сминаемости тканей.

Ассортимент тканей платьевой группы будет расширяться и обновляться за счет выпуска тканей на основе окрашенной пряжи. Это могут быть хлопчатобумажные и хлопкополиэфирные, хлопкольняные (с котонином), а также многокомпонентные, например льнохлопкополиэфирные ткани.

Расширение ассортимента и повышение качества тканей мебельно-тиковой группы основано на широком использовании смеси с полиэфирным волокном, что позволяет резко повысить износоустойчивость тканей. Будут продолжаться работы по замене хлопчатобумажных тканей технического назначения хлопкополиэфирными тканя-

ми из синтетических волокон, что позволит увеличить срок их эксплуатации и высвободить хлопок для производства тканей бытового назначения.

Наряду с повышением показателей физико-механических свойств тканей нужно эффективно использовать различные технологические приемы для улучшения художественно-колористического оформления. С точки зрения экологизации процессов колорирования необходима активация развития технологий крашения хлопчатобумажной пряжи и тканей с использованием красителей высокой степени фиксации (активных и кубовых), а синтетических материалов — с применением высокотемпературных технологий крашения дисперсными красителями. Использование данного подхода позволит проводить стратегию ликвидации некоторых стадий в отделочном производстве с обеспечением более рационального подхода к энерго- и ресурсосбережению. Эта работа должна проводиться с учетом сложившихся исторических традиций, покупательского спроса в различных регионах страны, стратегий эффективного импортозамещения данных групп тканей.

1.2.3 Типовая структура хлопчатобумажного отделочного производства

Общая технологическая блок-схема хлопчатобумажного отделочного производства приведена на рисунке 1.2.

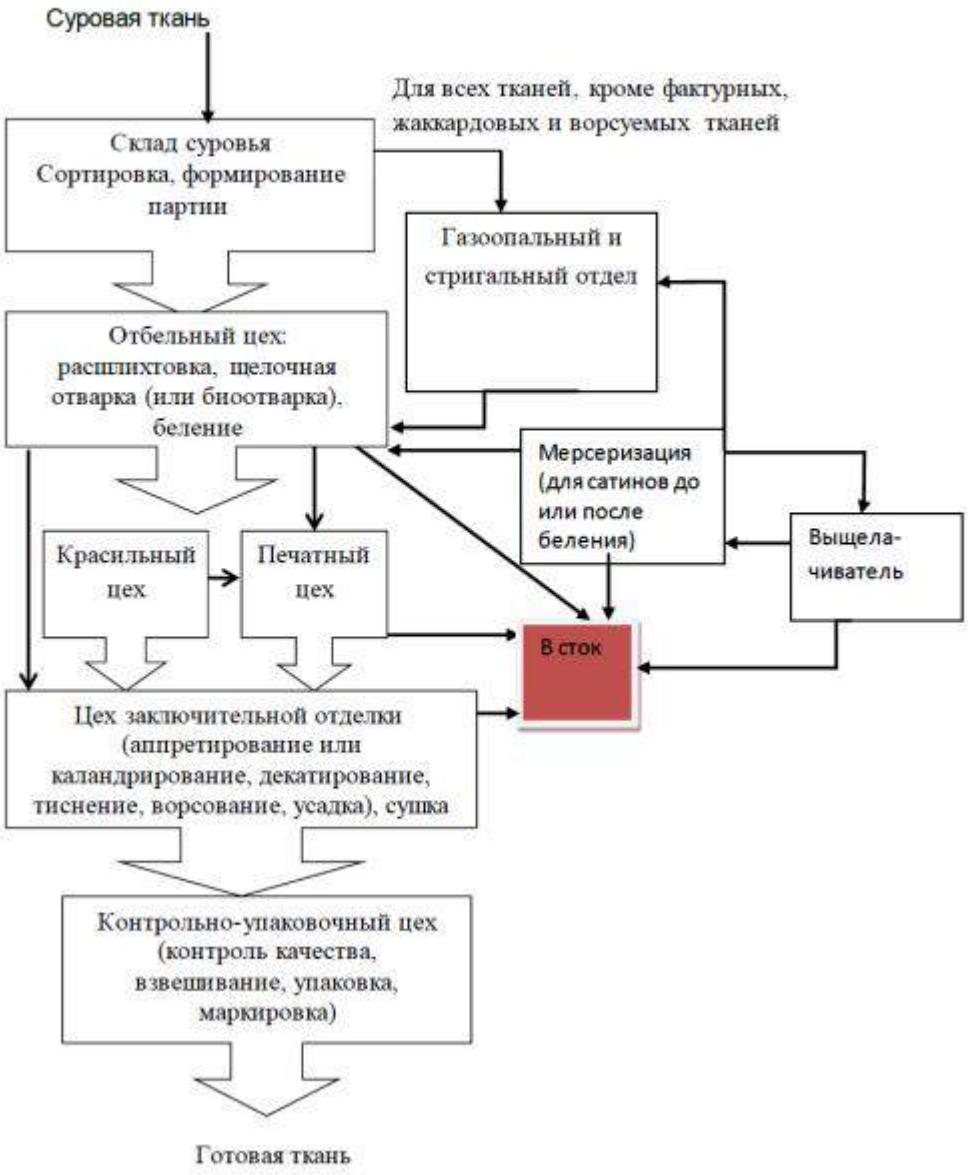


Рисунок 1.2 — Общая технологическая блок-схема хлопчатобумажного производства

Типовая технологическая блок-схема производства форменных одежных хлопчатобумажных и смесовых хлопкополиэфирных «тяжелых» тканей с вложением полиэфирного волокна до 50 % представлена на рисунке 1.3.

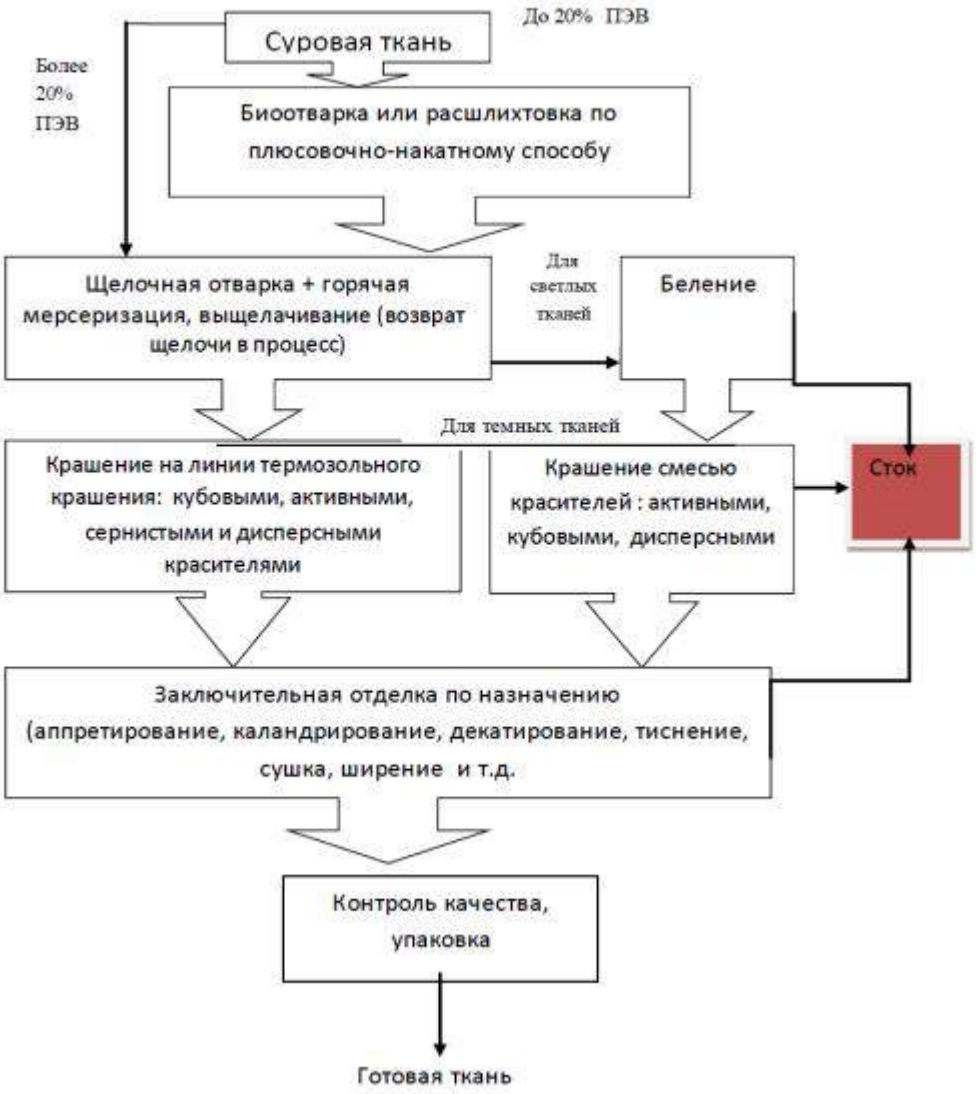


Рисунок 1.3 — Типовая технологическая блок-схема производства форменных одежных хлопчатобумажных и смесовых хлопкополиэфирных «тяжелых» тканей с вложением полиэфирного волокна до 50 %

Таблица 1.4 — Типовая технология получения гладкокрашеных хлопчатобумажных тканей и смесовых с вложением ПЭ до 50 %

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии, концентрации растворов, формирующих сток без учета разбавления промывными водами
Суровая ткань	Сшивание ткани	Суровая ткань	Швейная машина «Оверлог»	–
	Опаливание		Газоопальные машины (горизонтальные или вертикальные)	
Суровая ткань	Стрижка до или после беления	Стриженная ткань	Стригальные машины (кроме ворсуемых, вафельных, жаккардовых и фактурных тканей)	
Стриженная ткань	Отварка	Отваренная ткань	Линия беления (секция отварки или отварки и беления), или эжектор, или джиггер	Гидроксид натрия, ПАВ, комплексообразователь, стабилизаторы
Обработанная ткань	Крашение ткани (пропитка дисперсными или кубовыми, активными красителями)	Окрашенная ткань	Линия крашения по термофиксационному или плюсовочно-запарному способу	Краситель, менее 1 г/л
Окрашенная ткань	Аппретирование, термообработка	Окрашенная ткань с аппретом	Пропиточно-полимеризационная линия или линия заключительной отделки	Поливинилацетат — 1 г/л, хлорид магния — 1 г/л, гидрат или хлорид аммония — 0,1 г/л, или персульфат аммония или гексагидрат натрия — 1 г/л. Раствор СМС — 0,1 г/л, мочевина — 1 г/л или дициандиамид 0,5 г/л, ООВ — 0,03 г/л. Хромолан — 1 г/л, уротропин — 0,5 г/л, 80%-ная уксусная кислота — 0,5 г/л
Гладкокрашеная ткань	Усаживание ткани	Усаженная ткань	Линия усадки	

Окончание таблицы 1.4

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии, концентрации растворов, формирующих сток без учета разбавления промывными водами
Готовая неразбракованная ткань	Контроль качества и промеривание ткани	Готовая ткань	Браковочные столы, контрольно-мерильные машины	

1.3 Шелковое текстильное производство

1.3.1 Конъюнктура рынка шелковых тканей в РФ. Тенденция развития шелковой промышленности в России

Шелковые ткани вырабатываются из натурального волокна, искусственных и синтетических волокон. К настоящему времени доля натурального шелка в балансе шелковой промышленности снизилась и составляет менее 3 %. Ведущее место в шелковой промышленности занимают ткани, вырабатываемые из искусственных и синтетических волокон. Шелковые и синтетические ткани — второй по величине потребления сегмент отечественного рынка тканей (24 %), хотя производится их чуть более 5 % от общего объема. Доля тканей из натурального шелка крайне мала, тканей из химических волокон, а также смесовых выпускается более 99 % Ткани российского производства в этом сегменте составляют немногим более 20 % внутреннего рынка, остальное — импортная продукция. Импортируются в основном ткани из искусственных и синтетических волокон и нитей (93 % всех поставок), сырье для производства которых в России практически отсутствует. В настоящее время отечественная шелковая промышленность зависит от импорта шелка-сырца на 100 %, химических волокон и нитей на 60 %. В товарообороте доля этих тканей высока, поскольку шелковые ткани в среднем примерно в 4–5 раз дороже хлопчатобумажных, но вдвое дешевле шерстяных. В натуральном выражении объем выпуска шелковых тканей сопоставим с производством тканей из льна.

Одним из направлений совершенствования текстильного производства является изменение характера сырьевой базы, а именно повышение доли использования химических волокон. Уже сейчас в шерстяной отрасли доля химических волокон составляет 48 % — 50 %, в хлопчатобумажной — 15 % — 20 %, в трикотажной — 40 %, в шелковой — 90 %. Дальнейшее развитие сырьевой базы будет обеспечено за счет производства модифицированных химических волокон и нитей с заданными свойствами. Широкое использование в качестве сырья искусственных и синтетических волокон снизило зависимость от поставок натурального сырья из Средней Азии, Закавказья, Молдавии и с Украины, где разводят тутовый шелкопряд.

Исторически сложившаяся концентрация производства шелковых тканей в Центральном районе обусловлена выгодным транспортно-географическим положением, квалификацией рабочей силы, сосредоточением населения. Район дает более 2/5 общероссийского выпуска тканей из шелка. Основные предприятия сосредоточены в Москве и Московской области (Наро-Фоминск, Павловский Посад, Орехово-Зуево). Действуют предприятия в Киржаче (Владимирская область), Кораблино (Рязанская область), Твери, Ярославле. Значительными объемами производства отличаются также Поволжье (Балаково), Урал (Оренбург, Чайковский), Западная (Кемерово) и Восточная (Красноярск) Сибирь, которые обеспечивают более 2/5 производства шелковых тканей в России. Объем выпуска варьируется от 20 до 150 000 тыс. кв. м.

Зависимость России от зарубежных поставок химических волокон и нитей для легкой промышленности подрывает экономическую безопасность страны. В целом отсутствие производства современных химических волокон и нитей в требуемом объеме и ассортименте усугубляет кризисное состояние текстильной и легкой промышленности России, обедняет потребительский рынок товаров народного потребления, существенно сокращая число рабочих мест, а государство лишается значительных налоговых поступлений. Намеченные ранее крупные организационные и экономические меры по развитию и совершенствованию сырьевой базы, увеличению производства химических волокон и нитей, в том числе новых модификаций, остаются нереализованными, что отрицательно сказывается не только на обеспечении текстильного производства сырьем, но и не позволяет существенно увеличить выпуск конкурентоспособной продукции.

Из дальнего зарубежья приобретаются в основном химические волокна хлопкового и шерстяного типов, а также волокна для нетканых материалов и для набивки швейных изделий, в том числе бикомпонентные, антимикробные, полые, силиконизированные, шарообразные, низкоплавкие, спиральноизвитые, пониженной горючести и др.

Производства вискозного штапельного волокна и комплексных нитей в России больше нет. Рост их потребления (40 % — 50 %) обеспечен за счет импорта (соответственно 9,3 и 2,7 тыс. т). Технические и кордные вискозные нити, по выпуску которых СССР занимал 1-е место в мире, а ныне успешно развиваемые в Китае, Германии и других странах, исчезли у нас совсем. По синтетическим волокнам в целом наблюдается незначительный прирост спроса (1,7 %) и потребления (1,1 %), несколько больше производства (5,4 %) и экспорта (10,9 %), при малом снижении импорта (0,7 %). Внутри синтетических волокон, выпущенных в 2013 г. российскими предприятиями, преобладающее место занимают ПЭФ (57 %), затем идут ПА и ПП.

Синтетические волокна (в форме полиэстровой комплексной нити, а также штапельного волокна) продолжают занимать рыночные доли натуральных волокон (в основном хлопка).

Производство синтетический тканей в 2015 г. увеличилось на 22,8 % и составило 156,3 млн пог. м. Однако темпы роста отрасли замедляются. За первое полугодие 2016 г. было выпущено лишь на 0,5 млн пог. м синтетических тканей больше, чем за аналогичный период прошлого года. Ежегодный объем производства синтетических тканей в РФ за последние шесть лет увеличился на 85,2 % (с 84,4 млн пог. м в 2011 г. до 156,3 млн пог. м в 2015 г.). По итогам первых двух кварталов 2016 г. темп прироста производства составил всего 0,6 %.

По данным обзоров IndexBox.ru (рынок синтетических тканей в России за 2016 г.) ежегодный объем производства синтетических тканей в РФ за последние шесть лет увеличился на 85,2 % (с 84,4 млн пог. м). Основное производство синтетических тканей находится в Центральном федеральном округе.

К числу наиболее значимых предприятий отрасли можно отнести предприятие в Ростовской и Саратовской областях, Курске, Самарской и Тверской областях. Основное производство синтетических тканей находится в Центральном федеральном округе. Во II кв. 2016 г. доля ЦФО в общем объеме производства синтетических тканей составляла 35,2 %. На втором и третьем местах с небольшим отрывом идут Уральский (26,5 %) и Приволжский (24,3 %) федеральные округа. Распределение долей федеральных округов в совокупном объеме выпуска синтетических тканей в целом носит стабильный характер, свидетельствуя о равномерной загруженности производственных мощностей. Резкое увеличение производства в Сибирском федеральном округе, судя по всему, является следствием активизации выпуска смесовых и синтетических тканей. Дальнейшие перспективы рынка синтетических тканей в РФ будут зависеть от того, насколько российские предприятия сумеют адаптироваться к меняющейся макроэкономической конъюнктуре и удастся ли им в дальнейшем осуществлять выпуск синтетической ткани, способной успешно конкурировать с зарубежными аналогами по цене и потребительским свойствам [10].

На рисунке 1.4 приведены данные по объему разного типа волокна в цепи добавленной стоимости за 2004–2010 гг. (источник PRA-PRO). Данные по производству синтетических тканей приведены в таблице 1.5 и на рисунке 1.5.

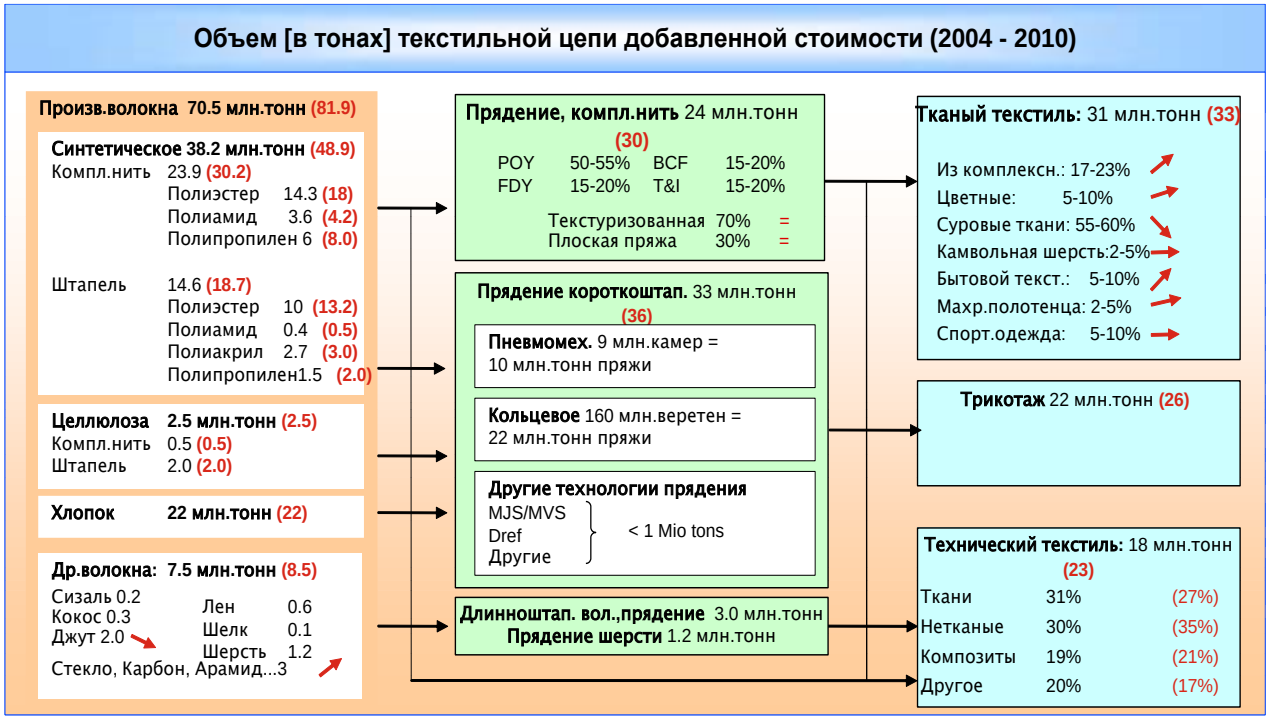


Рисунок 1.4 — Объем разного типа волокна в цепи добавленной стоимости за 2004–2010 гг. (источник PRA-PRO)

Таблица 1.5 — Объем производства синтетических тканей в 2011 — июле 2016 гг., в натуральном и стоимостном выражении

Показатель	2011	2012	2013	2014	2015	Январь-июнь 2016
Объем производства, млн пог. м	84,4	89,0	141,3	127,3	156,3	80,0
Темпы роста, в % г/г	-	105,4	158,8	90,1	122,8	100,6
Объем производства, млрд. руб.	8,1	9,6	19,9	15,9	33,0	17,0
Темпы роста, в % г/г	-	118,9	207,2	80,2	207,1	93,5

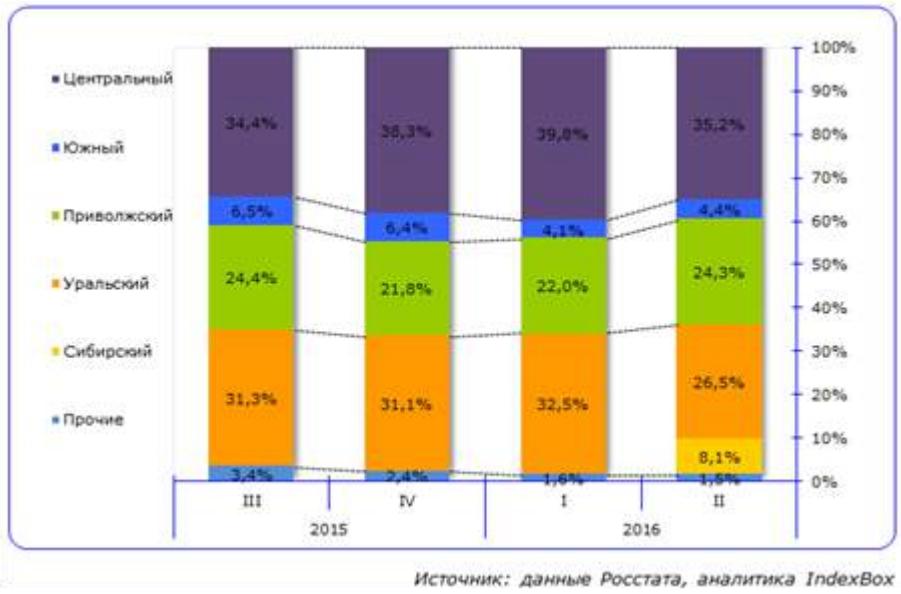


Рисунок 1.5 — Структура производства синтетических тканей по федеральным округам РФ в III кв. 2015 г. — II кв. 2016 г., в натуральном выражении

1.3.2 Ассортимент шелковых тканей и основные направления его развития

Ассортимент тканей, выпускаемых шелковой промышленностью? широко варьируется в связи с тем, что для выработки тканей наряду с натуральным шелком используются различные химические волокна, а также их смеси друг другом. В настоящее время в сырьевом балансе шелковой промышленности химические волокна составляют 96 % — 97 %, на долю шелка приходится 3 % — 4 %. Для производства тканей используются полиэфирные, полиамидные, полиакрилонитрильные, вискозные, ди- и

триацетатные волокна и нити, а также природное хлопковое и льноволокно. Во-вторых, разнообразие ассортимента достигается за счет применения различных видов текстильных нитей и переплетений, что позволяет получать ткани различных оригинальных структур, изменять поверхность ткани, улучшая ее внешний вид и художественное оформление.

Ассортимент тканей, выпускаемых шелковой промышленностью включает платьевые, платьево-костюмные, костюмные, подкладочные, сорочечные, плащевые, курточные, галстучные, зонтичные и мебельно-декоративные ткани. В ассортимент входят также штучные изделия: платки головные, покрывала, скатерти и др. Классификацию текстильных нитей, используемых для выработки шелковых тканей, производят по составу сырья, способу получения, структуре, виду отделки и назначению. В зависимости от состава сырья текстильные нити подразделяются на однородные, состоящие из нитей или волокон одной природы, и неоднородные (смешанные), состоящие из нитей или волокон разной природы. По способу получения текстильные нити делят на прядомые (пряжу) и непрядомые (мононити, комплексные нити и др.).

Одним из основных направлений улучшения качества тканей и расширения области применения химических нитей является создание и использование различных нитей новых структур: фасонных, профилированных, текстурированных, комбинированных.

Все ткани, выпускаемые шелковой промышленностью, делятся на бытовые и технические. Шелковые ткани подразделяются на группы по назначению, сырьевому составу, способу производства, способу отделки, виду нитей или пряжи и другим признакам. В зависимости от вида применяемого сырья весь ассортимент шелковых тканей разделен на восемь групп.

Ассортимент шелковых тканей бытового назначения будет развиваться благодаря созданию принципиально новых структур пониженной материалоемкости с улучшенными гигиеническими и эксплуатационными свойствами, в современном художественно-колористическом оформлении (в том числе с цифровой печатью на текстильных принтерах), широкого применения сырья новых и модифицированных видов, а также различных отделок (плиссирование, водо-, грязе-, маслоотталкивающих и др.). Отделка шелковых тканей на основе химических волокон должна учитывать их специфические свойства и требует подготовки и беления врасправку или эжекторах, термостабилизации, крашения на специализированных линиях.

В таблице 1.6 приведена кассификация тканей.

Таблица 1.6 — Классификация тканей

	Название группы тканей	Номер и название подгруппы						
		1 креповая	2 гладьевая	3 жаккардовая	4 ворсовая	5 спец. назначения	6 тех.	7 штучные
1	Из пряжи штапельного синтетического волокна и из пряжи штапельного синтетического волокна в смеси с пряжей и нитями других волокон	–	+	–	+	–	–	–
2	Из нитей натурального шелка	+	+	+	+	+	+	–
3	Из нитей натурального шелка в смеси с нитями других волокон	+	+	+	+	-	+	+
4	Из нитей искусственных волокон	+	+	+	-	+	+	+
5	Из нитей искусственных волокон в смеси с нитями из других волокон	+	+	+	+	+	–	–
6	Из нитей синтетических волокон	–	+	+	-	+	+	–
7	Из нитей синтетических волокон в смеси с нитями из других волокон	–	+	+	+	+	+	–
8	Из пряжи штапельного искусственного волокна и из этой пряжи в смеси с пряжей и нитями других волокон	–	+	–	–	+	–	+
Примечание — Знаком «+» отмечены подгруппы, входящие в ту или иную группу тканей.								

1.3.3 Типовые технологические схемы шелкового производства РФ

Целью подготовки тканей из химических нитей и волокон, а также из смесовой пряжи, включающей различные волокна, является удаление шлихты, замасливателей и других загрязнений, нанесенных на нити и ткань в процессе их изготовления. Для этих целей чаще всего используется отварка, представляющая собой обработку в растворах ПАВ или щелочных растворах ПАВ. Процесс беления проводится в исключительных случаях для выпуска тканей в отбеленном виде или для получения светлых и пастельных тонов при крашении или печатании. Выбор белящих агентов и способы беления определяются характером и свойствами отбеливаемого материала.

В условиях влажно-тепловой обработки «шелковые» ткани вследствие термопластичности большинства химических волокон способны фиксировать складки и образовывать неисправимые заломы. Кроме того, эти ткани чувствительны к механическим воздействиям, в результате которых текстильный материал приобретает необратимое удлинение и деформации. В связи с этим подготовку таких тканей проводят расправленным полотном без натяжения на линиях для отварки, крепирования и беления свободной петлей или на линиях, оснащенных перфорированными барабанами, с исключением тянульных роликов, широко применяемых в трикотажном отделочном производстве. Для производств малой мощности применяются джиггеры. Все более широко внедряются универсальные эжекторные машины для отделки тканей в жгуте по системе «мягкий поток». Одной из важных операций для шелковых тканей является термостабилизация. Виды обработок и препараты для заключительной отделки тканей выбираются в зависимости от сырьевого состава, индивидуальных свойств и их целевого назначения.

Общая технологическая блок-схема отделочного производства шелковых тканей на основе химических волокон представлена на рисунке 1.6, типовая технологическая схема для отделки шелковых тканей на основе химических нитей и волокон и их смесей с натуральными — на рисунке 1.7.

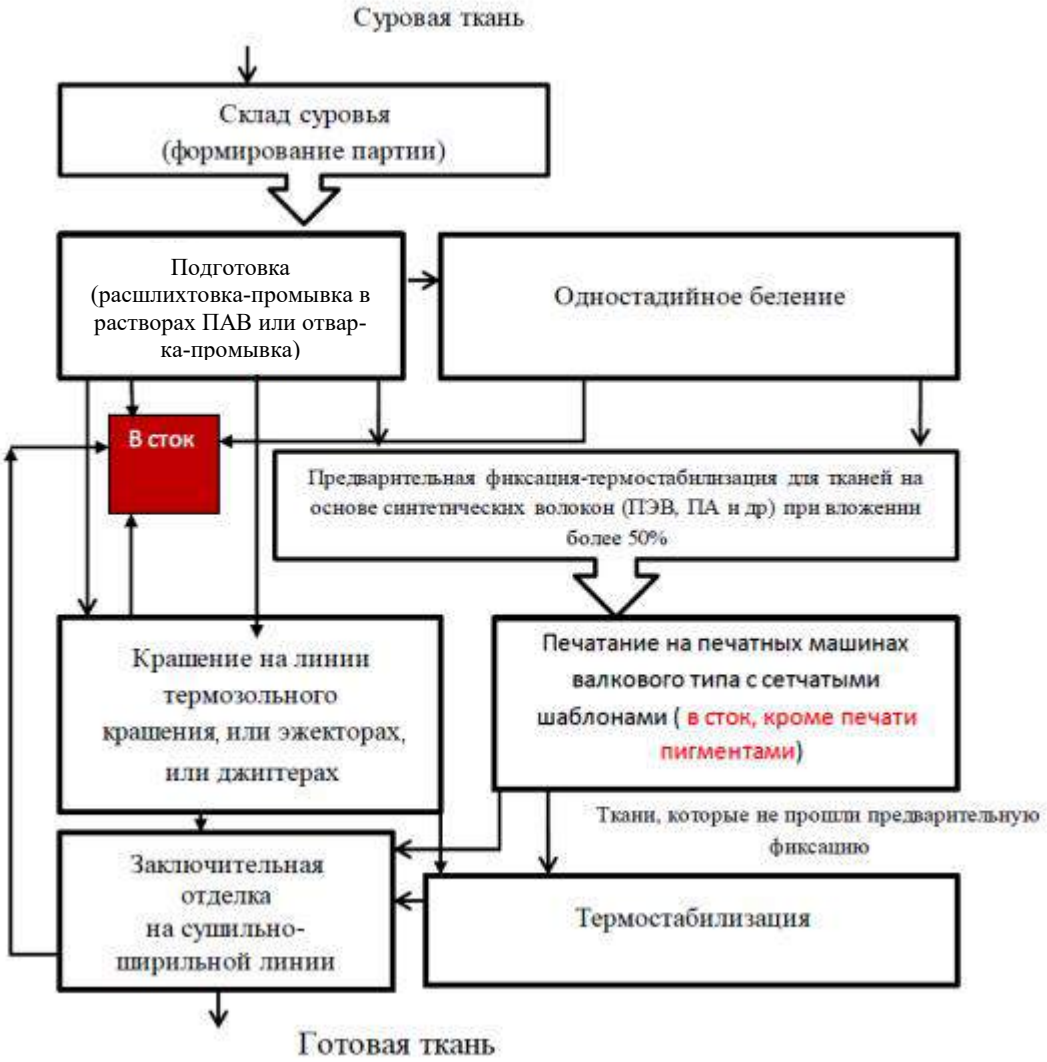


Рисунок 1.6 — Общая технологическая блок-схема отделочного производства



Рисунок 1.7 — Типовая технологическая схема для отделки шелковых тканей на основе химических нитей и волокон и их смесей с натуральными

1.3.3.1 Типовые технологии отделки тканей из ацетатных, триацетатных нитей и смесей их с другими нитями

Отварка указанных тканей проводится в щелочных или слабощелочных растворах неионогенных или анионактивных моющих текстильно-вспомогательных веществ. Для тканей из ацетатных и триацетатных нитей одновременно с отваркой проводят поверхностное омыление, что снижает электризуемость, сообщает им мягкость, гигроскопичность, улучшает гигиенические свойства и сорбционные свойства. В качестве отбеливателей чаще всего используют окислители, реже восстановители. Широкое применение получили оптические отбеливатели белофоры.

Ткани с плотной структурой из ацетилцеллюлозных нитей в сочетании с вискозными (подкладочные и корсетные) отваривают с минимальным натяжением. Ткани из термопластичных волокон (ацетатные, триацетатные синтетические) или их смесей

с натуральными или искусственными подвергаются термостабилизации в натянутом состоянии и последующим быстрым охлаждением. Наиболее часто при термостабилизации тканей в качестве теплоносителя применяют горячий воздух. Оптимальная температура обработки для тканей из ацетатных нитей составляет 180 °С — 190 °С, из триацетатных — 200 °С — 250 °С. Термостабилизация осуществляется на термостабилизационных сушильно-ширильных машинах. Термостабилизации можно подвергать ткани суровые, после отварки, после крашения и печатания. Практика работы отделочных предприятий показывает, что термостабилизацию тканей лучше всего проводить после их отваривания в расправленном состоянии. Стабилизировать ткани в суровом виде нежелательно, так как находящиеся на ткани примеси прочно фиксируются при высокой температуре и не удаляются при последующей обработке моющими и эмульгирующими веществами.

Для крашения тканей из ацетатных и триацетатных нитей в основном применяют дисперсные красители. Из богатого в настоящее время ассортимента этих красителей выбирают лучшие по стойкости окрасок к действию мокрых обработок, света, сублимации. Ткани из комплексных ацетатных и триацетатных нитей преимущественно окрашивают периодическим способом на красильно-роликовых машинах (джиггерах) с малым и регулируемым натяжением ткани или эжекторах. Исключение составляют лишь креповые ткани, выработанные из нитей высокой крутки. Креповые ткани можно окрашивать жгутом на красильных барках или эжекторных машинах. Непрерывные способы применяют только при крашении больших партий тканей из триацетатных комплексных нитей. Для получения окрасок светлых и средних тонов используют плюсовочно-запарные линии, для более интенсивного крашения — термозольный способ.

Для крашения тканей, содержащих нити различной химической природы, в основном используют те же красители, что и для крашения индивидуальных волокон. Однако способы крашения при этом не редко приходится существенно усложнять или модифицировать, что связано с разной структурой волокон и различиями в сорбционных свойствах сочетаемых компонентов. Конкретный способ крашения определяется структурой, назначением ткани и требуемым видом окраски. Эта окраска может быть одноцветной, двухцветной, двухтональной или резервной, т. е. с сохранением одного из входящих в смешанную ткань волокон в неокрашенном виде.

В зависимости от химической природы волокон, заложенных в структуру ткани, практически могут быть использованы либо одно- или двухфазные способы непрерывного крашения, либо одно- или двухванные способы периодического крашения. Двухванные способы крашения применяют в том случае, когда используются красители различных классов или красители, требующие неодинаковых условий крашения волокнистых компонентов, входящих в состав ткани.

Ткани из ацетатных или триацетатных нитей в сочетании с вискозными нитями окрашиваются смесью прямых и дисперсных красителей по однованному периодическому или непрерывному плюсовочно-запарному способу на джиггерах или красильно-запарных линиях.

Крашение тканей из ацетатных и полиамидных нитей проводят избранными марками дисперсных красителей однованным способом на красильно-роликовых машинах. При наличии в тканях триацетатных и полиамидных или полиэфирных нитей крашение осуществляют также дисперсными красителями периодическим однованным способом.

В зависимости от структуры и вида нитей применяют либо эжекторнье машины, либо аппараты с навоем различных марок.

Для печатания тканей применяют в основном те же красители, что и для крашения. Значительный интерес для печатания тканей из различных волокон представляют пигменты. Для нанесения рисунка используются печатные машины с плоскими или цилиндрическими сетчатыми шаблонами. Фиксация красителей осуществляется в зрельниках завесного типа, обеспечивающих запаривание ткани в среде насыщенного или перегретого пара при температурах от 102 °С до 180 °С. Ткани в этих зрельниках транспортируются в виде свободных петель, что обеспечивает стабильность линейных размеров текстильного материала и сохранение структуры ткани. В настоящее время шелкоотделочные фабрики комплектуются зрельным оборудованием отечественного производства (зрельники типа 33) и импортным.

Напечатанные ткани после фиксации красителей в зрельниках подвергают интенсивной промывке для удаления загустки, незафиксированных красителей и всех вспомогательных веществ, входящих в состав печатной краски. Эта стадия применяется для всех красителей, кроме пигментных.

Для получения необходимых усадочных свойств, мягкости, драпируемости тканей процесс их промывки проводят без сильного натяжения и с возможностью осуществления процесса релаксации. Для промывки напечатанных тканей используют специальные линии, оборудованные перфорированными барабанами и системой спрысков.

Ткани из ацетатных, триацетатных нитей и в смеси с другими нитями способны накапливать статическое электричество. Электризуемость тканей затрудняет осуществление технологических процессов их отделки и ухудшает эксплуатационные свойства. Для снижения электризуемости ткани обрабатывают антистатическими препаратами. Нанесение антистатических препаратов осуществляется на плюсовке, агрегированной с сушильно-ширильной или стабилизационной сушильно-ширильной машиной. При необходимости антистатическую отделку совмещают с термостабилизацией тканей. Для придания платьевым, блузным и сорочечным тканям мягкого грифа, шелковистости и необходимой наполненности предусматривают умягчающую и износостойкую отделку. Галстучные ткани из ацетатных комплексных нитей каландрируются. Обработке на фрикционном каландре подвергаются также платьевые ткани из триацетатных комплексных нитей, выпускаемые с лощеной отделкой.

Креповые ткани из ацетатных комплексных нитей подвергаются только механическим обработкам. После обезвоживания они высушиваются на сушильно-ширильных усадочных машинах, на которые ткань поступает с некоторым опережением. В процессе сушки происходит ее усаживание, проявление креповой структуры, а также нормализация ширины.

1.3.3.2 Ткани из вискозных нитей и вискозных штапельных волокон

Шелковой промышленностью выпускается довольно широкий и разнообразный ассортимент тканей из вискозного волокна. Для выработки тканей используют как вискозные нити пологой и креповой крутки, так и вискозные штапельные волокна Целью подготовки тканей из вискозных нитей является удаление шлихты, замасливателей и других загрязнений, нанесенных на нити и ткань в процессе их изготовления. Одновре-

менно с удалением примесей при подготовке тканей к крашению и печатанию необходимо обеспечить равномерное набухание волокна и выявить особенности структуры ткани, например получить креповый эффект.

Для шлихтования вискозных нитей в настоящее время применяют водорастворимые продукты, что позволяет расшлихтовку тканей совмещать с отваркой и проводить эту операцию в слабощелочных растворах поверхностно-активных веществ. При необходимости проводят беление ткани растворами перекиси водорода. Использование водорастворимой шлихты позволяет проводить крашение вискозных и вискозно-ацетатных подкладочных тканей без отварки на плюсовочно-запарных линиях. При выборе оборудования для подготовки вискозных тканей следует учитывать низкую устойчивость вискозного волокна к деформации, особенно во влажном состоянии. Обработку таких тканей желательно проводить при минимальном натяжении.

Ткани из вискозного штапельного волокна содержат трудноудаляемую крахмальную шлихту, замасливатель и имеют желтоватый оттенок. Процесс их подготовки включает опаливание, расшлихтовку и (или) беление. Химическая подготовка вискозных штапельных тканей осуществляется по одностадийному щелочено-перекисному запарному способу на отбельных линиях или в эжекторах.

Для крашения тканей из вискозных волокон применяют прямые, активные, сернистые красители, кубозоли. Возможно применение кубовых и нерастворимых гидроксиазокрасителей. При выборе класса красителей в первую очередь следует ориентироваться на назначение тканей. Так, для подкладочных и атласных одеяльных тканей из вискозных нитей наиболее целесообразно применять прямые красители благодаря несложной технологии их получения, невысокой стоимости, простоте и универсальности применения. Недостатки прямых красителей, а именно: невысокая яркость окрасок и недостаточная устойчивость их к мокрым обработкам в средних и темных тонах — мало проявляется на подкладочных и одеяльных тканях, практически не подвергаемых частым стиркам.

Для крашения широкого ассортимента платьевых тканей и халатных атласов рекомендуются активные красители, выгодно отличающиеся от красителей других классов тем, что они обеспечивают яркость и высокую устойчивость окрасок к физико-химическим воздействиям. Кубозолевые и кубовые красители целесообразно применять для крашения в светлые тона сорочечных тканей, так как они обеспечивают окраски высокой устойчивости к действию света и мокрых обработок. Сернистые красители отличаются малой яркостью окрасок, поэтому применяются весьма ограниченно, только для крашения вискозных подкладочных тканей в отдельные цвета.

Крашение проводят как периодическими, так и непрерывными способами. Выбор способа крашения определяется в основном объемом выпуска ткани данного ассортимента и цветовой гаммой. В набивном виде выпускаются вискозные штапельные ткани и платьевые из вискозных креповых нитей. Для печатания этих тканей преимущественно используют активные и кубовые красители. При выборе оборудования для проведения всех стадий процесса печатания следует предусмотреть малонатяжную обработку текстильного материала. Известно, что подкладочные ткани должны иметь повышенную устойчивость к истиранию, определенную жесткость и наполненный гриф. Поэтому наиболее распространенной отделкой для них является износостойкая с одновременным приданием наполненного грифа. Для снижения пористости и придания ровной

скользящей поверхности подкладочные ткани обрабатывают на отделочных каландрах.

1.3.3.3 Ткани из смеси полиэфирных и вискозных волокон

Широкое распространение в настоящее время получили ткани из смеси полиэфирных и вискозных волокон. По целевому назначению — это сорочечные, платьево-костюмные, плащевые ткани, а также ткани для спортивной одежды. Они вырабатываются из смешанной лавсано-вискозной пряжи, содержащей не менее 50 % полиэфирного волокна, или из вискозных комплексных нитей в основе и лавсано-вискозной пряжи в утке. Наличие в тканях термопластичного полиэфирного волокна обуславливает обработку их только расправленным полотном. Учитывая достаточно большие объемы выпуска смешанных тканей на основе вискозных и полиэфирных волокон, предусматривают преимущественно непрерывные способы проведения технологических процессов.

Ткани из смешанной лавсано-вискозной пряжи опаливают, а затем подвергают расшлихтовке и белению по непрерывному щелочно-перекисному способу на линиях с запарными конвейерными камерами. В процессе подготовки ткани проходят также стрижку и термостабилизацию.

Получение желаемых колористических эффектов на тканях, содержащих лавсановое и вискозное волокна, сопряжено с определенными трудностями, обусловленными разным отношением компонентов смеси к красителям и условиям проведения процесса. Ткани, состоящие из смеси различных по своей природе волокон, красить в насыщенные цвета красителями одного класса невозможно. Их красят смесями красителей, каждый из которых закрашивает одну из волокнистых составляющих. Для окрашивания лавсанового волокна используют дисперсные красители, вискозного — активные, кубовые, прямые.

Наиболее производительным способом крашения лавсано-вискозных тканей в насыщенные тона является непрерывный двухстадийный термофиксационно-запарной, который осуществляется на специальных линиях, включающих собственно термозольную установку для закрашивания полиэфирного компонента дисперсным красителем и плюсовочно-запарную часть для закрашивания вискозной составляющей кубовыми или активными красителями. Для реализации этого способа можно использовать линии термозольного крашения ЛТК-180 и японской фирмы «Киото». Периодическое крашение проводят по высокотемпературному одно- или двухванному двухстадийному способу на аппаратах с навоем (АК-220-Т) или красильно-роликовых машинах, работающих под давлением.

Для получения на смешанных тканях окрасок светлых тонов используют кубозоли, которые закрашивают обе составляющие. Крашение проводят по нитритному способу на джиггерах или непрерывных линиях типа ЛКК-180.

Для печатания материалов из смеси полиэфирного волокна с вискозным широкое применение нашли комбинации дисперсных и активных красителей. Смеси красителей подбирают таким образом, чтобы обеспечивалась близость по тону окрасок на целлюлозной и полиэфирной составляющих ткани. Из большого ассортимента дисперсных красителей в печати обычно используют те красители, которые имеют относительно высокую светостойкость и устойчивы к действию высоких температур.

Для нанесения рисунка используют печатные машины с цилиндрическими сетчатыми шаблонами. Фиксация активного и дисперсного красителей осуществляется одновременно в процессе термообработки или высокотемпературного запаривания на зрельниках завесного типа.

Ткани, содержащие 50 % и более вискозного волокна, подвергаются малосминаемой и малоусадочной отделке, которая обеспечивает сохранение размеров и формы изделий. Для определенного ассортимента тканей, например плащевых, для спортивной одежды, наряду со свойствами малосминаемости и малоусадочности важны водоотталкивающие свойства: для придания этих свойств ткани подвергаются одновременно малосминаемой и водоотталкивающей обработке.

В зависимости от свойств используемых препаратов для перечисленных выше отделок используют линии Л30-180-2 и ЛМС-180-2 либо сушильно-ширильные стабилизационные машины, имеющие в составе плюсовки.

Если смешанная ткань содержит 50 % и более полиэфирного волокна, то ее обрабатывают антистатическими препаратами с целью снижения электризуемости. При необходимости антистатическую отделку можно совместить с термофиксацией ткани, которую проводят на стабилизационных сушильно-ширильных машинах при температуре 190 °С — 210 °С.

1.3.3.4 Ткани из комплексных и текстурированных синтетических нитей

В настоящее время для производства тканей бытового назначения в шелковой промышленности широко используют синтетические волокна и нити. Комплексные и текстурированные полиэфирные и полиамидные нити используются практически во всех группах ассортимента шелковых тканей бытового назначения: плательных, блузочных, плательно-костюмных, сорочечных, плащевых, декоративных тканей, подкладочных тканей для межсезонной одежды и спортивных изделий.

Целью подготовки тканей из синтетических полиамидных и полиэфирных нитей является удаление шлихты, замасливающих препаратов, загрязнений, частичная релаксация внутренних напряжений в волокне и нитях, усадка тканей, стабилизация их размеров и формы.

Во избежание заломов на тканях из комплексных синтетических нитей отварка их проводится расправленным полотном. Отварка тканей из креповых и текстурированных нитей может проводиться как в расправленном виде, так и жгутом, но без натяжения, так как в процессе влажно-тепловой обработки ткани должны получать необходимую усадку, способствующую выявлению крепового эффекта на ткани или сохранению объемности нитей. Отварку тканей рекомендуется проводить до термостабилизации, так как загрязнения и замасливатели легче удаляются с суровой ткани. Ткани с незначительными загрязнениями отваривают в щелочных растворах поверхностно-активных веществ, содержащих 1–2 г/л анионактивного препарата и 5–6 г/л едкого натра (100%-го) при температуре 85 °С — 90 °С. Для очистки сильно загрязненных тканей при отварке необходимо применять комплексообразователи (трилон Б, щавелевая кислота, полифосфаты), способные переводить окислы металлов, находящиеся на ткани, в водорастворимые бесцветные соединения.

Ткани из синтетических волокон обычно не отбеливаются, так как изготавливаются из отбеленных нитей. Беление требуется в исключительных случаях: при наличии

на тканях красителей для маркировки, случайных загрязнений, не удаляемых отваркой, и при необходимости получения тканей с очень высокой степенью белизны. Для разрушения окрашенных примесей целесообразно использовать хлорит натрия и надуксусную кислоту. Для получения высокой степени белизны используют оптические отбеливающие вещества (ООВ).

Для умягчения грифа полиэфирных тканей, придания им шелкоподобного наполненного туше, снижения их сминаемости и увеличения воздухопроницаемости рекомендуется проводить процесс щелочного омыления. Для этого ткани обрабатывают в растворе едкого натра (20–40 г/л) в течение 60–90 мин при температуре кипения и выше. Хороший эффект умягчения, улучшение туше получают при омылении до уменьшения массы ткани на 15 % и более. Однако чтобы не вызвать заметного понижения прочности ткани, подбирают такие условия обработки, чтобы потеря веса ткани не превышала 5 % — 8 %. Щелочную обработку полиэфирных тканей проводят в основном для галстучных, блузочных и некоторых платьевых тканей после их отварки и стабилизации, реже после крашения.

Ткани из полиэфирных и полиамидных нитей склонны к заломам, поэтому перед крашением и печатанием их подвергают термостабилизации. При термостабилизации горячим воздухом оптимальная температура обработки для полиамидных тканей составляет 185 °С — 190 °С, для тканей из нетекстурированных полиэфирных нитей — 210 °С — 220 °С. Термостабилизацию тканей из текстурированных полиэфирных нитей следует проводить при температуре от 160 °С до 190 °С при минимальном натяжении по длине и ширине, чтобы при улучшении эксплуатационных свойств не ухудшился эффект объемности.

Ткани из полиэфирных нитей окрашивают в основном дисперсными красителями, которые также имеют наибольшее практическое применение и для крашения полиамидных волокон. Для получения хорошего качества окраски следует ориентироваться на красители с высокой диффузионной и миграционной способностью, слабо реагирующие на неоднородность структуры нити. Однако при крашении тканей из полиамидных нитей в средние и темные тона дисперсные красители дают недостаточно устойчивые окраски к мокрым обработкам. При повышенных требованиях к прочности окрасок рекомендуется использовать дисперсные диазотирующиеся красители, дисперсные активные или кислотные металлсодержащие комплексы 1:2. Для получения окрасок светлых и средних тонов применяют также некоторые кислотные красители в сочетании со вспомогательными веществами, способствующими выравниванию физических и химических неравномерностей волокон.

Крашение проводят преимущественно по высокотемпературным периодическим способам под давлением на аппаратах навойного типа или джиггерах. Ткани, содержащие текстурированные нити, можно окрашивать на эжекторных машинах без натяжения.

Для выпуска тканей в напечатанном виде используют способы прямой и переводной печати. Прямая печать осуществляется на традиционном печатном оборудовании с ротационными или плоскими шаблонами. В настоящий момент широко внедряются и используются технологии сублимационной и прямой печати на текстильных плоттерах (принтерах). Способ переводной термопечати включает в себя два основных процесса: печатание рисунка на бумаге и перенос рисунка с бумаги на ткань при повышенной температуре. Он позволяет воспроизводить на текстильных материалах очень

сложные по композиции многоцветные рисунки при исключительно хорошей четкости контуров. Способ термопечати по сравнению с прямой печатью дает возможность не только повысить качество, но одновременно с этим в 1,5–2 раза снизить себестоимость набивных тканей за счет уменьшения расхода красителей и химических материалов, сокращения длительности производственного цикла вследствие исключения операций зреления и промывки после печатания. Отсутствие необходимости промывки ткани приводит к значительной экономии воды и решает проблему загрязнения сточных вод. Однако переводная термопечать имеет и целый ряд проблем, таких как значительные расходы бумаги и ее утилизация, необходимость оснащения специальным оборудованием для перевода рисунка с бумаги на ткань, создание специального ассортимента легкосублимирующихся красителей. По этим причинам основной объем тканей из синтетических нитей оформляется классическим способом прямой печати при использовании наряду дисперсными красителей других классов и специальных видов печати.

Для печатания тканей из синтетических нитей определенный интерес представляют пигменты. Наиболее перспективны пигменты при печатании тканей декоративного назначения, сорочечных и молодежных тканей. Достоинство пигментов заключается в их универсальности. Они пригодны для всех видов волокон, в том числе для смесовых тканей. Технологический процесс печатания пигментами является малоотходным и ресурсосберегающим, поскольку исключается операция промывки напечатанных тканей. Кроме того, пигментная печать является также базой для получения на тканях современных модных эффектов печатания любых по формату рисунков и орнаментов с использованием текстильных плоттеров.

Одним из отрицательных свойств тканей из синтетических нитей является их электризуемость, т. е. способность накапливать заряды статического электричества, которые затрудняют ведение технологических процессов на текстильных и швейных предприятиях, ухудшают потребительские свойства готовых изделий. При эксплуатации изделия прилипают к телу, притягивают пыль, электризуются, трещат и даже искрятся.

Для снижения электризуемости ткани из синтетических нитей проводится обработка антистатическими препаратами, которые наносят в процессах заключительной отделки. Оптимальное содержание антистатика на волокне должно составлять 2,5 % — 7 % от массы текстильного материала. В качестве антистатических препаратов достаточно широкое применение получили катионактивные, ионогенные и неионогенные поверхностно-активные вещества, многие из которых одновременно являются хорошими мягчителями. Однако получаемый эффект неустойчив к физико-химическим воздействиям. Для придания антистатических свойств, устойчивых к 5–10 стиркам и химическим чисткам, используют эпамин-06, а также препараты зарубежных фирм. В состав рецептуры пропиточных растворов входят также мягчители (стеарокс-6 и др.), что позволяет одновременно с антистатическим эффектом придать тканям мягкость и шелковистость.

Плащевые и курточные ткани подвергают водоотталкивающей отделке путем обработки композициями на основе гидрофобизаторов. После этой отделки ткани приобретают водоотталкивающие свойства и при этом сохраняют воздухопроницаемость. Обработка тканей гидрофобизаторами, антистатиками и мягчителями осуществляется на стабилизационной сушильно-ширильной машине, сагрегированной с двух- или трехвальной плюсовкой.

Определенный ассортимент курточных и плащевых тканей из полиамидных нитей, а также зонтичные рюкзачные ткани подвергаются водоупорной отделке. Водоупорная отделка заключается в нанесении на поверхность текстильного материала от одного до трех слоев пленочного покрытия с последующей обработкой водоотталкивающим препаратом. Такая пленка закрывает поры ткани, делая ее не только водо-, но и воздухонепроницаемой, что является существенным недостатком этого способа гидрофобизации. Водоупорная отделка проводится на специальных грунтовально-пропиточных и силикононасосных машинах.

Ткани, используемые в качестве обивочных материалов и транспортных средствах (самолеты, поезда, пароходы) и зрелищных учреждениях, а также некоторые декоративные ткани подвергаются огнезащитной отделке. Для придания огнезащитных свойств текстильным материалам из синтетических волокон и их смесей с целлюлозными чащи всего применяются фосфорсодержащие антипирены вместе с галогенсодержащими соединениями. Эти препараты в виде водных растворов или эмульсий наносят на ткань, которую затем и высушивают. Полученный таким образом огнезащитный эффект является неустойчивым.

С целью создания гладкой блестящей поверхности или получения рельефных рисунков ткани курточного, плащевого, платьево-костюмного ассортимента подвергают каландрированию. Полученные в процессе каландрирования эффекты на тканях, выработанных из термопластичных нитей, сохраняются после многократных мокрых обработок.

Наиболее часто процесс каландрирования применяют для придания капроновым и полиэфирным тканям глянцевой поверхности, так называемая отделка лаком. Для этой отделки используют универсальные трехвальные каландры. Комбинирование механических и химических способов заключительной отделки позволяет придать тканям целый комплекс ценных потребительских свойств, обеспечивающих хороший товарный вид и высокие эксплуатационные свойства текстильных изделий.

1.3.3.5 Технологии подготовки и печатания тканей из синтетических волокон и их смеси с натуральными

Постоянный рост выпуска текстильных материалов из химических волокон требует внедрения новых и совершенствования существующих способов их колористического оформления. Подготовка текстильных материалов из химических волокон и смесовых тканей к колорированию состоит в основном из следующих операций: запаривание, промывка с целью удаления замасливателей и шлихтующих веществ, обезвоживание, сушка, тормостабилизация. Очистку и усаживание большей частью проводят одновременно в горячих растворах с помощью моющих веществ. Температура обработки зависит от вида текстильного материала и оборудования: при обработке в барках — 50 °С — 70 °С, на промывных машинах — 70 °С — 90 °С.

В таблице 1.7 приведена типовая технологическая блок-схема получения шелковых тканей на основе синтетических волокон.

Таблица 1.7 — Типовая технологическая блок-схема получения шелковых тканей на основе синтетических волокон (например, полиэфирных)

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Формирование эмиссий, концентрации растворов без учета разбавления промывными водами
Суровая ткань	Отварка (промывка)	Отбеленная ткань	Аппараты, линии и машины для отварки и промывки	Стоки: сода 0,1–0,2 г/л, фосфат натрия 0,1 г/л, ПАВ 0,01 г/л
Полубелая ткань	Предварительная фиксация-термостабилизация	Ткань после термостабилизации	Сушильно-ширильно-стабилизационная машина	Тепловыделение. Вещества, загрязняющие воздух
Полубелая ткань после термостабилизации	Крашение дисперсными красителями	Окрашенная ткань	Эжекторы, джиггеры, крашение на линии термозольного крашения	Диспергатор анионного типа 0,05–0,1 г/л, уксусная кислота 30%-ная 0,05–0,1 г/л
	Печатание пигментами	Напечатанная ткань	Тканепечатные агрегаты, принтеры или линии	Краситель 2–4 г/л, алкилоламиды 2 г/л, лудигол 0,5 г/л, загустка
Окрашенная или напечатанная ткань	Аппретирование	Готовая ткань	Линии	Смесь четвертичных аммониевых солей на основе высокомолекулярных соединений жирного ряда 0,5–1 г/л, смесь полиэтиленгликолевых эфиров высших жирных спиртов 0,5–3 г/л

Для более полного эмульгирования замасливателей и удаления маркировочной подцветки pH растворов поддерживают на уровне 9–10 с помощью соды, пирофосфата натрия, тринатрийфосфата. Только промывку материалов из полиакрилонитрильных волокон проводят в слабокислой среде, так как обработка в щелочной среде может привести к пожелтению волокна.

Поскольку при промывке одновременно осуществляется и усаживание волокнистого материала, рекомендуется применять оборудование, работающее с минимальным натяжением, например машины для обработки тканей врасправку (барабанного

типа, типа сатураторов, завесные машины) и в виде жгута (барки, завесные жгутовые машины).

Для тканей и трикотажа из синтетических волокон более пригодны машины для обработки врасправку. Поскольку в современных машинах подобного типа длительность обработки составляет всего несколько секунд, для достижения полной усадки материала необходимо использовать промежуточное вылеживание в лотковых или сапожковых компенсаторах. Требуемое для этого время составляет 8–10 мин.

Сушка тканей из синтетических волокон должна проводиться без натяжения. При этом применяют сушилки с перфорированными барабанами, завесные сушилки с короткими петлями и сушильно-ширильные машины. Температура сушки не должна превышать 120 °С.

Одной из ответственных операций при подготовке тканей из синтетических волокон является термостабилизация, в результате которой выравниваются напряжения внутри волокнистого материала и улучшаются его потребительские свойства: повышается стабильность формы и размеров, снижается сминаемость, уменьшается образование заломов, пиллинга. Термостабилизация может быть проведена горячим воздухом, водой или насыщенным паром. Ткань обрабатывают в расправленном состоянии при минимальном натяжении по основе и утку. После теплового воздействия текстильный материал должен быть подвергнут охлаждению для стабилизации полученного состояния волокна. Необходимо тщательно следить за равномерностью термообработки, так как неравномерная термостабилизация приводит к порокам при печатании. Параметры процесса (температура, продолжительность) зависят от вида волокна, а также от структуры и плотности ткани. При осуществлении обработки горячим воздухом температура процесса для тканей из различных синтетических волокон составляет 190 °С — 220 °С при длительности обработки 10–20 с; при использовании насыщенного пара оптимальная температура — 130 °С — 140 °С при длительности обработки 10–30 мин. Термостабилизацию тканей чаще всего проводят после их промывки и сушки.

1.4 Современное состояние льняного производства

1.4.1 Конъюнктура льняной отрасли, проблемы и тенденции развития

Доля льняных тканей от общего объема выпускаемых тканей составляет на российском рынке около 5 %. Потребности внутреннего рынка на 80 % — 90 % обеспечивают отечественные производители. Активизируется внедрение на отечественный рынок льняных тканей зарубежного производства, в том числе выработанных на основе котонина. Столь малая доля льняных тканей на российском рынке объясняется тем, что производители отечественного текстиля охотнее работают с хлопчатобумажными тканями, поскольку технологии их отделки дешевле льняных и спрос на них выше. Льняные ткани традиционно более дороги, что связано с большими затратами на сырье и обработку ткани. Из-за дороговизны льняных изделий более трети продукции отечественных фирм идет на экспорт — в страны ЕС, США и Канаду и др., где уровень доходов населения выше и льняная продукция пользуется спросом. Основу экспорта составляют льняные ткани с низким уровнем обработки, окрашивание и оформление полотна осуществляется за границей. Согласно концепции развития текстильной промышленности расширение производства продукции изо льна может быть обеспечено

освоением новой технологии переработки короткого льна в котонин и широким использованием его для производства льняных и льносодержащих смесовых изделий с замещением части импортного хлопка, а также переходом от выпуска преимущественно товарных и других изделий производственно-технического назначения на производство льняных и льносодержащих костюмно-плательных, сорочечных, бельевых тканей, трикотажных изделий, а также изделий медицинского назначения.

Производство льняных тканей и изделий, с точки зрения ресурсной базы, является традиционной отраслью российских производителей, сферой текстильной промышленности, позволяющей выстроить полный законченный цикл производства — от поставок сырья до конечного продукта. Спрос на продукцию льняной промышленности к 2010 г. с учетом перспективы развития ассортимента составлял 550 млн кв. м льносодержащих тканей, в том числе чистольняных 228 млн кв. м тканей. Однако в период с 2006 по 2010 гг производство льняного волокна в России упало почти на 30 %: с 34,7 тыс. т в 2006 г. до 24,2 тыс. т. в 2010 г. Падение производства льняного волокна в России в рассматриваемый период было обусловлено рядом факторов: снижением спроса со стороны текстильной промышленности, отрицательной рентабельностью производства, вызванной технологической отсталостью и ростом издержек, а также неэффективностью целевой ведомственной программы Минсельхоза России «Развитие льняного комплекса России на 2008–2010 гг.». Всего в производстве льняного волокна были заняты предприятия из 19 субъектов РФ. На всем временном отрезке лидером оставалась Новосибирская область, а на втором месте расположился Алтайский край. Суммарная доля производства этих двух субъектов РФ в общем объеме производства льняного волокна в России в 2010 г. составила около 60 %.

Большинство российских льнокомбинатов являются предприятиями полного технологического цикла. Помимо пряжи и тканей изо льна производятся полульняные ткани, а также готовые изделия из них. Соотношение выпуска технических и плательно-бельевых тканей в России — 36:64 по сравнению с 10:90 в Европе.

Льняные ткани выпускаются в 11 субъектах РФ, среди которых на первом месте — Костромская область. На ее долю приходится 32,1 % всего объема производства льняных тканей. Из предприятий области наибольший объем производства льняных тканей приходится на ООО «БКЛМ-Актив» — 19,7 %. Далее следуют Псковская область — 15 % (ООО «Велиткан»), Ивановская область — 11,8 % (ООО «Яковлевская мануфактура» и АО «Гаврилов-Ямский комбинат).

Кроме того, для преодоления кризисной ситуации в льняной отрасли необходима поддержка государственными и региональными органами власти льноводческих хозяйств и предприятий с целью сохранения стратегически важного сырьевого источника и наиболее экологически чистого натурального сырья с уникальными биоцидными свойствами, оправдавшего свое существование веками. Для реанимации льняного производства необходим также кардинальный пересмотр технологий отделки тканей в пользу тех, которые предусматривают полное исключение обработки хлорсодержащими реагентами при одновременном пересмотре требований белизны в ГОСТах со снижением на 2 % — 5 %. Это позволит осуществить переход на экорежимы подготовки, занимающие преобладающее положение в энерго- и ресурсозатратах.

Согласно исследованию современного рынка льняных тканей в России, в первом полугодии 2016 г. было выпущено 11,49 млн пог. м льняных тканей, что на 16,4 % меньше, чем за аналогичный период 2015 г. Последним годом, когда российские пред-

приятия увеличивали производство, был 2012 г. Все говорит о том, что отрасли пока не удалось преодолеть кризис.

Развитию рынка льняных тканей прежде всего препятствует усиливающаяся нехватка отечественной льняной пряжи. В 2015 г. российскими компаниями было изготовлено 3,4 тыс. т льняной пряжи, что составляет всего 53,6 % от объемов выпуска 2011 г. По этой причине производители, выпускающие льняные ткани, вынуждены закупать пряжу за рубежом, что значительно увеличивает себестоимость продукции. Дополнительное давление на отрасль оказывает снижение спроса на готовые изделия из льняных тканей, обусловленное сокращением доходов населения. Так, только по итогам первых шести месяцев 2016 г. реальные располагаемые доходы снизились на 5 %. Существенно лучше рынка обстоят дела лишь у производителей льняных и полульняных тканей специального назначения.

Наибольшая доля затрат в системе льнокомбинатов приходится на льноволокно, энергию и трудовые ресурсы. В среднем их соотношение таково: 40 % — 60 %, 20 % и 30 % себестоимости. Соответственно, от уровня цен и качества этих ресурсов, эффективности их использования зависят стоимость и качество производимых льняных тканей, а значит, их конкурентоспособность. Следует отметить, что 94 % импортируемого сырья приходится на десять крупных производителей льняных тканей. Все компании расположены в регионах с дефицитом льноволокна и активно работают на экспорт, что, во-первых, объясняет покупку сырья вне региона, а во-вторых, можно предположить, что компании закупают более качественное импортное сырье, так как иностранцы предъявляют более высокие требования к качеству тканей, нежели отечественные потребители. Здесь следует учесть, что фактором, стимулирующим потребление импортного сырья, выступает неудовлетворительное качество отечественного льна.

Лучшие российские льнозаводы вырабатывают льноволокно в соотношении 40 % длинного и 60 % короткого. Чаще встречается соотношение 30 % на 70 %. За рубежом ситуация противоположная — там соотношение 90 % длинного волокна на 10 % короткого. В итоге потребности текстильной индустрии приходятся удовлетворять за счет импортного сырья. Практически не отработана система глубокой переработки льноволокна в котонин, который может быть использован для получения хлопкольняных пряж или хлопкополиэфирных пряж при вложении котонина от 5 % до 30 %. Недостаток льносырья и высокие закупочные цены провоцируют переориентацию работы отделочных производств на хлопчатобумажные ткани. Такой процесс произошел на Новописцовском льнокомбинате и Вологодском льнокомбинате.

1.4.2 Ассортиментная структура льнопроизводств

Льняное волокно — совокупность одного или нескольких элементарных волокон льна. Элементарное волокно льна имеет слоистое строение, что является результатом постепенного отложения целлюлозы на стенках волокна, с узким каналом посередине и поперечными сдвигами по длине волокна, которые получаются в процессе образования и роста волокна, а также в процессе механических воздействий при первичной обработке льна. По типу получения различают сланцевое, моченцовое, паренцовое льняное волокно и ферментативной мочки. По назначению льняное волокно подразделяется на прядильное и техническое, по длине — на длинное волокно (используется как сырье текстильной промышленности), короткое волокно (обычно не применяется

в текстильной промышленности, идет на производство тары, шпагата, бумаги, основы для линолеумов и пр.), а также хлопкоподобное волокно — котонин для прядения в смеси с другими видами волокон в смеске до 10 % — 20 %.

Для производства льняных тканей используют пряжу льняную мокрого прядения, льняную сухого прядения, оческовую мокрого прядения, оческовую сухого прядения. Линейная плотность льняной пряжи колеблется от 33,3 до 117,6 текс, т. е. значительно больше хлопчатобумажной пряжи.

Ткани, выпускаемые льняной промышленностью, можно разделить на две основные группы: бытовые и технические. В зависимости от назначения, структуры и отделки ткани разделены на 15 групп. Наиболее традиционным ассортиментом бытовых тканей являются льняные и полульняные ткани для простынь, полотенец, скатертей и холстов. Выпускаются костюмно-плательные ткани льняные и из смеси различных волокон (льняные, хлопковые, искусственные и синтетические). Полульняные ткани вырабатывают из хлопчатобумажной пряжи в основе и льняной в утке. Суровая льняная ткань бытового назначения изготовляется в основном из отбеленной, отваренной и окрашенной льняной пряжи. Полульняная ткань вырабатывается из суровой или окрашенной хлопчатобумажной пряжи и из отбеленного, отваренного или окрашенного льняного утка.

Большинство суровых тканей бытового назначения подвергают дальнейшему облагораживанию с целью получения необходимой белизны и капиллярности. Часть тканей после облагораживания подвергают дальнейшим обработкам для придания им малосминаемых и малоусадочных свойств. Выпускаются также гладкокрашеные ткани и ткани с печатным рисунком. Если суровая ткань бытового назначения содержит уток из отваренной пряжи, то в дальнейшем она подвергается неполному облагораживанию — кислованию. Часть таких тканей используют под печать. Некоторые суровые ткани в ряде случаев не подвергаются облагораживанию, а проходят ряд операций, улучшающих их внешний вид.

1.4.3 Типовые технологические схемы льнопроизводства

Общая технологическая схема производства льняных тканей в системе льнокомбината приведена на рисунке 1.8. Типовые блок-схемы получения льняных и полульняных тканей на основе ровницы приведены в таблицах 1.8 и 1.9.

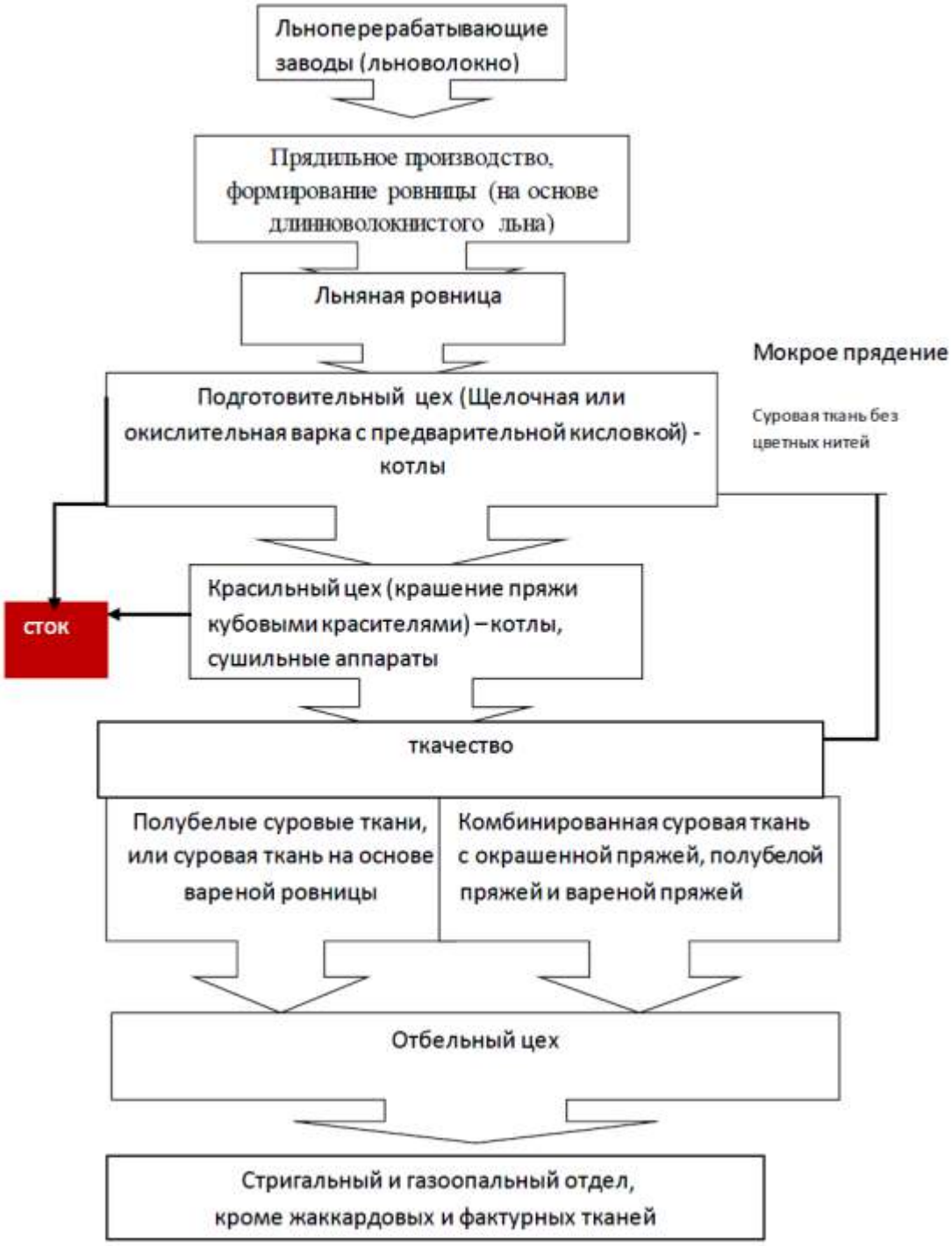


Рисунок 1.8 — Общая технологическая схема производства льняных тканей в системе льнокомбината

Таблица 1.8 — Типовая технологическая блок-схема получения льняных и полульняных тканей на основе ровницы окислительной варки

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Вещества, формирующие сточные воды
Суровая льняная ровница	Окислительная варка ровницы с предварительным и заключительным кислованием	Отбеленная ровница	Котлы	Пероксид водорода, гидроксид натрия, серная кислота, уксусная кислота, органические кислоты, кальцинированная сода
	Прядение			
Пряжа полубелая на основе отбеленной ровницы	Крашение кубовыми красителями	Окрашенная пряжа	Котлы, сушильные аппараты	Краситель кубовый, ПАВ, окислитель, восстановитель
	Ткачество			
Суровая полубелая ткань, ошлихтованная крахмальной шлихтой, или полубелая ткань с цветной пряжей менее 50 %	Ферментативная расшлихтовка	Расшлихтованная ткань	Плюсовочно-накатное оборудование («Бенингер»), джиггеры («Кюстерс», «Мицерра»), эжекторы (Soft floy), а также первые секции линий фирм «Бенингер», «Вакаяма»	Стоки — промывные воды, содержащие продукты ферментативного гидролиза крахмала (олигосахариды и простые сахара), дезактивированный фермент амилаза (белок)

Продолжение таблицы 1.8

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Вещества, формирующие сточные воды
Расшлихтованная ткань	Щелочно-пероксидное беление (повтор стадии: для льняных и полульняных тканей)	Отбеленная ткань		Стоки — промывные воды, содержащие продукты щелочного гидролиза полисахаридов и лигнина, щелочные реагенты (гидроксид натрия менее 0,1 г/л, каустическая сода менее 0,02, сода кальцинированная 1,3 г/л, силикат натрия <1,2 г/л) перекись водорода (100 %) 0,05 г/л, триполифосфат натрия 0,1 г/л, мочевина 0,5 г/л, ПАВ 0,01 г/л, сернокислый магний 0,02 г/л. Тепловыделение. Вещества, загрязняющие воздух
Отбеленная ткань	Промежуточное беление для льняных тканей в растворах гипохлорита натрия	Отбеленная ткань		Гипохлорит натрия 0,1 г/л, силикат натрия 0,03 г/л, перекись водорода 0,2 г/л, едкий натр 0,2 г/л. Тепловыделение. Вещества, загрязняющие воздух
Отбеленная ткань (кроме тканей с цветной пряжей)	Крашение активными или кубовыми красителями	Гладкокрашеная ткань	Джиггеры, эжекторы, линии для льняных и льносодержащих тканей для крашения активными красителями, плюсовочно-запарного и термофиксационного способа	Кубовый или активный краситель, триполифосфат натрия 0,2 г/л, синтамид 0,02 г/л, гидросульфид натрия 0,2 г/л, силикат натрия 0,1 г/л

Окончание таблицы 1.8

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Вещества, формирующие сточные воды
Гладкокрашенная ткань и ткань с цветной пряжей	Аппретирование	Готовая ткань	Линии заключительной отделки	Крахмал, или синтетические жирные кислоты, или воск, или глицерин, или силикат натрия, мыло 60 %, трагант, ультрамарин, нашатырный спирт, белый краситель (оптический отбеливатель)

Таблица 1.9 — Типовая технологическая блок-схема получения льняных и полульняных тканей на основе ровницы щелочной варки

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии, концентрации растворов без учета разбавления промывными водами
Суровая ровница	Щелочная варка	Отваренная ровница, краситель	Котлы для крашения пряжи, например: АКД, АКДС, DMS 04 HT, для волокна — DIL-YARN	Продукты щелочного гидролиза полисахаридов (сопутствующих примесей), лигнина, щелочной агент, соли
	Прядение по мокрой системе			
Суровая ткань на основе пряжи вареной	Кислование (и) или ферментативная расшлихтовка или биоотварка, промывка с ПАВ	Расшлихтованная и подготовленная ткань	Рулоно-перемоточного типа (джиггеры), эжекторы, односекционные линии	Дезактивированные ферменты амилаза (и) или пектиназа <0,1 г/л. Щавелевая, уксусная или серная кислота <0,1 г/л, олигосахариды, сахара, ПАВ

Окончание таблицы 1.9

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии, концентрации растворов без учета разбавления промывными водами
Расшлихтованная и подготовленная ткань	Локальное белозамельное печатание пигментами или активными и кубовыми красителями	Напечатанная ткань	Тканепечатные агрегаты и линии	Красители, ПАВ, щелочные реагенты
Напечатанная, расшлихтованная и подготовленная ткань	Заключительная отделка (аппретирование с использованием безформальдегидных или малоформальдегидных аппаратов в зависимости от назначения ткани)	Готовая ткань	Линия	Крахмал, или синтетические жирные кислоты, или воск, или глицерин, или силикат натрия, мыло 60 %, трагант, ультрамарин, нашатырный спирт, синтетические полимеры

1.5 Структура трикотажной отрасли

1.5.1 Современное состояние трикотажной промышленности

Трикотажная промышленность является крупнейшей отраслью мирового производства. Причинами ее динамичного развития являются ценные потребительские свойства изготавливаемой продукции и высокие технико-экономические показатели производства. Технологический процесс изготовления трикотажных изделий короче, чем процесс получения изделий из ткани, а производительность трикотажных машин в несколько раз выше производительности ткацких станков. Стоимость выработки трикотажных изделий на 30 % — 40 % ниже стоимости изготовления подобных изделий из тканей, при этом трикотажной продукции с единицы производственной площади в 8–10 раз больше, затраты труда на единицу изделия в 3–3,5 раза меньше, а из тонны сырья трикотажа можно получить больше, чем ткани.

Россия входит в десятку крупнейших стран — производителей трикотажного полотна и трикотажных изделий в мире и занимает седьмое место по объему производства. Трикотажная промышленность включает в себя производство бельевого, верхнего и технического трикотажа, перчаточных изделий, головных уборов, шарфов, а также изделий промышленного и медицинского назначения. В производстве трикотажных из-

делий используется широкий ассортимент нитей из хлопка, шерсти и химических волокон.

Увеличение объемов выпуска продукции российской трикотажной отрасли во многом зависит от платежеспособного спроса населения и конкурентоспособности отечественной продукции. В целом российская трикотажная отрасль является динамичной и перспективной. Однако динамичное развитие мирового рынка и развитие конкуренции обуславливает необходимость постоянного развития предприятий отрасли и обеспечение новых конкурентных преимуществ. В условиях современной торговли важным фактором, обеспечивающим конкурентные преимущества продукции на рынке, является логистическая составляющая.

Объем производства трикотажных изделий по РФ составил в 2010 г. 136 млн шт., что выше показателей в 2009 г. На протяжении последних трех лет в России наблюдается спад производства изделий трикотажных чулочно-носочных детских. В 2016 г. в России было произведено 48 498,9 тыс. пар изделий трикотажных чулочно-носочных детских, что на 3,4 % ниже объема производства предыдущего года. Производство изделий трикотажных чулочно-носочных детских в декабре 2016 г. уменьшилось на 5,9 % к уровню декабря прошлого года и составило 3568,3 тыс. пар.

Лидером производства изделий трикотажных чулочно-носочных детских (в тыс. пар) от общего произведенного объема за 2016 г. стал Центральный федеральный округ с долей около 75,5 %. В период 2014–2017 гг. средние цены производителей на носки мужские выросли на 46,8 % (с 21,8 руб./пар до 32,0 руб./пар). Наибольшее увеличение средних цен производителей произошло в 2015 г., тогда темп роста составил 17,2 %.

Средняя цена производителей на носки мужские в 2017 г. выросла на 10,4 % к уровню прошлого года и составила 32,0 руб./пар. Средняя розничная цена на колготки детские из хлопчатобумажной или смесовой пряжи (размер 14–18) в 2017 г. выросла на 7,0 % к уровню прошлого года и составила 193,0 руб./шт. [11].

В тройку крупнейших регионов — производителей трикотажных изделий в 2012 г вошли Смоленская (15,5 %), Калининградская (9,5 %) и Ростовская (8,2 %) области. На протяжении 2008–2012 гг Смоленская и Ростовская области демонстрировали наращивание производства. Так, в Смоленской области объем выпуска увеличился на 15 % (с 59,3 млн шт. до 68,2 млн шт.), в Ростовской — более чем 2,2 раза (с 16,1 млн шт. до 36 млн шт.). В Калининградской области, напротив, производство трикотажных изделий снизилось за пятилетний период на 8 % (с 45,4 млн шт. до 41,8 млн шт.). По анализу рынка трикотажных изделий в России в 2008–2012 гг. и прогнозу на 2013–2017 гг. в структуре ассортимента отечественных трикотажных изделий основную долю (около 80 %) занимают изделия из хлопчатобумажной пряжи, причем преимущественно бельевой группы (65 % — 70 %). Основными задачами отрасли являются:

- увеличение выпуска конкурентоспособных хлопчатобумажных бельевых, спортивных изделий легкого верхнего трикотажа на основе применения высококачественной пряжи хлопкового типа, оснащения предприятий кругловязальными машинами высокого (24–28) класса, в том числе для вязания высокоэластичных полотен, линиями для высококачественной малоусадочной отделки хлопчатобумажных полотен;

- расширение выпуска высококачественных повышенной комфортности изделий верхнего трикотажа, шелкового, высокоэластичного белья и изделий для спорта на базе широкого освоения модифицированных полиамидных, полиэфирных и вискозных

нитей малых линейных плотностей, оснащения предприятий кругловязальными машинами с электронным управлением, основовязальными машинами с расширенными технологическими возможностями, в том числе рашель-машинами для высокорастяжимого гипюра;

- освоение новых видов высококачественных изделий верхнего трикотажного полотна с плосковязального и кругловязального оборудования, в том числе с электронным управлением, с использованием эффектных видов шерстяной, полиакрилонитрильной пряжи разнообразных структур;

- расширение ассортимента женских колготок на базе использования эластомерных нитей, оснащения предприятий комплектами автоматизированного оборудования, в том числе для высококачественной отделки и упаковки изделий;

- увеличение выпуска конкурентоспособного ассортимента мужских женских и детских носков, в том числе для спорта и отдыха, на базе оснащения круглочулочными автоматами 9–18 класса с электронным управлением.

1.5.2 Ассортимент трикотажного производства

Трикотажные производства, имеющие мокрые стадии отделки, разделяют на производства, выпускающие полотна основовязаные и кругловязаные, и производства, выпускающие окрашенную пряжу и изделия на ее основе (чулочно-носочное производство и производство вязаных изделий), производства, выпускающие окрашенные изделия.

Трикотаж — это гибкое текстильное полотно или изделие различной формы, изготовленное путем вязания с образованием петель из одной или многих нитей. Формируется трикотажное полотно на трикотажно-вязальных машинах разных типов. Основным признаком трикотажа является наличие петель, которые состоят из остова и протяжки.

Ассортимент трикотажных полотен, вырабатываемых промышленностью, чрезвычайно богат как по переплетениям, видам отделок, волокнистому составу и физико-механическим свойствам, так и по применению. Трикотажная промышленность изготавливает полотна также очень разнообразные по весу, начиная от легчайших (вес 1 м^2 30–35 г), используемых для отделок к нарядному белью, и заканчивая искусственным трикотажным мехом, применяемым для пошива женских и детских меховых пальто и головных уборов, вес 1 м^2 которого доходит до 840 г.

Изготовление трикотажных полотен и трикотажных изделий значительно дешевле, чем изготовление тканей и изделий из них, что объясняется более высокой производительностью трикотажного оборудования и более простой технологией пошива трикотажных изделий. По волокнистому составу трикотажные полотна подразделяются на хлопчатобумажные, чистошерстяные и полушерстяные, штапельные из искусственных и синтетических волокон. Как показала практика работы промышленности, трикотажное производство чрезвычайно эффективно использует искусственные и синтетические волокна как в чистом, так и в смешанном виде, и изделия из этих волокон во многих случаях по качеству превосходят изделия из натуральных волокон.

По структуре трикотажные полотна различаются на поперечновязаные и основовязаные, как одинарные, так и двойные. По внешнему виду полотна могут быть гладкими и рисунчатыми. Рисунчатые полотна вырабатываются пестровязаными, со струк-

турными эффектами и комбинированными, сочетающими различные виды переплетений с целью уменьшения растяжимости трикотажных полотен и придания им новых свойств. Трикотажные полотна отличаются также большим разнообразием отделок. Они вырабатываются отбельными, суровыми, гладкокрашеными, начесными и набивными.

1.5.3 Типовая структура трикотажного производства и основные технологические схемы получения отделочных трикотажных полотен

Технология трикотажного производства изучает способы и процессы переработки природных и химических волокон в трикотажные изделия и подразделяется на механическую и химическую. Отделочное производство в системе трикотажного производства представляет собой более короткий цикл по сравнению с отделкой тканей. Для производства трикотажа могут быть использованы почти все виды натуральных и химических волокон. Процессы «мокрой» отделки осуществляются главным образом путем химических, биохимических или физико-химических воздействий на волокнистые материалы. К этим процессам относятся: беление, мерсеризация, биополировка, крашение, аппретирование, сушка, термофиксация, печатание и т. д. Совокупность этих процессов называют отделкой трикотажа. Технологический цикл отделки трикотажа значительно короче, чем отделка тканых материалов.

Типовые технологические схемы отделки трикотажных полотен различного качества приведены на рисунке 1.9.

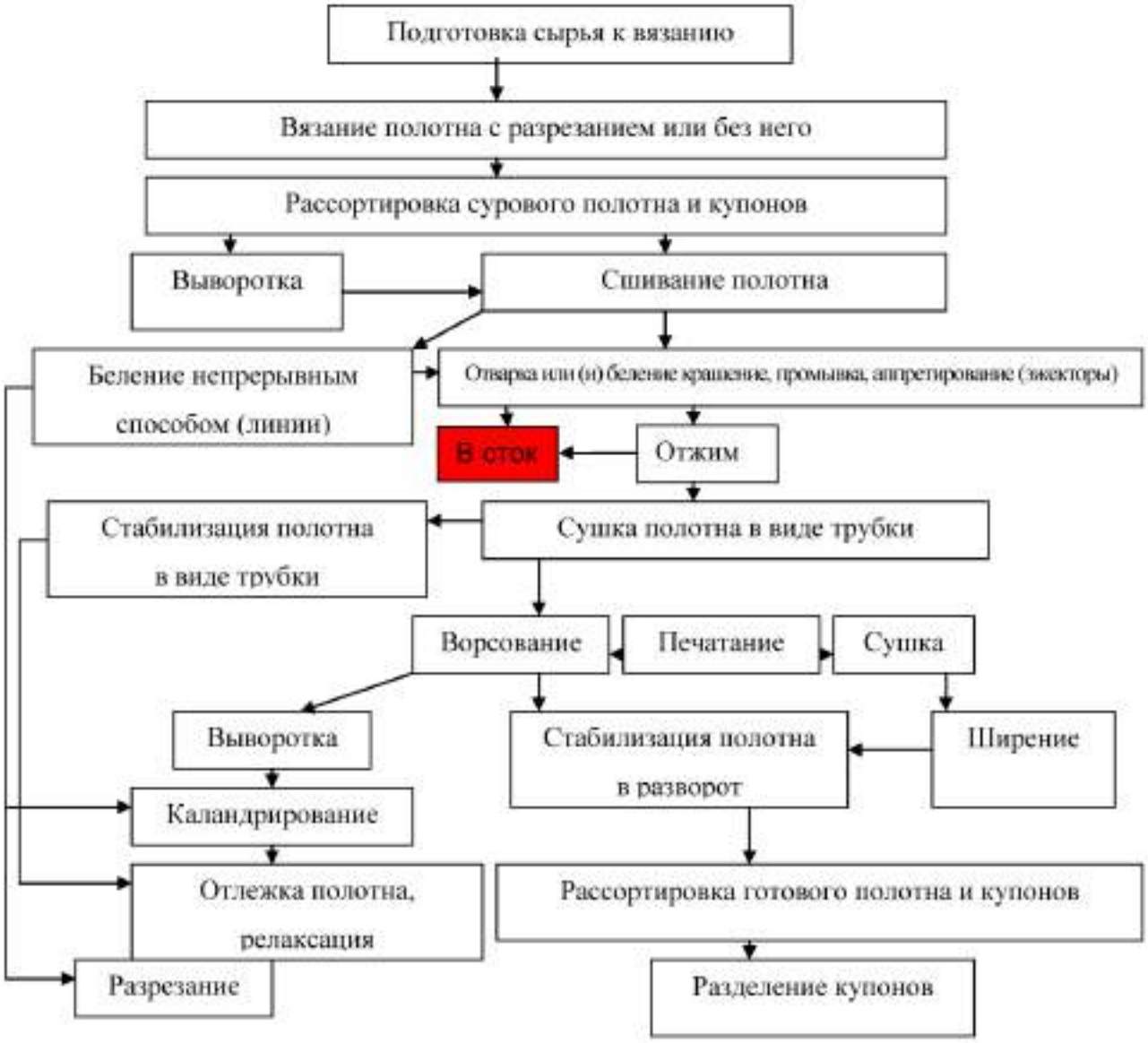


Рисунок 1.9 — Схема технологического процесса производства кругловязаного полотна и купонов

Процессы подготовки трикотажа по сравнению с соответствующими процессами для ткани проще, трикотаж не подвергается шлихтованию, содержит меньше кожицы от семенных коробочек, чем ткань, для трикотажа чаще всего применяется хлопок гребенного прочеса и более высокого сорта. Поскольку структура трикотажа более открытая, чем структура ткани, это способствует более эффективному проникновению применяемых для процессов подготовки химических препаратов и облегчает процесс промывки. Транспортировка полотна должна осуществляться под меньшим натяжением, чем для ткани, так кактрикотаж чувствителен к перетяжке. Именно поэтому машинное оборудование принципиально отличается по конструкции от отделочного оборудования ХБК.

Для отделки трикотажных изделий используется оборудование барочного типа. Технологии отделки выбираются в соответствие сырьевой составляющей.

1.6 Современное состояние шерстяной текстильной промышленности

1.6.1 Общие сведения

Наименьшую долю на рынке тканей в настоящее время, а также в общем объеме выпуска составляют шерстяные ткани — около 1 %. При этом растет доля остатков готовой продукции, снижается импорт (треть рынка шерстяных тканей). Наиболее крупным импортером шерстяных тканей на отечественный рынок (более 50 %) является Италия. В последние годы вследствие стабильного снижения объемов производства натуральной шерсти (более чем на 30 % за последние 5 лет) текстильные предприятия не обеспечиваются натуральным отечественным сырьем. Кроме того, отечественная шерсть уступает по качественным показателям импортным аналогам. Поэтому для производства высококачественной конкурентоспособной продукции отечественные текстильные предприятия вынуждены использовать импортную шерсть, которая стоит значительно дороже.

Несмотря на падение рынка и снижение производства, шерстяная отрасль отечественной текстильной промышленности стабильно развивает экспорт (15 % выпускаемых тканей). Большая часть продукции экспортируется в Белоруссию и прибалтийские государства. Из выпускаемых тканей экспортируются в основном пальтовые тонкосуконные и камвольные ткани высокого качества.

Основные поставщики тканей из аппаратной пряжи — Россия, Турция, Китай, Италия; из гребенной пряжи — Россия, Турция, Кыргызстан. В себестоимости затрат на производство ткани стоимость сырья имеет наибольший вес (48,11 %), второй по величине статьей расходов является оплата заработной платы основных рабочих (13,7 %) и третьей — вспомогательное производство (10 %).

Потенциальную емкость рынка шерстяных тканей можно рассчитать исходя из рациональных норм потребления на душу населения, разработанных научно-исследовательскими институтами Российской Федерации и используемых экономистами в Казахстане. Согласно результатам исследования рациональная норма потребления шерстяных тканей на душу населения составляет 3,2 $м^2$/г, следовательно, потенциальный объем рынка страны можно оценить в 47,8 млн $м^2$/г.

Шерстяная промышленность выпускает самый трудоемкий вид тканей, тем не менее производственные мощности и сырьевые ресурсы производств Российской Федерации позволяют организовать выпуск текстильных материалов, в количестве и по качеству удовлетворяющих потребность населения. В качестве основных направлений развития производства продукции шерстяной промышленности Российской Федерации на настоящий момент выделены следующие:

- повышение технического уровня производства;
- разработка и внедрение системы сертификации шерсти с учетом международных классификаций;
- приведение в соответствие с международными стандартами нормативно-технической документации на немытую, мытую и карбонизованную шерсть и изделия из нее.

Новыми направлениями ассортиментной политики станет расширение производства:

- облегченных пальтовых и костюмных тканей для женской и мужской одежды в модном художественно-колористическом оформлении;

- платьевых тканей с различными нитями и набивными рисунками;

- ассортимента шерстяных тканей с использованием химических волокон нового поколения, имитирующих лебяжий пух, кашмирскую и ангорскую шерсть;

- шерстяных тканей различных ассортиментных групп пониженной стоимости для низкооплачиваемых слоев населения за счет использования отходов шерстяного производства и химических волокон;

- шерстяных тканей со специальными отделками (огнестойкими, кислотнозащитными);

- валяльно-войлочных изделий технического назначения.

При переработке отечественной шерсти приоритетное развитие должно получить производство конкурентоспособных чистошерстяных и полушерстяных тканей, трикотажных и дублированных материалов.

В шерстяной промышленности выпускается широкий ассортимент продукции: шерстяные ткани, одеяла и пледы, шерстяная и объемная пряжа для трикотажной промышленности, ковры и ковровые изделия, валяльно-войлочные и фетровые изделия, технические сукна для бумагоделательной и других отраслей промышленности, нетканые материалы.

Отечественные ресурсы основного сырья для шерстяной промышленности натуральной шерсти ограничены и покрывают потребность менее чем на 50 %. В связи с этим должно значительно увеличиться потребление химических волокон и нитей нового поколения. Это будет соответствовать мировой практике, где прослеживается тенденция к увеличению производства камвольных костюмных тканей с увеличенным вложением полиэфирных волокон — до 70 % в смеси с натуральной шерстью до 30 %, а также шерстяных тканей отдельных ассортиментных групп с вложением льняного котонина.

Сегодня в Российской Федерации в легкой промышленности занято порядка 700 тыс. человек, что составляет 6,0 % от численности всех работающих в промышленности. Выпуском текстильной продукции, которая играет важную роль в насыщении рынка товарами народного потребления, занято около 500 тыс. человек. Предприятия негосударственной формы собственности составили 95,8 %.

Например, в 2001 г. было произведено 56,4 млн $м^2$ шерстяных тканей. К 2020 г. предполагается довести их выпуск до 110 млн $м^2$, или увеличить производство в 2 раза. Соответственно, спрос отрасли на синтетические волокна составил 27,2 тыс. т. Вовлечение в производство широкого ассортимента химических волокон требует особого внимания к проведению технического перевооружения производств. Должны получить развитие гибкие производства с быстрой переналадкой для изготовления сравнительно небольших партий продукции модных направлений.

Предприятия шерстяной отрасти включают несколько видов производств:

1) первичная обработка шерсти (ПОШ);

2) прядение шерсти (АПП);

3) ткацкое производство;

4) отделка шерстяных тканей.

В сточные воды от промывки неотделанных тканей поступает: шерстяной жир, замасливатели и др. Сточные воды предприятий перед сбросом в муниципальную канализацию обязательно проходят предварительную очистку. Очистка сточных вод вызывает определенные трудности в связи с периодичностью сбросов, повышенной температурой, колебаниями pH, высоким содержанием органических веществ, наличием ПАВ, пенообразующих веществ, а также красителей, не разрушающихся в биологических очистных установках. Необходимость обесцвечивания этих сточных вод заставляет использовать сравнительно дорогие способы очистки, а именно окислительные и адсорбционные. В атмосферу выбрасывается пыль шерстяная, пыль красителей, пары щелочи, уксусной кислоты, оксид углерода, сернистый ангидрид, формальдегид, оксид азота, а также в незначительных количествах и не на всех предприятиях хромовый ангидрид.

В отделочном производстве ткани из шерстяных волокон подвергаются механической, термической и химической обработке, проводимым в определенной последовательности. К основным видам отделки относятся опаливание, заварка, замыливание, валка, промывка, карбонизация, нейтрализация остаточной кислоты после карбонизации, в ряде случаев крашение. В процессе этих технологических операции используется большое количество различных компонентов, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

1.6.2 Ассортимент шерстяных тканей

В общем объеме выпуска тканей на долю шерстяных приходится около 8 %, однако по количеству артикулов (около 1000), сырьевому составу, строению и видам отделки ассортимент шерстяных тканей отличается большим разнообразием, так как для производства используют тонкую, полутонкую, полугрубую и грубую овечью, козью, верблюжью шерсть. Он не является постоянным, непрерывно обновляется и насчитывает более тысячи различных видов. Для удобства пользования ассортиментом в производственной сфере и в торговой сети шерстяные ткани классифицируют по стандартной или торговой классификации.

В соответствии со стандартной классификацией ткани делят:

1) по назначению: платьевые, костюмные, пальтовые (в том числе драпы), одеяла;

2) по внешнему виду: гладкокрашеные, меланжевые, пестротканые;

3) по характеру отделки: ворсовые, безворсовые;

4) по торговой номенклатуре шерстяные ткани классифицируют на ткани: бытового назначения, специального;

5) по структуре пряжи:

а) ткани из пряжи аппаратного прядения (сукна, драпы);

б) ткани из пряжи гребенного прядения (костюмные, пальтовые);

6) шерстяные ткани в зависимости от вида шерсти и структуры пряжи, используемой в ткачестве, и способа выработки подразделяют на:

7) камвольные (гребенные);

8) суконные:

а) тонкосуконные ткани вырабатывают из пушистой аппаратной пряжи, получаемой из короткой тонкой, полутонкой и полугрубой шерсти. Тонкосуконные сукна —

однослойные, сильно уваленные ткани, войлокообразный застил полностью закрывает ткацкое переплетение;

б) грубосуконные ткани вырабатывают из более толстой аппаратной пряжи, состоящей из грубой короткой шерсти, содержащей ость. В отличие от тонкосуконных тканей они жесткие и колючие. Эти ткани при изготовлении получают сильную увалку, закрывающую рисунок переплетения. Используются для пошива мужских пальто и форменной одежды.

Драпы — плотные и тяжелые ткани полутора- или двухслойного переплетения с сильной увалкой и разворсованной лицевой поверхностью. Характеризуются высокими ветро- и теплозащитными свойствами;

9) по волокнистому составу ткани могут быть:

а) чистошерстяные — содержат 100 % шерсти или имеют в своем составе до 10 % других волокон, вводимых для придания определенного внешнего эффекта. Чистошерстяные ткани имеют хорошие теплозащитные свойства, высокую упругость, малую сминаемость, хорошую драпируемость, но недостаточно устойчивы к истиранию, склонны к усадке;

б) полушерстяные — содержат от 20 % до 90 % волокон шерсти. Введение синтетических волокон повышает прочность и износостойкость тканей, уменьшает усадку, но такие ткани быстрее загрязняются и лоснятся, при выполнении строчек может происходить стягивание ткани. Кроме того, введение любого синтетического волокна приводит к снижению гигроскопичности ткани. Полушерстяные ткани могут быть многокомпонентными, т. е. к шерсти добавляется не одно, а несколько видов волокон, например: шерсть + лавсан + вискоза или шерсть + капрон + вискоза.

Введение дополнительных волокон осуществляется путем смешивания с шерстью, прикручивания, в качестве нитей одной из систем или комбинированным способом. При смешивании волокна, имеющие гладкую поверхность, слабо закреплены в структуре ткани, поэтому такие ткани подвержены пиллингу. Прикручивание к шерстяной пряжи капроновых и лавсановых нитей дает возможность устранить пиллеобразование и улучшить внешний вид ткани. В качестве одной из систем нитей используют чаще всего хлопчатобумажную (х/б) пряжу, или объемную пряжу, или текстурированные нити. При этом обеспечивается выход на лицевую поверхность более качественной пряжи или нитей. В многокомпонентных тканях применяют как смешивание, так и прикручивание (например, смешанная вискозно-шерстяная пряжа скручивается с капроновой комплексной нитью).

В текстильной промышленности для изготовления недорогих суконных тканей может использоваться:

- заводская шерсть — это шерсть, снятая со шкур животных. Она менее прочная, чем натуральная;

- восстановленная шерсть — это шерсть, получаемая расщипыванием шерстяного лоскута, тряпья, обрывков пряжи и т. п. Эти волокна шерсти наименее прочные. Пряжа из заводской или восстановленной шерсти — более низкого качества, может снабжаться ярлыками «100 % шерсть», «чистая шерсть», «шерсть».

Для шерстяных тканей используют нити различной структуры: одиночную пряжу, крученную в два, реже в три сложения; пряжу креповой крутки; фасонные и текстурированные нити; меланжевую пряжу и т. д. Одиночная пряжа придает тканям мягкость, застилистость. Крученые нити дают возможность получить более упругие, устойчивые

к деформации ткани. Для тканей, выработанных с применением текстурированных нитей, характерна высокая устойчивость к смятию. Ткани из фасонной пряжи имеют оригинальную внешнюю поверхность. При использовании пряжи креповой крутки получают ткани с интересной креповой фактурой. Использование пряжи х/б снижает стоимость тканей, увеличивает их прочность при растяжении, но при этом ухудшается внешний вид тканей, а также повышается их сминаемость и усадка.

Введение полиамидных волокон (капрона) улучшает механические свойства, но повышает жесткость и склонность к пиллеобразованию, поэтому его вводят в небольших количествах (8 % — 10 %). Введение такого небольшого количества капрона позволяет повысить устойчивость ткани к истиранию в 2–3 раза.

Вложение полиэфирных (ПЭ) волокон, например лавсана, также улучшает механические свойства, но в меньшей степени огрубляет ткань. Добавление ПЭ-волокон сообщает тканям такие ценные свойства, как несминаемость, стойкость к истиранию, способность сохранять заутюженные складки. Изделия из тканей с содержанием ПЭ-волокон не требуют частого глажения, благодаря малому влагопоглощению чистка их как в мокром, так и в сухом состоянии очень проста. При вложении в смесь ПЭ-волокон в количестве до 30 % общей массы ткань по внешнему виду, мягкости и туше почти не отличается от чистошерстяной. Увеличение содержания (до 60 %) приводит к появлению блеска и негативному повышению жесткости. В шерстяной промышленности зарекомендовала себя классическая смесь из 55 % ПЭ-волокна и 45 % шерсти, которая также улучшает свойства при носке, стабильность форм, несминаемость и повышает комфорт. Эта смесь используется для костюмных тканей, брюк, юбок и плательных тканей. При вложении 50 % ПЭ-волокна к шерсти прочность пряжи увеличивается вдвое, а долговечность — более чем в 4 раза.

Ткани из смеси нитроновых и шерстяных волокон имеют более шерстоподобный вид и в меньшей степени подвержены пиллингу, чем ткани с использованием капроновых или лавсановых волокон. Высокая объемность и шерстистость нитронового волокна позволяют использовать его для выработки платьевых и пальтовых тканей. Наиболее необходимым является применение нитрона в рыхлых низкоплотных тканях. Однако использование нитронового волокна снижает устойчивость к истиранию на 10 % — 12 %. Для повышения износоустойчивости тканей с нитроном в смесь вводят небольшое количество капронового волокна (до 10 %).

При использовании вискозного волокна получают недорогие шерстяные ткани, достаточно прочные, с хорошим внешним видом. При добавлении вискозного волокна к грубой и полугрубой шерсти свойства тканей улучшаются, они становятся мягче, пластичнее, приятнее на ощупь, облагораживаются внешне, окрашиваются в более сочные тона. В результате смешения вискозного волокна с тонкой и полутонкой шерстью свойства тканей ухудшаются: они теряют мягкость, эластичность, упругость, огрубляется блеск, увеличивается сминаемость. Большое значение имеет количество вводимого вискозного волокна. При введении вискозного волокна в количестве большем 50 % ткани имеют повышенную усадку, сминаемость, малую износостойкость. Кроме того, вискозные штапельные волокна неустойчивы к действию микроорганизмов и водно-щелочных обработок. Для повышения износоустойчивости в смесь вводят небольшое количество капронового или полиэфирного волокна. Введение вискозного волокна позволяет получать недорогие шерстяные ткани с хорошими гигиеническими свойствами и приятным внешним видом, что очень важно для детских изделий.

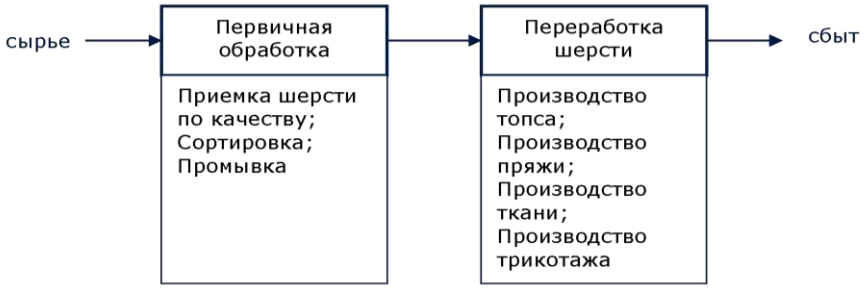
Ширина шерстяных тканей 140–180 см, поверхностная плотность колеблется в больших пределах — от 93 (камвольных платьевых тканей) до 760 г/м^2 (грубосуконных пальтовых драпов). Ткани имеют ряд преимуществ перед другими тканями: обладают самыми высокими теплозащитными свойствами, хорошей формоустойчивостью, малой сминаемостью и благодаря этому незаменимы для изготовления верхней зимней одежды (пальто, костюмов, платьев) и теплых штучных изделий (платков, одеял и др.).

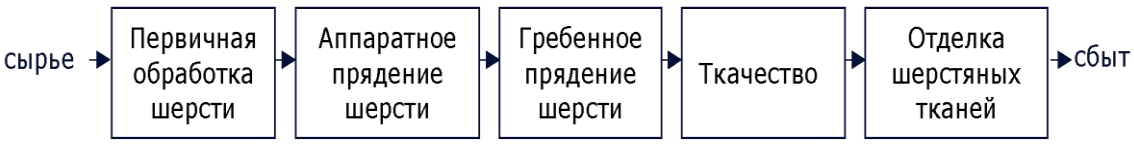
Обновление и расширение ассортимента этих тканей происходят за счет использования модифицированных химических волокон и нитей, фасонной пряжи, многоцветной меланжевой и мулинированной пряжи, добавления козьей шерсти, использования разнообразных переплетений и видов отделки. Шерстяные ткани делятся на 6 групп в зависимости от способа получения пряжи и содержания шерстяных волокон и на 9 подгрупп в зависимости от назначения и особенностей выработки.

1.6.3 Типовые технологические схемы шерстяных производств

Шерстяная промышленность перерабатывает шерсть и в смеси с ней химические волокна. Процессы обработки шерсти, превращаемой в пряжу и ткань, — весьма разнообразны. Цепочку технологических переходов (ЦТП) в текстильно-шерстяной промышленности можно представить в виде следующих схем:

- простая ЦТП:

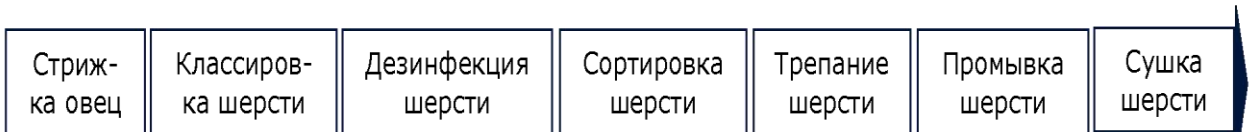




- расширенная ЦТП: (суконное и камвольное производство).

Основными звеньями ЦТП текстильно-шерстяной промышленности являются:

- первичная обработка шерсти;
- аппаратное прядение шерсти;
- гребенное прядение шерсти;
- ткачество;
- отделка шерстяных тканей.



Продуктом ЦТП первичной обработки шерсти является мытая шерсть. Графически элементы ЦТП первичной обработки шерсти можно представить следующим образом:

Рассортированная шерсть направляется в очистку. К процессам очистки шерсти относятся: трепание, промывка и обезрепенивание. Высушивание шерсти производится с помощью сушильных машин. Современные сушильные машины занимают большие производственные площади и требуют сравнительно большых затрат тепла на 1 кг испаренной влаги (удельный расход тепла). В настоящее время созданы более экономичные сушильные машины, основанные на применении инфракрасных лучей и токов высокой частоты. Очищенную шерсть отправляют на фабрики, перерабатывающие ее в пряжу и изделия.

Структуру участников ЦТП текстильно-шерстяной промышленности можно представить в разрезе отдельных ее цепочек (см. таблицу 1.10).

Таблица 1.10 — Участники ЦТП первичной обработки шерсти

Звено ЦТП первичной обработки шерсти	Участники ЦТП	Продукт ЦТП	Вещества, поступающие в стоки
Классировка Дезинфекция	Заготовительный пункт	Классированная грязная шерсть	
Сортировка Трепание Промывка Высушивание	Фабрика первичной обработки шерсти (ПОШ)	Мытая шерсть с содержанием влаги до 15 % — 17 %	ПАВ, жировосковые вещества, минеральные вещества пота (соли)

Продуктом ЦТП (аппаратного прядения шерсти) является аппаратная пряжа (или суконная пряжа), используемая в производстве суконных тканей. Аппаратная пряжа выпускается в аппаратно-прядильном цехе на суконной фабрике, который в свою очередь состоит из отделов: приготовительного; смесового; аппаратного и прядильного.

В приготовительном отделе сырье подготавливают к смешиванию, после чего оно поступает в смесовый отдел для приготовления смеси необходимого состава. Эти смеси направляют в аппаратный отдел, где на чесальных аппаратах шерсть подвергают окончательному разрыхлению, расчесыванию, очистке и перемешиванию. В результате обработки смеси на чесальном аппарате получается ровница, поступающая затем в прядильный отдел, где из нее на прядильных машинах вырабатывают пряжу. Готовая пряжа храниться на складе, откуда передается по мере надобности в ткацкий цех.

Схема ЦТП аппаратного прядения шерсти приведена на рисунке 1.10, ЦТП гребенного прядения шерсти — на рисунке 1.11.

Рисунок 1.10 — Схема ЦТП аппаратного прядения шерсти

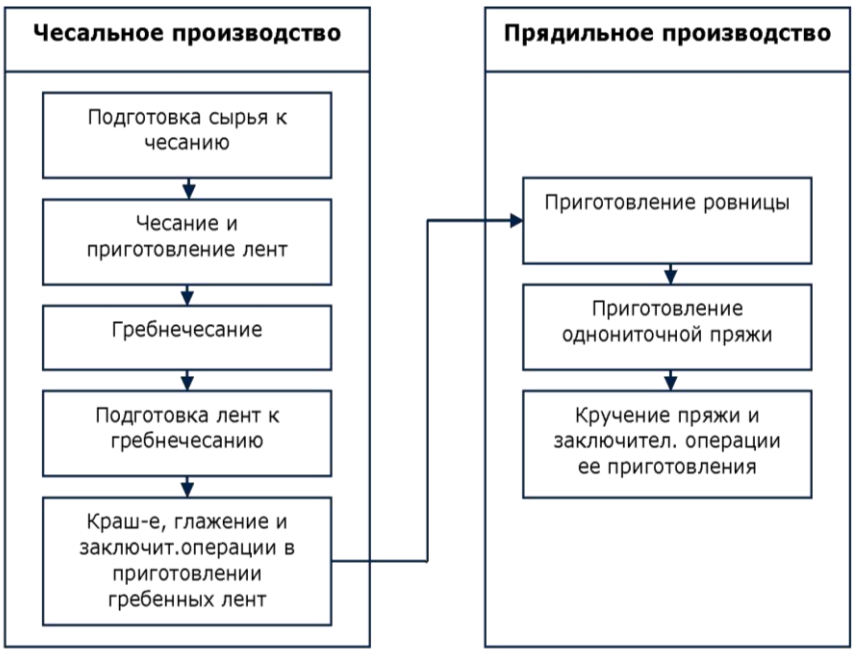


Рисунок 1.11 — ЦТП гребенного прядения шерсти

Основным свойством гребенной пряжи является ее высокая тонина. Поэтому она используется в производстве легких тонких шерстяных тканей (камвольных тканей) и трикотажных изделий. Разнообразие видов шерсти, используемой в производстве гребенной пряжи и стремление получить из этой шерсти максимально тонкую пряжу при экономном использовании сырья способствовали возникновению основных способов гребенного прядения: гребенное прядение тонкой шерсти, гребенное прядение грубой шерсти, полугребенное прядение.

По способу гребенного прядения перерабатывают главным образом тонкую мериносовую шерсть, однородную качественную помесную шерсть с длиной волокна не менее 55 мм и полутонкую помесную шерсть. Вместе с шерстью перерабатывают различные химические волокна. По тонкогребенному способу прядения шерсти вырабатывают пряжу от 16 до 50 текс, характеризующуюся равномерностью, чистотой и мягкостью. Из тонкогребенной пряжи вырабатывают: камвольные костюмные, плательные и пальтовые ткани, а также платки и тонкий трикотаж. По способу гребенного прядения грубой шерсти перерабатывают однородную, более длинную грубую шерсть, уравненную по длине и тонине. В смеси с шерстью также перерабатывают химические волокна.

На рисунке 1.12 приведена ЦТП гребенного прядения шерсти.

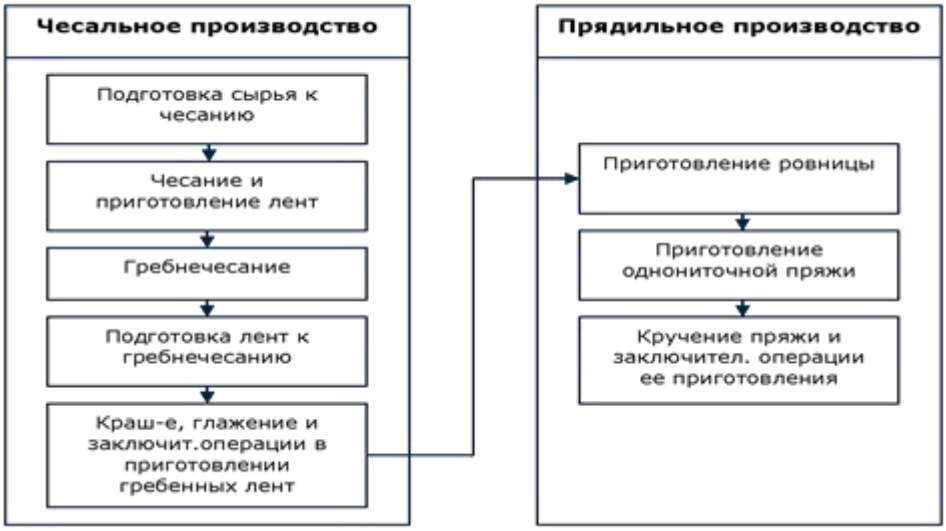


Рисунок 1.12 — ЦТП гребенного прядения шерсти

Продуктом ТП отделки шерстяных тканей является готовая шерстяная ткань. Готовые шерстяные ткани по физико-химическим свойствам должны соответствовать требованиям ГОСТ или технических условий, а по внешнему виду и мягкости на ощупь утвержденным эталонам. Ткани должны иметь установленные ГОСТом прочность, удлинение, упругость, теплопроводность, способность противостоять истиранию, у них должен быть хороший внешний вид, определенная ширина и вес. Необходимо, чтобы ткани были устойчивы к носке, свету и погоде. Для придания ткани требуемых свойств при максимальном использовании и сохранении естественных свойств шерстяных волокон проводят подготовку к отделке. Суровые ткани подготавливаются к отделке главным образом при заключительных операциях ткацкого производства. Эта подготовка заключается в проверке качества, чистке, штопке суровых тканей. Суровые ткани, поступившие после этих операций в отделку, подвергаются повторному контролю, кроме того, их подбирают в партии для дальнейшей отделки. Ткани, изготовленные из гребенной пряжи — камвольные ткани, должны иметь открытый, отчетливо выраженный рисунок ткацкого плетения, быть гладкими и не иметь выступающие кончики волокон. Для этого перед процессами мокрой отделки камвольные ткани подвергают опаливанию. Элементы ЦТП отделки шерстяных тканей можно представить следующим образом (см. рисунок 1.13).



Рисунок 1.13 — Элементы ЦТП отделки шерстяных тканей

Раздел 2. Описание технологических процессов, используемых в настоящее время в рассматриваемой отрасли промышленности

Отделка ткани — это совокупность химической, механической, термической обработки суровых тканей в процессах отделочного производства в специализированных участках или цехах изолированно или в системе комбинатов, обеспечивающих подготовку и крашение волокон и полупродуктов (ровницы, ленты, пряжи) и получение отбеленных, гладкокрашеных или набивных тканей, трикотажных полотен или изделий на их основе.

В отличие от прядильного и ткацкого производства, где волокна подвергаются только механическим воздействиям, при отделке применяются различные химические и биохимические вещества. Отделка ткани в глубоком смысле этого понятия заключается в процессах отбеливания, крашения или печатания и заключительных операциях, позволяющих достигнуть облагораживание тканей.

Химическая технология волокнистых материалов (ХТВМ) представляет собой совокупность научных знаний и технологических методов, обеспечивающих разнообразную обработку текстильных материалов на последнем этапе их пути к потребителю. Ткань или какой-либо другой текстильный материал (трикотажное полотно, пряжа и т. д., чулочно-носочные изделия и т. д.) поступает в красильно-отделочное производство в суровом виде и, последовательно подвергаясь процедурам подготовки, крашения или печатания и заключительной отделки, приобретает готовый товарный вид. Именно на этой стадии текстильным материалам придаются различные свойства, во многом определяющие их эксплуатационные качества.

Красильно-отделочные производства текстильной промышленности могут быть либо самостоятельными предприятиями, либо составной частью текстильного концерна, комбината, фабрики. Красильно-отделочное производство может также быть заключительным звеном производства при реализации современной идеи кастомизации, способного выполнять разовые заказы по индивидуальным характеристиками малыми

партиям, т. е. выпускать штучную эксклюзивную продукцию (ткань, трикотаж, изделия с печатным рисунком и т. д.).

Под технологической цепочкой (блок-схема) отделочного производства подразумевается последовательность стадий и операций с указанием оборудования, на котором они осуществляются. Технологический режим представляет собой совокупность стадий или операций, проводимых в строго определенных условиях техники, с указанием параметров (концентрации веществ, степени отжима, длительности, составов рабочих растворов, температур, расхода воды, пара, электроэнергии и т. д.) процессов и операций.

В суровом виде все ткани содержат технологические загрязнения (шлихту и замасливатели), а ткани, выработанные из натуральных волокон, еще и многочисленные естественные примеси. Для полного удаления технологических загрязнений и сопутствующих веществ требуется целый комплекс сложных взаимосвязанных физико-механических и химических обработок. Они реализуются в процессах подготовки тканей и трикотажных полотен к крашению и печатанию. Важнейшей задачей подготовки тканей является максимальное сохранение исходных позитивных свойств волокон, формирующих ценные потребительские качества и технические характеристики продукции. Поскольку текстильные материалы имеют неодинаковое химическое строение и свойства, а ткани из них содержат различные по природе примеси, то технологии облагораживания волокон и полупродуктов, а также отделки формируются дифференцированно, в соответствии с природой волокна, входящего в состав суровой ткани, поверхностной плотностью, назначением продукции и способами колорирования.

2.1 Подготовка тканей

Подготовка — это совокупность процессов, обеспечивающих удаление из суровых тканей и трикотажных полотен технологических загрязнений и (или) неволокнистых примесей с целью придания способности быстрого и равномерного смачивания водой, устойчивой белизны при сохранении требуемых и достаточных прочностных свойств.

К веществам, подлежащим удалению, относятся природные примеси, которые сопутствуют натуральным волокнам, и химические материалы, нанесенные на волокно и пряжу в процессах их изготовления и переработки. Для тканей из растительных волокон к таким веществам относятся естественные спутники целлюлозы, замасливатели и шлихта; для тканей из шерсти — это остатки жировых и потовых веществ, целлюлозных примесей (растительные загрязнения), замасливатели и в ряде случаев шлихта; для тканей из натурального шелка — серицин, воскообразные вещества, жировые эмульсии и мыла, нанесенные перед кручением и ткачеством; для тканей из химических волокон — шлихта, замасливатель и антистатические препараты; для тканей из природных и химических волокон — загрязнения, возникающие при переработке, смазочные масла, металлическая пыль и др. Для джинсовых изделий необходимо удаление шлихты и частичное деколорирование, для чулочно-носочных изделий в зависимости от сырьевого состава — удаление примесей и технологических загрязнений.

Технологические процессы и оборудование для химической очистки волокнистых материалов определяются характером примесей (природные, искусственные) и прочностью связи их с волокном, химическим, физико-химическим строением последнего и

его свойствами, формой материала, а также теми качествами, которые желательно придать текстильному изделию.

Суровые ткани, содержащие указанные примеси, плохо смачиваются водой, на них практически невозможно получить яркие, равномерные, насыщенные и прочные окраски. В процессе подготовки текстильных материалов к крашению и печатанию необходимо освободить поверхность и поры волокнистого материала для последующего взаимодействия с красителем и вспомогательными материалами, снять внутренние напряжения, вызывающие неравномерность свойств, при этом обязательно должны быть сохранены физико-механические и химические свойства волокон. Указанные задачи определяют выбор химических материалов, используемых при подготовке к крашению и печатанию тканей из различных волокон.

Поступающую из ткацкого производства суровую ткань или трикотажное полотно подвергают разбраковке, подбирают в партии по артикулу и способу обработки.

Мокрая обработка или процессы отделки включают основные процессы подготовки ткани, а именно расшлихтовку, отбеливание, мерсеризацию, крашение, печатание и прочие виды специальной обработки. На этих стадиях ткани обрабатываются в химических растворах и отделочных ваннах, причем зачастую необходимо использовать несколько этапов мойки, полоскания и сушки, в результате чего образуются значительные объемы сточных вод.

2.1.1 Вспомогательные участки (станция водоподготовки)

Обработку текстильных материалов проводят в основном в водной среде, поэтому в процессе химической обработки вода занимает особое место. Она используется для растворения химических веществ, для удаления образовавшихся соединений или компонентов, не вступивших в химическую реакцию.

В красильно-отделочном производстве многие процессы, в том числе и подготовки текстильных материалов, проводятся в водных растворах. Пригодность воды определяется по прозрачности, цветности, жесткости, окисляемости. Прозрачность оценивается по высоте слоя воды, через который видны стандартные по размеру и начертанию краст или шрифт (соответственно, прозрачность «по кресту» или «по шрифту»). Цветность определяется по оптической плотности растворов с помощью специальных приборов. Жесткость воды определяется общим содержанием солей кальция и магния и выражается в миллиграмм-эквивалентах на 1 л. Содержание солей кальция 20,02 мг/л или магния 12,14 мг/л соответствует жесткости, равной 1 мг-экв/л. Цвет воды и ее жесткость имеют большое влияние на качество продукции, расход мыла, красителей и других материалов. Содержание в воде солей железа, кальция, магния, марганца вызывает неровноту крашения, способствует образованию пятен, снижает прочность окраски, делает волокно жестким.

Существует условная классификация воды по жесткости, мг-экв/л: очень мягкая — 0–1,5; мягкая — 1,5–3; средней жесткости — 3–6; жесткая — 6–10; очень жесткая — свыше 10. Для разных процессов отделочного производства требуется вода различной жесткости, она не должна содержать большое количество легкоокисляемых веществ, должна быть прозрачна и иметь pH в пределах 7–8,5; содержание солей железа допускается не более 0,1 мг/л.

Для приготовления растворов мыла, красителей, кислот и щелочей можно использовать воду, жесткость которой не более 0,5 м-экв/л. В других процессах возможно применение воды средней жесткости. Чтобы уменьшить жесткость воды, в отделочном производстве прибегают к химическим способам умягчения, основанным на осаждении солей жесткости и удалении их путем реакций обмена катионов кальция, магния и железа на катионы натрия или в результате образования комплексных растворимых солей, связывающих кальций и магний.

Современные текстильные комбинаты средней мощности (500–700 тыс. м ткани в сутки) расходуют около 25 тыс. $м^3$ свежей воды и более 80 % сбрасывают в канализацию.

Система подготовки воды для технологических процессов отделочных производств текстильной промышленности включает осветление, обесцвечивание и умягчение исходной воды и стабилизацию ее состава. При этом степень воды по показателям прозрачности, цветности, минерализации, активной реакции, отсутствию токсичных веществ и синтетических ПАВ практически одинакова со степенью очистки воды для хозяйственно-питьевых целей.

Качество воды хозяйственно-питьевого назначения регламентируется ГОСТ Р 51232—98. К качеству воды, применяемой для технологических нужд отделочного производства, в ряде случаев предъявляются повышенные требования, обусловленные характером технологического процесса:

- общая жесткость умягченной воды — не более 0,5 мг-экв/л (общая жесткость воды для приготовления растворов пероксида водорода — не менее 3 мг-экв/л);
- цветность;
- мутность;
- интенсивность запаха;
- содержание сульфатов;
- содержание хлоридов;
- содержание железа.

Способы очистки воды выбирают согласно результатам физико-химических, санитарно-бактериологических и технологических анализов с учетом требований потребителей к качеству воды. Природные воды содержат растворенные, коллоидные и грубодисперсные примеси, биологические загрязнения. Физико-химические свойства воды подвержены сезонным колебаниям и резко изменяются по территориальным зонам.

Качество подготовки в значительной степени зависит от вида и количества применяемых химических материалов и типа оборудования. Химические вещества, используемые в процессах подготовки, подразделяются на несколько основных групп: химические вещества, необходимые для получения требуемого эффекта обработки, вспомогательные вещества, необходимые для получения требуемого эффекта обработки, и вспомогательные вещества, выполняющие роль активаторов, стабилизаторов белящих растворов и ингибиторов повреждения волокнистого материала в процессах окислительных обработок. Имеются вещества комбинированного действия.

Контроль технологических процессов подготовки проходит по этапам:

1) Определение общей щелочности и содержания гидроксида натрия. Для этого в коническую колбу помещают 10 мл анализируемого раствора, 20 мл дистиллированной воды и титруют 0,1 н. раствором серной или соляной кислоты, сначала с фенолфталеином, а затем с метиловым оранжевым.

2) Определение содержания кислоты. Точно отмеренные пипеткой 10 мл анализируемого раствора помещают в коническую колбу, добавляют несколько капель раствора фенолфталеина и титруют раствором гидроксида натрия до появления слаборозовой окраски.

3) Определение содержания пероксида водорода в щелочно-перекисных растворах. Для контроля изменения содержания пероксида водорода в рабочих растворах в ходе технологического процесса используют йодометрический метод. Для анализа 5 мл испытуемого раствора помещают в коническую колбу, добавляют 10 мл 20%-ного раствора серной кислоты и 10 мл 10%-ного йодистого калия. Колбу покрывают часовым стеклом, выдерживают 5 мин и титруют 0,1 н. раствором тиосульфата в присутствии 1–3 капель крахмала до полного обесцвечивания синей окраски раствора.

4) Определение содержания активного хлора в растворах, содержащих гипохлориты, хлорит натрия, хлорамин, хлоризоцианураты. В коническую колбу вместимостью 250 м, содержащую 10 мл 0,1 н. раствора серной кислоты, 10 мл 5%-ного раствора йодистого калия, вносят 10 мл испытуемого раствора. Выделившийся йод оттитровывают 0.1 н. раствором тиосульфата натрия, до слабо-желтой окраски, затем добавляют 1 мл 0,5%-ного раствора крахмала и продолжают титровать до исчезновения синей окраски.

5) Определение амилолитической активности ферментов. Навеску препарата фермента в количестве 1 мг растворяют в дистиллированной воде и разбавляют раствор в 50 раз, а в случае высокой активности — в 100 раз. В пробирку с 0,5 $см^3$ 1%-ного раствора крахмала, предварительно выдержанную в термостате при 37 °С в течение 3 мин, вносят подготовленный ферментный препарат и засекают время реакции. Параллельно делают контрольную пробу, в которую вместо фермента добавляют дистиллированную воду. Через 3 мин в обе пробирки добавляют по 1 $см^3$ 0,03 н. раствора йода. В результате образуется цветное окрашивание от бледно-голубого до фиолетового. Чем выше активность фермента, тем меньше интенсивность окраски раствора в пробирке с ферментом в сравнении с контрольным раствором. Пробирки выдерживают в течение 5 мин при температуре 90 °С — 100 °С, охлаждают и разбавляют 10 мл дистиллированной воды. Измеряют оптическую плотность растворов при длине волны 540 нм.

6) Определение содержания бисульфита, сульфита натрия. Для анализа 10 мл анализируемого раствора помещают в коническую колбу, содержащую 25 мл дистиллированной воды, 10 мл 0,1 н. раствора йода 10 мл 20%-ного раствора серной кислоты. Избыток йода оттитровывают 0,1 н. раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала (0,5%-ный раствор).

7) Определение содержания химических материалов на ткани. В целях контроля технологического процесса возникает необходимость определения содержания реагентов непосредственно на ткани. Для этого из обработанного полотна ткани вырезают образец размером 5 × 5 см. Для определения содержания активного хлора и кислорода в коническую колбу вместимостью 250 мл, содержащую 50 мл дистиллированной воды, помещают образец ткани, добавляют 20 мл 20%-ной серной кислоты и 10 мл 10%-ной раствора йодистого калия. Оставляют колбу в темном месте на 5 мин. Выделившийся йод титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до слабожелтой окраски, затем добавляют 1 мл 0,5%-ного раствора крахмала и продолжают титровать пробу до исчезновения синей окраски образца ткани.

Станция ХВО предназначена для предварительной очистки поверхностных вод перед подачей ее на оборудование участка широких тканей. В состав станции ХВО входит около 10 фильтров ФОС для получения осветленной воды, наполнитель — кварцевый песок фракции 1–3 мм и 0,8–1,2 мм на высоту 1 м, 6 фильтров ФУМ для получения умягченной воды (наполнитель — натрий-катионит) и 2 фильтра ФУОП для получения опресненной воды (наполнитель — катионит/анионит).

Процесс очистки воды от грубодисперсных и коллоидных примесей называют коагуляцией. В качестве реагента для коагуляции используется сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3$). Коагулянт подается в смеситель (*t* воды = 30 °С), включается насос-дозатор, который автоматически поддерживает дозу 1,25–1,3 мг-экв/л (разница между общей щелочностью в воде и общей щелочностью после ФОС).

Осветление воды в процессе фильтрования достигается вследствие механического осаждения взвешенных веществ на поверхности фильтрующего слоя.

Удаление загрязнения проводится на линии осветленной воды. Скорость воды в фильтре должна быть достаточной для вымывания загрязнений. Поэтому регулируется давление в фильтре не более 2 атм., а подача воздуха осуществляется таким образом, чтобы давление воздуха было выше давления воды на 0.5 кг/см^2. Если интенсивность промывки слишком велика, то возможен вынос фильтрующего материала водой в канализацию, при низкой интенсивности промывки фильтр будет промыт неудовлетворительно. Продолжительность взрыхления — 15–25 мин, до полного осветления сливных вод.

Расход воды для фильтров диаметра 1 м составляет 15–20 м^3/ч, а диаметром 2 м — 30–40 м^3/ч. Первые мутные потоки воды удаляются в канализацию. При достижении прозрачности более 30–40 см по «шрифту» отмывка заканчивается. Время спуска первого фильтрата — 5–10 мин.

Фильтры умягчения воды ФУМ представляют собой натрий-катионитовую установку и служат для полного удаления из воды катионов кальция и магния с заменой их ионами натрия. При работе ФУМов осветленная вода проходит через слой катионита, загруженного в фильтр. При этом происходит обмен между катионами кальция и магния, растворенными в воде и фильтрующим слоем. Истощаясь при работе, фильтрующий слой постепенно заряжается ионами кальция и магния, поэтому возникает необходимость в регенерации фильтра, что достигается путем пропускания через истощенный катионит раствора электролита, содержащего ионы натрия (раствор поваренной соли), в результате чего происходит вытеснение и замена ионов кальция и магния ионами натрия.

После регенерации перед пуском в работу фильтр промывают осветленной водой для удаления продуктов регенерации.

Полный цикл работы фильтра ФУМ заключается в осуществлении операций: взрыхление → регенерация → отмывка → умягчение.

Взрыхление необходимо для удаления из фильтра занесенных загрязнений и мелких частиц катионита, которые образовались в результате измельчения рабочего слоя. Взрыхление производится потоком осветленной воды снизу вверх для устранения уплотнения катионита и обеспечения свободного доступа раствора к зернам катионита. Давление воды в фильтре — не менее 2 атм. Продолжительность взрыхления — 20–30 мин, взрыхление производят до прозрачности воды, выходящей из фильтра.

Состав оборудования для регенерации:

1) Сектор приготовления соляного раствора.

Включает в себя 2 емкости по 5 м^3 каждая, разделенные на 2 емкости, совмещенные между собой.

2) Сектор фильтрации и приготовления соляного раствора.

Включает в себя систему закачки (2 насоса), соляной фильтр и емкость для приготовления соляного раствора необходимой концентрации.

Приготовление раствора поваренной соли

1) Питающий раствор.

Оборудование: бетонная емкость со вставленными внутри перегородками из нержавеющей стали и состоящая из двух растворных и одной чистовой ячейки.

В растворные ячейки бетонной емкости загружается по 1000–2000 кг поваренной соли, затем ячейки заполняются умягченной водой до полного объема. Через 30–40 мин раствор перекачивают из грязевых ячеек в чистую часть. Включают гидроперемешивание. После достижения крепости раствора 15 % — 25 % (<1 = 1,109–1,189 г/см^3) гидроперемешивание выключают.

2) Подача раствора соли (15 % — 25 %) в бак-мерник (V = 5 м^3).

3) Приготовление регенерационного раствора.

Разбавление регенерационного раствора хлорида натрия до 7 % — 8 % (d = 1,05–1,06 г/см^2) путем подачи химочищенной воды в бак-мерник и включения насоса перемешивания.

Во время регенерации фильтра включается насос подачи раствора соли на регенерацию. Раствор соли проходит сверху вниз. Скорость прохождения раствора соли небольшая (3–4 м/ч). Давление в фильтре — 0,4 МПа. Температура регенерационного раствора — 10 °С — 20 °С. Продолжительность пропуска солевого раствора через фильтр — 10 мин.

Отмывка производится потоком осветленной воды сверху вниз. Скорость воды — 6–8 м/ч. Продолжительность отмывки — 8 ч. Отмывка фильтра идет до необходимой жесткости. При достижении отмывочной воды 0,5 мг-экв/л, положительного анализа на хлорид-ионы отмывку заканчивают. Производительность фильтра — 8 м^3/ч. Количество ФУМов — 6 шт.

Обработка воды основывается на применении катионита в натрий-форме и анионита в хлор-форме при регенерации обоих ионитов раствором поваренной соли. Оборудование установки состоит из двух фильтров диаметром 1,0 м, загруженных на высоту 1 м катионитом (Леватит S1467), а затем анионитом на высоту 1,0 м.

После регенерации и отмывки от остатков соли приступают к отмывке в канализацию. Задача этой стадии очистки фильтра — удалить из фильтра продукты регенерации. Для этого потоком осветленной воды промывают катионит сверху вниз, скорость воды — 6–8 м/ч, продолжительность отмывки — 8 ч. Отмывка фильтра идет до достижения необходимой жесткости отмывочной воды (0,5 мг-экв/л). В этом случае отмывка заканчивается и фильтр пускается в работу. Производительность фильтра — 8 м^3/ч, ФУОПов — 2 шт., время работы фильтра — до 1 нед.

В таблице 2.1 приведены требования к технологической воде по санитарно-гигиеническим исследованиям.

Таблица 2.1 — Требования к технологической воде по санитарно-гигиеническим исследованиям

Наименование загрязняющего вещества	Единица измерения	Методика	Номер пробы 456 д
Водородный показатель pH	ед. pH	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121—97	7,68
Аммоний-ион	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1.1—95	0,36
Нитраты	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.4—95	2,0
Нитриты	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.3—97	0,038
Сульфаты	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.159—2000 РД 52.24.483—95	26,0
Хлориды	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.96—97	11,0
Фосфаты (по фосфору)	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.112—97	0,08
ХПК	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.100—97	26,0
$БПК_5$	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123—97	1,80
Взвешенные вещества	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.110—97	2,00
Сухой остаток	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.114—97	210
Нефтепродукты	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.5—95	<0,04
СПАВ анион.	мг/дм	ПНД Ф 14.1.15—95	0,038
Запах при 20 °С	баллы	ГОСТ 3351—74	2
Запах при 60 °С	баллы	ГОСТ 3351—74	2
Цветность	град.	ПНД Ф 14.1:2:4.207—04	20
Мутность	мг/л	ПНД Ф 14.1:2:4.213—05	1,5
Окисляемость перманганатная	мг/л	ПНД Ф 14.1:2:4.121—97	5,0
Жесткость общая	мгэкв/л	ГОСТ 31954—2012	7,0

Водоснабжение фабрики осуществляется чаще всего из реки через водозаборное сооружение с расположенными на дне реки бетонными оголовками. Через него вода самотеком поступает в смотровые колодцы, откуда насосом подается к оборудованию. Оголовок должен быть оборудован мусорозащитной сеткой. От попадания рыб водозаборное устройство оборудовано воздушно-пузырьковой рыбозащитой. Мощность сооружения — от 5000 до 8000 м^3/сут.

2.1.2 Опаливание

Подготовка волокнистых материалов к крашению и печатанию представляет сложный процесс и включает большое число операций. Одной из первых после разбраковки считается опаливание. Опаливание проводят для удаления с поверхности суровой ткани выступающих кончиков волоконец путем их сжигания. Данную операцию проводят практически для всех хлопчатобумажных тканей, за исключением марли, полотенечных, махровых, ворсовых (бумазея, байка, фланель), жаккардовых и пестротканых материалов. Неопаленная окрашенная ткань имеет белесоватую окраску, обусловленную рассеянием света от окрашенных выступающих кончиков волокон,

т. е. эффект седоватости, если печатать по такой ткани, то возникает эффект «щелчки», непрокрас.

Опаливание ткани проводят в расправленном натянутом состоянии на газоопаливающих агрегатах с различным числом горелок. Ткань проносится над факелом пламени, чтобы сгорали только ворсинки, а ткань оставалась невредимой. Благодаря кратковременному воздействию на ткань высокой температуры (до 1000 °С — 1200 °С) поверхность ее не успевает нагреться свыше 150 С, т. е. до температуры, при которой начинается термическое разложение растительных волокон.

Некоторые артикулы тканей (например, сатин) вместо опаливания перед печатанием подвергаются стрижке на стригальных машинах. Процессы опаливания могут затруднять удаление шлихы в процессе расшлихтовки и диффузию варочных и белящих растворов на стадии подготовки.

Газоопаливающая машина предназначена для одностороннего и двустороннего опаливания тканей (см. рисунок 2.1). Она включает в себя заправочное устройство 1, обеспечивающее натяжение и расправление тканей, пухоочистительную камеру 2, предназначенную для удаления пуха и поднятия ворса, горелки 3 для опаливания, искрогаситель 4 — коробку, в которую подается влажный пар, предупреждающую воспламенение, или замачивающее устройство. Основным рабочим органом газоопаливающей машины являются газовые горелки, которые делятся на три типа: с открытым пламенем, с прикрытой камерой горения и, наиболее эффективные, радиационные. В тканеопаливающей машине (ТОМ) может быть 2–4 горелки.

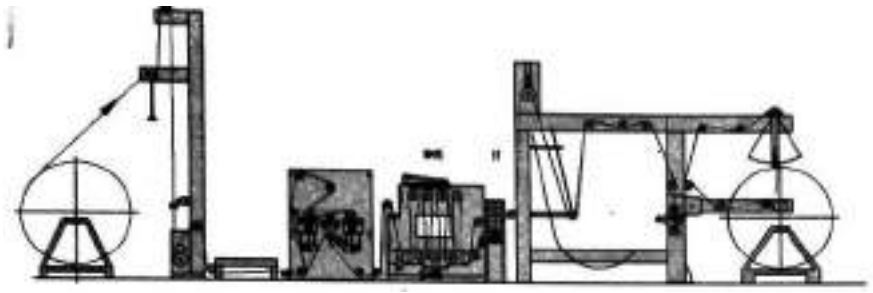


Рисунок 2.1 — Универсальная двухсторонняя тканеопаливающая машина с совмещением плюсования ферментным расшлихтовывающим раствором

В таблице 2.2 приведены усредненные технические характеристики газоопальной машины с пропиточной ванной.

Таблица 2.2 — Техническая характеристика тканеопаливающей машины

Наименование показателя	Усредненное значение показателя
Рабочая ширина (ширина ткани), мм	1800
Ширина валов, мм	2000
Диапазон регулирования электропривода, м/мин	10–100
Электрическая мощность, кВт	25
Расход на 1000 м ткани: воды, $м^3$/пара, кг	0,14/12 (с расшлитовкой)

2.1.3 Стрижка

Стрижке не подвергаются жаккардовые, ворсовые и фактурные ткани. Операция стрижки предназначена для очистки поверхности тканей от выступающих кончиков волокон, нитей, узелков, а также для подстрижки ворса в целях его выравнивания по высоте. Основными рабочими органами стригальных машин являются стригальные механизмы, состоящие из стригальных цилиндров (спиральных ножей) и плоских ножей, взаимодействующих друг с другом подобно ножницам. Стригальные машины могут быть горизонтальные и вертикальные.

По способу стрижки стригальные машины подразделяются на машины с нижней стрижкой, у которых стригальные цилиндры расположены под горизонтально движущейся тканью; машины с верхней стрижкой с расположением стригальных цилиндров над горизонтально движущейся тканью; машины с вертикальной заправкой ткани в зоне стрижки, у которых стригальные цилиндры расположены по обе стороны движущейся ткани со скоростью от 25–50 м/мин для тяжелых и 50–80 м/мин для легких тканей.

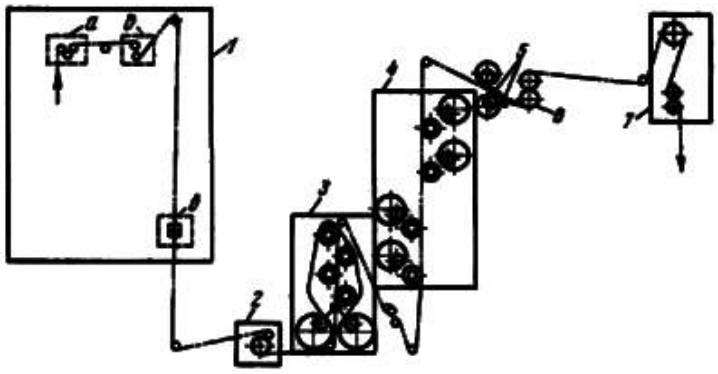


Рисунок 2.2 — Схема универсальной стригально-очистильной машины

В таблице 2.3 приведены основные технические параметры стригальной машины. Скорость оборотов вращающегося винтового резца ступенчатая. Скорость ткани регулируется бесступенчатым преобразователем скорости с пиковым обратным напряжением. Для стрижки поверхности велюра (вельвета), полотенец, плюша для стрижки поверхности шерстяной ткани применяется, например, стригальная машина с наличием винтового ножа, скоростью движения, управляемой частотным преобразователем, пневматическим подъемом резца, автоматической смазкой стригального цилиндра (резца). Основные усредненные технические параметры машины приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 — Техническая характеристика стригальной машины

Наименование параметра	Значение параметра	
Скорость ткани, м/мин	7–35 (плавное регулирование)	7–35 (плавное регулирование)
Мощность электромотора, кВт	13,7	13,7
Мощность всасывания пыли, кВт	11,0	11,0
Давление вакуума, Па	$5 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$

2.1.4 Ворсование

Ворсованию подвергаются ткани определенной ассортиментной группы: байка, бумазея, фланель, бязи с эффектом «персик». Ворсование проводится перед расшлихтовкой на игловорсовальных машинах. Главным рабочим органом этих машин является ворсовальный барабан, на поверхности которого расположены ворсовальные и противоворсовальные валики. В результате их последовательного движения на поверхности ткани создается ровный, плотный ворс, который состоит из концов волокон, вытянутых из уточной пряжи. Возможно ворсование с лицевой стороны или с обеих сторон. В зависимости от ассортимента ткань пропускают через ворсовальную машину от 3–4 (бумазея) до 12–16 раз (байка). В случае создания легкого эффекта «персик» применяется однократная или двукратная подворсовка.

2.1.5 Расшлихтовка

Расшлихтовка — процесс подготовки тканей, который представляет собой удаление из тканей шлихты и водорастворимых примесей. Если шлихта водорастворима (изготовлена на основе синтетических полимеров), то ее можно удалить, обработав ткани горячей водой (60 °С — 80 °С), в результате чего шлихта набухает и, растворяясь, вымывается. Если шлихта в основе своей содержит крахмал, нерастворимый в воде, то необходимо подвергнуть его деструкции с целью перевода в растворимое состояние с последующим вымыванием. При этом частично удаляются спутники целлюлозы (пектиновые, азотистые, зольные вещества), что облегчает последующую обработку ткани. Крахмал по строению и свойствам близок к целлюлозе. Технологический режим, обеспечивающий расшлихтовку тканей, не должен вызывать деструкцию волокна.

Придание растворимости крахмалу может быть достигнуто путем воздействия на него кислот, окислителей, щелочей и ферментов. Использование двух первых реагентов при несоблюдении технологического режима может привести к воздействию их не только на крахмал, но и на целлюлозу, в результате чего механическая прочность ткани уменьшится.

Расшлихтовка с применением воды, растворов серной кислоты (3–5 г/л при 20 С — 30 °С) или щавелевой кислоты (1–5 г/л при 50 С — 60 °С), гидроксида натрия (3–5 г/л при 50 С — 60 °С) сводится к тому, что ткань, пропитанную соответствующим раствором, после отжима 80 % — 100 % выдерживают без дополнительного подогрева от 1 до 12 ч, затем промывают. Длительность выдерживания зависит от плотности ткани, количества шлихты и способа расшлихтовки. Во время вылеживания крахмал набухает и частично гидролизуется, а затем удаляется при промывке.

Расшлихтовка с применением раствором гипохлорита натрия, содержащим 1–1,5 г/л активного хлора (при температуре 25 °С — 30 °С), используется только в льняном производстве и в настоящее время исключается из технологических режимов с заменой на ферментативную расшлихтовку.

Возможно проведение окислительной расшлихтовки, заключающейся в обработке при температуре 40 °С — 50 °С раствором, содержащим перекись водорода (2–3 г/л), гидроксид натрия (1–5 г/л), силикат натрия (7 г/л) и ПАВ (1 г/л), с последующим запариванием при температуре 95 °С — 100 °С в течение 3–7 мин и промывкой. Дан-

ный режим представляет собой одностадийное беление, совмещенное с расшлихтовкой, которое применяется для облегченных хлопчатобумажных и смесовых тканей с поверхностной плотностью до 130 г/л.

В качестве окислителей при расшлихтовке возможно использование персульфата натрия, пероксодифосфата, монопероксогидратмочевины (3–5 г/л) и препаратов на их основе, но на практике данные способы не нашли широкого применения.

На шелковых отделочных производствах для материалов на основе синтетических и исскуственных волокон для расшлихтовки широко применяют поверхностно-активные вещества (ПАВ), обладающие целым комплексом свойств (моющими, диспергирующими, смачивающими и эмульгирующими).

ПАВ по химическим свойствам разделяют на две группы — ионогенные (анионактивные и катионактивные) и неионогенные. Первые способны диссоциировать в водных растворах на поверхностно-активный анион (катион) и компенсирующие ионы. Вторые проявляют свои свойства в недиссоциированном состоянии. При подготовке волокнистых материалов к крашению и печатанию применяют главным образом анионактивные и неионогенные ПАВ. Наиболее часто из анионактивных веществ используют смесь нафтеновых сульфокислот (так называемый контакт), натриевые соли сульфатов высших спиртов (препарат ТМС), натриевые соли алкилбензолсульфокислот (сульфонолы), натриевую соль олеиновой кислоты (олеиновое мыло) и др.; из неионогенных ПАВ — полигликолевые эфиры высших жирных спиртов или кислот или продукты конденсации алкилфенола с молекулами окисиэтилена. Последние трудно поддаются биохимическому разрушению при очистке сточных вод, и поэтому их производство и применение сокращается.

Наиболее экологичная организация процесса удаления шлихты на основе крахмала основана на использовании ферментов амилаз. Ферменты — это биохимические катализаторы, которые биологически селективно разрушают крахмал и не оказывают влияния на структурообразующий полимер (целлюлозу, шерсть, лен, шелк, синтетические волокна). Ферменты расщепляют крахмал до водорастворимого декстрина, так как они являются эффективными катализаторами его гидролитической деструкции: разрыва внутримолекулярной λ-глюкозидной связи. При этом расшлихтовку можно проводить в мягких условиях, так как большинство амилаз проявляют свою активность при температуре 20 °С — 60 °С и pH, близкой к нейтральной (5–8,5). Концентрация ферментативных препаратов составляет не более 0,5–2 г/л в зависимости от каталитической активности.

Различные α-амилазы при длительном воздействии на крахмал расщепляют его на смесь олигосахаридов с преобладанием характерных сахаров. Чаще всего основными продуктами гидролиза являются мальтоза, глюкоза, мальтотриоза.

На рисунке 2.3 приведены преимущества ферментативной расшлихтовки.



Рисунок 2.3 — Преимущества ферментативной расшлихтовки

Некоторые препараты на основе амилаз работают при сранительно низких температурах — от 20 °С до 60 °С, другие от 30 °С до 80 °С. Группа амилаз, активных при температурах более 80 °С, носит название термостойких. Технологическая схема расшлихтовки с использованием амилаз заключается в пропитке расправленного полотна или ткани в растворе препарата (0,1–12 г/л) при оптимальной температуре, отжиме до 80 % — 100 % остаточной влажности и выдерживании без подогрева на устройстве, обеспечивающем вращение рулона, обернутого полиэтиленом для предотвращения испарения. На практике отделочных производств РФ широко реализованы эти плюсовочно-накатные технологии ферментативной расшлихтовки.

Полунепрерывный процесс ферментативной расшлихтовки по плюсовочно-накатной технологии с плюсованием при 40 С — 50 С, отжимом до 80 %, вылеживанием 2–16 ч и промывкой ПАВ приведен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 — Показатели расшлихтовки

Химикаты	Расход г/кг текстильного субстрата	Примечание
Ферменты	1–5	
Комплексообразователи	0–1	
ПАВ	1–8	Модуль 1:20–30
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	4–6	

При выполнении операций по расшлихтовке могут образовываться сточные воды со значительным содержанием органических веществ и твердых частиц. Некоторые загрязняющие вещества, образующиеся на данном этапе, могут возникать в результате удаления применявшихся на предыдущих стадиях обработки химических веществ и остатков сельскохозяйственного производства. Сточные воды могут содержать металлы, органические вещества и фосфор, которые входят в состав поверхностно-активных веществ и моющих средств, продукты гидролитического распада или окислительной

деструкции компонентов шлихты. Значения БПК5 и ХПК в сточных водах от расшлихтовки могут быть достаточно высокими (составляя 35 % — 50 % от суммарного показателя); при этом концентрация ХПК может достигать 20 000 мг/л. Наряду с прочими рекомендуется использовать следующие методы предотвращения загрязнений и борьбы с ними:

- выбор сырья, для обработки которого не требуется использовать большое количество дополнительных методов (таких как предварительное увлажнение пряжи основы);
- выбор шлихтующих агентов, в большей степени поддающихся биологическому разрушению (например, модифицированных крахмалов, определенных галактоманнанов, поливинилового спирта и некоторых полиакрилатов);
- применение ферментативной или окислительной расшлихтовки с использованием шлихтующих агентов из крахмала и модифицированного крахмала и последующей мойки на установках;
- осуществление расшлихтовки/мойки и отбеливания в рамках одного этапа в целях уменьшения объема сточных вод (например, повторное использование промывной воды, применявшейся в процессе отбеливания при расшлихтовке);
- извлечение из стоков и повторное использование отдельных водорастворимых синтетических шлихтующих агентов (например, ПВС, полиакрилатов карбоксиметилцеллюлозы) с помощью ультрафильтрации.

2.1.6 Щелочная отварка

Щелочная отварка применяется для хлопчатобумажных тканей, смесовых хлопкополиэфирных и полульняных тканей. Процесс отварки производят периодическим способом в жгуте (котлы, эжекторы), полунепрерывным (джиггеры) и непрерывным способами (линии). Цель отварки — придание тканям капиллярных свойств в результате удаления остатков шлихты и естественных примесей целлюлозы. В процессе отварки удаляются не только сопутствующие вещества, но и происходит изменение надмолекулярной структуры целлюлозы хлопка.

Для отварки обычно используют варочную жидкость, содержащую гидроксид натрия (NaOH), поверхностно-активное вещество (ПАВ), силикат натрия или метасиликат натрия и восстановители (бисульфит натрия). В последнее время в состав варочного раствора вводят комплексообразующие вещества.

Гидроксид натрия способствует набуханию волокна, частичному разрушению первичной стенки и образованию трещин, что облегчает диффузию примесей из волокна в жидкость. Также вызывает щелочной гидролиз белковой части азотсодержащих и пектиновых веществ, омыление около 40 % жирных кислот, входящих в состав воскообразных веществ с образованием натриевых солей жирных кислот и перевод нерастворимого пектата кальция в пектат натрия, часть неорганических примесей около 0,5 % переходит в растворимое состояние. Расход щелочи составляет около 3 % от массы волокна при периодических процессах отварки, концентрация гидроксида натрия в непрерывных процессах варьируется в зависимости от загрязненности и плотности тканей от 8 до 80 г/л.

В горячих щелочных растворах сложные эфиры воскообразных веществ частично гидролизуются, белковые вещества гидролизуются, пектиновые вещества раство-

ряются, лигниносодержащие примеси набухают и частично разрушаются, минеральные вещества при взаимодействии со щелочью образуют гидраты, растворимые в воде.

Воскообразные вещества представляют собой сложные смеси, в состав которых входят высшие одноатомные спирты жирного ряда и их эфиры, кислоты жирного ряда, а также твердые углеводы. Образующиеся при этом жирные кислоты (пальмитиновая $C_{15}H_{31}COOH$, олеиновая $C_{17}H_{33}COOH$, стеариновая $C_{17}H_{35}COOH$), а также жирные кислоты, находящиеся в свободном состоянии в хлопковом волокне (попадают в волокно в результате раздавливания семечек при отделении их от волокна в процессах первичной обработки хлопка), в щелочных растворах легко омыляются и переходят в растворимые в воде мыла, которые обладают высокой поверхностной активностью и эмульгирующей способностью.

$$C_{17}H_{35}COOH + NaOH \rightarrow C_{17}H_{35}COONa + H_2O$$

Азотосодержащие вещества в хлопковом волокне сосредоточены в его канале в виде остатков протоплазмы. Примерно на 60 % азотосодержащие вещества состоят из белковых веществ, остальная часть приходится на различные соли азотной и азотистой кислот. Последние растворяются в воде и удаляются из волокна при промывке горячей водой. Белковая часть извлекается из волокна только после разрушения азотосодержащих веществ путем воздействия горячего раствора щелочи. Схема протекающих реакций:

$$\ldots\text{—HN—HCR—CONH—HCR}_1\text{— CONH— HCR}_2\text{—CO—}\ldots + nNaOH \rightarrow$$

$$H_2N\text{—HCR—COONa} + H_2N\text{—HCR}_1\text{—COONa} + H_2N\text{—HCR}_2\text{—COONa} + \ldots$$

Образующиеся в результате обработки натриевые соли аминокислот легко растворяются в воде и легко удаляются из хлопкового волокна при промывке.

Большая часть пектиновых веществ растворяется при действии слабых растворов щелочей и кислот за счет гидролитической деструкции глюкозидных и эфирных связей.

Присутствие на ткани лигниносодержащих примесей определяет скорость и условия отварки ткани. Высокий эффект очистки ткани от лигниносодержащих примесей достигается при одновременном введении в варочный раствор восстановителей и гидротропных веществ. При непрерывном процессе отваривания ткани в качестве восстановителя рекомендуют использовать ронгалит, диоксид тиомочевины, тиомочевину, сульфит натрия, бисульфит натрия. Действие восстановителя направлено на связывание свободного кислорода воздуха в варочном растворе, тем самым он защищает целлюлозу от каталитического окисления активным кислородом.

$$2NaHSO_3 + O_2 \rightarrow 2NaHSO_4$$

$$2NaHSO_4 + O_2 \rightarrow 2Na_2SO_4$$

Присутствие в варочном растворе восстановителя способствует распаду β-эфирных связей в макромолекуле лигнина, что способствует образованию низкомолекулярных соединений. Расщепление связей в макромолекуле лигнина в щелочной среде происходит под воздействием нуклеофильных реагентов (ионов OH-).

При скоростных непрерывных режимах отварки с кратковременным воздействием реагентов на ткань стадия проникновения компонентов варочного раствора в примеси хлопкового волокна является лимитирующей. В этих условиях высока роль высо-

коэффективных вспомогательных веществ, способствующих переводу труднорастворимых примесей в растворимую в воде и щелочах форму.

Вспомогательные вещества, вводимые в варочный раствор, являются активаторами и интенсификаторами процесса деструкции сопутствующих примесей материалов и технологических загрязнений.

Антрахинон и его производные являются медиаторами электронов. Антрахинон легко переходит из восстановленной формы в окисленную и наоборот, способствует ускорению процесса в 1,5–2 раза.

Комплексообразующие вещества — ЭДТА, ОЭДФ экстрагируют ионы Ca^{2+}, что способствует большей открытости волокна, переводят в растворимое состояние примеси волокна, обладают, стабилизирующим действием по отношению к окислительным процессам, способствуют диспергированию и суспендированию загрязнения.

Силикат натрия ($Na_2O \cdot mSiO_2$) в процессе отварки образует кремневую кислоту в виде геля, который имеет развитую поверхность. Он является хорошим сорбентом и адсорбирует продукты разрушения естественных примесей хлопкового волокна, осадков оксидов и солей тяжелых металлов, а также окислов железа (ржавчину), переводя оксид в гидрат и тем самым препятствуя осаждению этих продуктов на волокне. Иногда вместо силиката натрия используют комплексообразующие вещества (например, трилон Б, полифосфаты).

Расход комплексообразователей, органических и неорганических (силикатных) стабилизаторов колеблется от 0 до 20 г/кг.

В зависимости от ткани и целесообразности производства процесс отварки проводится при температуре от 80 °С до 130 °С в расправленном состоянии или жгутом по непрерывной или периодической технологии.

Для периодического способа обработки ткани в жгуте применяют варочные котлы или эжекторы. Данный способ в основном используется для отварки трикотажных полотен на основе хлопка, а также для марли и миткалей. Отварку волокна, пряжи, ровницы и тканей, имеющих подвижную структуру, осуществляют в аппаратах периодического действия (котлы).

Для непрерывного плюсовочно-запарного способа отварки материалов расправленным полотном или в жгуте используют линии, различающиеся конструкцией запарных камер (роликовые, конвейнерные, комбинированные роликово-конвейнерные) с организацией процесса кислования и промывки. Длительность процесса отварки в этом случае составляет от 20–40 мин до 1–2 ч. Линии обработки материалов в жгуте, несмотря на высокую производительность и высокие скорости работы (до 200 м/мин), морально устаревают, активно демонтируются и в настоящий момент сохранены только на льняных производствах. На хлопчатобумажных и шелковых предприятиях установлены линии для непрерывной отварки и пероксидного беления с промежуточным и без промежуточного кислования.

Непрерывные способы обработки по сравнению с оборудованием обработки периодическим способом позволяют повысить производительность труда и оборудования, снизить расход химических материалов, воды, электроэнергии и сократить время технологического процесса.

Современное периодическое оборудование (джиггеры, эжекторы) практически полностью исключают браки, способствуют повышению качества продукции, однако

менее производительны и используются преимущественно на предприятиях малой мощности.

Под отваркой в технологиях шелкового производства подразумевается процесс промывки или обработки в растворах ПАВ (концентрацией 0,1–2 г/л) или смесей ПАВ при температуре 60 °С — 80 °С. Технология отварки включает: пропитку ткани отварочным раствором, содержащим: едкий натр, смачиватель, комплексон, восстановитель — бисульфит натрия; запаривание ткани в запарной камере в среде насыщенного водяного пара в течение 30 мин; промывку ткани горячей и холодной водой.

При непрерывных способах отварки концентрации реагентов в 2–3 раза выше, чем при периодическом. Однако более низкий модуль при отварке по непрерывным схемам (М = 1,1) по сравнению с котловым способом (М = 3,5) способствует незначительному увеличению их расхода.

Совершенствование технологического процесса отварки ткани привело к новым непрерывным способам отварки ткани с использованием растворов щелочи высоких концентрацией — до 180–200 г/л, т. е. процессам, совмещенным с мерсеризацией (см раздел 4).

После отварки в классических технологиях подготовки по периодическому способу (для котлов) и непрерывному (например, для линии ЛОБ) предусмотрено кислование. Согласно данной вспомогательной операции ткань обрабатывают раствором серной кислоты (2–6 г/л для хлопчатобумажного производства) или органическими кислотами (для льняного производства). Кислота растворяет осадки гидроокиси кальция, образующиеся на ткани в результате взаимодействия гидроксида натрия с солями жесткости. Эти осадки могут вызывать появление пятен при крашении. Кислота способствует также удалению пятен желтовато-бурого цвета, образующихся на ткани, если в технической воде присутствуют соли или взвеси железа, а также других тяжелых металлов. Кроме того, с ткани удаляются некоторые примеси, нерастворимые в щелочной среде. Обработку кислотой осуществляют при температуре 25 °С — 30 °С, затем ткань выдерживают в течение 15–20 мин и промывают холодной водой.

Современные технологии не предусматривают проведение кислования. Эта стадия также не проводится в случае замены щелочной отварки на биообработку.

Расход основных веществ в технологии щелочной отварки периодическим способом (для котлов и эжекторов) приведен в таблице 2.5, для непрерывной технологии щелочной отварки — в таблице 2.6, в таблице 2.7 приведен расход основных веществ при щелочной отварке-промывке хлопчатобумажных трикотажных полотен и деликатных легкодеформируемых тканей.

Таблица 2.5 — Расход основных веществ в технологии щелочной отварки периодическим способом, г/кг текстильного субстрата

Химикаты	Для эжекторов	Для котлов	Примечания
Комплексообразователи	1	3–15	В качестве комплексообразующих агентов применяются полиакрилаты и фосфонаты, но не EDTA или DTPA

Окончание таблицы 2.5

Химикаты	Для эжекторов	Для котлов	Примечания
ПАВ	1–3	4–20	В качестве ПАВ применяют смесь неионогенного (70 % — этоксилированные жирные спирты) и анионных ПАВ (30 % — алкилсульфонаты, алкилсульфаты, алкилбензолсульфонаты). Могут использоваться сульфаты алкильных эфиров и алкилэтоксифосфорные сложные эфиры. Часто составы ПАВ содержат пеногасители (0,1–1 г/кг). Обычно используют полисилоксаны (очень низкие дозы) и в незначительной степени углеводороды (более высокие дозы) и сложные эфиры триалкилфосфорной кислоты
Сода	0–3	0–3	–
			–
NaOH (100 %)	0–2	0–2	–
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	4–6 или 8–12	Около 50	4–6 л/кг для многоразового использования воды, в противном случае 8–12 л/кг. В непрерывных процессах промывка водой от отбеливания и/или чистки используется для обессоливания

Таблица 2.6 — Расход основных веществ при непрерывной технологии щелочной отварки, г/кг текстильных субстратов

Химикаты	Для непрерывных линий	Для джиггеров	Примечания
NaOH (100 %)	20–70	30–80	Количество зависит как от процента хлопка в смесях, так и от применяемых процессов
Комплексообразователи	0,1–6	3–30	Некоторые поставщики комплексообразующих агентов не рекомендуют более 2 г/кг для непрерывных процессов. Необходимо применение комплексообразователей или смеси различных комплексообразователей, таких как фосфонаты, глюконаты, полифосфаты, полиакрилаты (в некоторых случаях все еще используются ЭДТА)
ПАВ	5–6	5–30	2–4 г/кг материала для непрерывных процессов

Окончание таблицы 2.6

Химикаты	Для непрерывных линий	Для джиггеров	Примечания
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	8–10	Около 50	Для непрерывных процессов. Потребление может быть ниже, если практикуется водная переработка и рециклинг (возврат промывных вод. повторное использование)

Таблица 2.7 — Расход основных веществ при щелочной отварке-промывке хлопчатобумажных трикотажных полотен и деликатных легкодеформируемых тканей

Химикаты	г/кг текстиля	Примечания
Сода или NaOH (100 %)	50/50	
ПАВ	0,1–3	
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	–	То же что для щелочной отварки хлопчатобумажных тканей

В сточные воды после процессов щелочной отварки попадают продукты щелочного гидролиза технологических загрязнений и сопутствующих примесей, непрореагировавщие вещества. Процесс сопровождается значительным количеством тепловыделений и выделений веществ с запахом в атмосферу.

2.1.7 Биоотварка льняных, полульняных, хлопчатобумажных и целлюлозосодержащих материалов

Задачей операции биоотварки в технологическом режиме подготовки целлюлозосодержащих текстильных материалов (хлопчатобумажных, льняных и полульняных) является удаление части сопутствующих примесей и придание гидрофильности за счет нарушения связей между примесями волокна и непосредственно целлюлозой. Ферменты, разрушающие пектиновые вещества, называются пектинолитическими, они относятся к классам гидролаз и лиаз.

Под действием пектиназ происходит гидролитическое расщепление пектиновых веществ. Кутикула хлопкового волокна, содержащая до 9 % пектиновых веществ и до 14 % воскообразных веществ, под действием ферментов разрушается, что при последующих промывках при температуре 70 °С — 85 °С обеспечивает частичное удаление воскообразных веществ и повышение гидрофильных свойств волокон. Ферментативная обработка хлопчатобумажных тканей с использованием кислой пектиназы или щелочной пектиназы позволяет удалить более 70 % пектиновых веществ и, как следствие, обеспечить капиллярность хлопчатобумажных тканей на уровне 50–100 мм/ч.

В процессе биоотварки льняных и полульняных тканей обеспечивается частичное удаление нецеллюлозных примесей (пектинов и гемицеллюлоз) и делигнификация. Для льняных и полульняных тканей с включением пряжи, выработанной на основе ва-

реной ровницы, операция биоотварки может быть самостоятельной стадией отделки в сочетании с кислованием в растворах щавелевой кислоты (1–5 г/л) и промывкой.

Ферментативные технологии в процессах подготовки хлопчатобумажных тканей могут быть совмещены с ферментативной расшлихтовкой амилазами. Пропитка ферментным раствором может быть осуществлена в пропиточных (охлаждающих) ваннах газоопаливающих машин. Оптимальная температура процесса термообработки — 60 °С. На практике реализованы плюсовочно-запарные технологии и технологии применительно к джиггерам и эжекторам.

Технология биоотварки для ограниченного ассортимента является альтернативой процесса щелочной отварки. Хлопчатобумажные ткани типа бязи, миткали, сорочечных хлопчатобумажных и хлопкополиэфирных облегченных тканей можно обрабатывать по этой технологии перед щелочно-пероксидным белением. Для тяжелых тканей типа саржи, диагонали эта стадия может предшествовать стадии щелочной отварки или щелочной отварки, совмещенной с мерсеризацией. Проведение биоотварки, так же как и ферментативной расшлихтовки амилазами, обеспечивает улучшение экологии производства и стоков, способствуя снижению температуры и нормализации pH сточных вод, минимизации концентрации химических реагентов в процессе подготовки. Поскольку ферменты применяются в малых количествах и являются на 100 % биорасщепляемыми, они обеспечивают улучшение характеристик сточных вод.

2.1.8 Мерсеризация

В процессе облагораживания тканей, содержащих хлопковое волокно, важное место занимает процесс мерсеризации ткани. Процесс заключается в пропитке ткани концентрированным раствором едкого натра при температуре 15 °С — 20 °С, отжиме ткани до остаточной влажности 100 %, обработке ткани под натяжением и промывке ткани горячей и холодной водой. Однако на современных производствах этот процесс сохранился для отделки таких элитных тканей, как сатины, поплины. Для хлопчатобумажных и хлопкополиэфирных плотных и тяжелых тканей типа диагонали и саржи применяется так называемая горячая мерсеризация, т. е. совмещение отварки и мерсеризации. Цеха и участки мерсеризации предусматривают организацию установки выпаривания щелочных растворов для их рециклинга и возврат для повторного использования.

Химическое взаимодействие едкого натра с целлюлозой происходит как экзотермическая реакция. В результате воздействия на целлюлозу концентрированных растворов едкого натра и последующей промывки водой происходит последовательное превращение целлюлозы в щелочную целлюлозу, а затем в гидрат целлюлозу:

$$[C_6H_7O_2\ (OH)_3]\ n + nNaOH \leftrightarrow [C_6H_7O_2\ (OH)_2ONa]\ n + n\ H_2O$$

$$[C_6H_7O_2\ (OH)_3]\ n + nNaOH \leftrightarrow [C_6H_7O_2\ (OH)_2\ OH \times NaOH]\ n$$

$$[C_6H_7O_2\ (OH)_2ONa]\ n + n\ H_2O \leftrightarrow [C_6H_7O_2\ (OH)_3] + n\ NaOH$$

Мерсеризованные хлопчатобумажные ткани приобретают блеск и шелковистость, повышаются их гигроскопичность, прочность, сорбционная способность и накрашиваемость. Важным свойством мерсеризованного материала является его повышенная реакционная (сорбционная) способность по отношению к красителям. Наблюдается экономия красителя при крашении в различные тона на 10 % — 30 %,

кроме того, достигается чистота и яркость окраски, какую невозможно получить на немерсеризованном хлопковом волокне. Окраски у мерсеризованных тканей более прочные, поскольку краситель легче проникает вглубь хлопкового волокна.

При мерсеризации суровых тканей щелочи расходуется больше, так как она взаимодействует с примесями целлюлозы; щелочной раствор засоряется и его повторное использование практически невозможно, причем ткань может быть мерсеризована неравномерно из-за плохого смачивания ее раствором щелочи. Мерсеризация отбеленных тканей может вызывать некоторое снижение степени белизны. Поэтому мерсеризуют как суровые, так и отбеленные ткани, причем при выборе места мерсеризации в технологическом процессе руководствуются ассортиментом, назначением и экономическими соображениями.

В технологической практике иногда применяют полумерсеризацию или натровку для улучшения накрашиваемости волокнистых материалов. Например, тяжелые одежные ткани обрабатывают в растворах щелочи (125–145 г/л) при температуре 20 °С — 25 °С. Ткани мерсеризуют на цепных и валковых машинах непрерывного действия. В процессе нейтрализации ткань промывается холодной водой, в двух ваннах обрабатывается раствором серной кислоты (3–10 г/л) при температуре 20 °С — 25 °С, для нейтрализации остатков щелочи промывается в пяти ваннах. Затем отжимается до 95 % — 100%-ной влажности, высушивается на сушильной барабанной машине.

Из оборудования применяются цепные мерсеризационные машины, бесцепные (валковые) машины, а также линии комбинированного типа (см. таблицу 2.8 и рисунки 2.4 и 2.5).

Таблица 2.8 — Техническая характеристика универсальной комбинированной линии для холодной мерсеризации

Элемент характеристики	Значение
Рабочая ширина, мм	1800
Ширина обрабатываемой ткани, мм	До 3400
Масса обрабатываемой ткани, г/м^2	До 300
Скорость движения ткани, м/мин	20–120
Установленная мощность электродвигателей, кВт	90
Рабочий объем щелочной ванны, м^3	0,3
Расход пара, кг/1000 м	315
Расход воды, м^3/1000 м	1,9

Совмещенный технологический процесс отварки и мерсеризации — горячая мерсеризация применяется для тяжелых хлопчатобумажных тканей поверхностной плотностью до 250–400 г/м^2, выработанных из крученой пряжи или пряжи, содержащей хлопковое волокно в смеси с синтетическими (лавсан).

Технологический процесс осуществляется в расправленном состоянии, где ткань пропитывается последовательно в двух пропиточных машинах раствором, содержащим, г/л: гидроксид натрия — 180–250, ПАВ — 5–10, гидросульфит натрия — 5. Ткань отжимается до 100 % и запаривается в камере длительного запаривания при температуре 100 °С — 102 °С в течение 60–90 мин. При этом водный раствор гидроксида натрия на ткани находится в кипящем состоянии, температура поддерживается на

уровне 105 °С — 107 °С (температура кипения раствора гидроксида натрия концентрацией 200–250 г/л), что защищает волокно от деструкции кислородом воздуха.

После запаривания ткань направляется в выщелачиватель, включающий две ванны, далее — в нейтрализационную часть машины, состоящую из семи ванн, где сначала обрабатывается слабым раствором серной кислоты, а затем промывается водой.

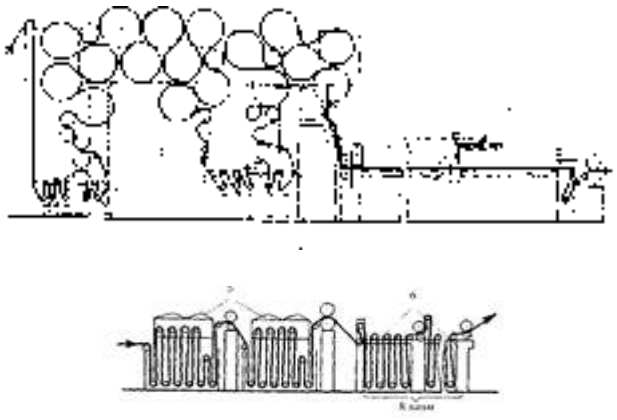


Рисунок 2.4 — Схема комбинированной мерсеризационной линии



Рисунок 2.5 — Схема мерсеризационной валковой машины

После этого ткань высушивается на сушильной барабанной машине. Скорость движения ткани — до 100 м/мин. При совмещенном способе мерсеризации и отварки сокращаются затраты труда, расход воды, потребление электроэнергии. Такой процесс подготовки используют преимущественно для плотных хлопчатобумажных тканей (репсы, поплины, диагональ, корсетная ткань и т. д.).

В таблице 2.9 приведена техническая характеристика мерсеризационной машины для проведения горячей мерсеризации тяжелых хлопчатобумажных и смесовых хлопкополиэфирных тканей.

Таблица 2.9 — Техническая характеристика мерсеризационной машины для проведения горячей мерсеризации тяжелых хлопчатобумажных и смесовых хлопкополиэфирных тканей

Наименование параметра	Значение параметра
Скорость обработки, м/мин	40–150
Вес обрабатываемой ткани, г/м^2	100–270
Установленная мощность, кВт	320

Окончание таблицы 2.9

Наименование параметра	Значение параметра
Количество потребляемой электроэнергии на 1 кг ткани, Вт·ч/кг	67,8
Максимальный расход: - воды, $м^3$/ч - пара, тн/ч - сжатого воздуха, $м^3$/ч	 47,2 2,2 11
-Рабочее давление, кг/$см^2$: - воды - пара - сжатого воздуха	 2–5 7 3–4

На трикотажных предприятиях для мерсеризации применяют машину «Стабило-флоу», компактную, удобную при обслуживании, обеспечивающую высокое качество обработки полотна при условии его обязательной дополнительной промывки в другом оборудовании до полгого удаления следов щелочи.

Дополнительная промывка предшествует белению или крашению и проводится в той же машине, в которой полотно отбеливается или окрашивается.

В таблицах 2.10–2.12 приведен расход веществ для режимов мерсеризации и беления с мерсеризацией.

Таблица 2.10 — Расход веществ для режима мерсеризации хлопчатобумажных тканей

Химикаты	г/кг текстильных субстратов	Примечания
NaOH (100 %)	200–300	
Смачиватели	0–10	Алкилсульфаты
Комплексообразователи	2	

Таблица 2.11 — Усредненный расход веществ для технологии мерсеризации и беления тяжелых (саржа, диагональ) хлопчатобумажных и смешанных тканей на линии непрерывной обработки расправленным полотном

Технологическая операция, состав раствора, параметры	Хлопчатобумажные ткани; хлопкополиэфирные ткани
Опаливание на газоопаливающей машине Пропитка сухой суровой ткани в пропиточной машине МП-140–14 раствором, содержащим, г/л гидроксид натрия	1 200–210
Ронгалит	7
Смачиватель (синтамид 5)	7
Температура пропитки, °С	70–75
Запаривание в запарной камере роликово-сапожкового типа при температуре, °С	100 ± 2

Окончание таблицы 2.11

Технологическая операция, состав раствора, параметры	Хлопчатобумажные ткани; хлопкополиэфирные ткани
Время, мин	10–15
Промывка в ваннах башенного типа при температуре, °С 1 ванна	 70–80
2 ванна	40–50
3 ванна	25–30
Кислование при концентрации серной кислоты, г/л	5–6
Промывка в машине водой при температуре, °С	20–25
Пропитка белящим раствором, содержащим пероксид водорода 100%-ный, г/л	 5–6
Гидроксид натрия 100%-ный	3–5
Силикат натрия	15
Смачиватель	1
Запаривание при температуре, °С	100 ± 2
Время, мин	10–20
Промывка горячей водой при температуре, °С 1 ванна 2 ванна 3 ванна	 75–80 75–80 50–60

Таблица 2.12 — Усредненный расход веществ для технологии беления с мерсеризацией хлопчатобумажных тканей

Химикаты	г/кг текстильных субстратов		Примечания
	Непрерывный процесс	Периодический процесс	
H_2O_2 (100 %)	5–15	5–15	Органические стабилизаторы
NaOH (100 %)	4–10	4–30	
Серная кислота	2–5	1–2	
Комплексообразователи	0–2	0–1	Для комплексообразования ионов кальция и тяжелых металлов используется сульфат магния
Органичсекие стабилизаторы	0–10	0 -20	Для стабилизации H_2O_2 применяются комплексообразующие агенты для ионов кальция и тяжелых металлов, такие как глюконат, НТА/ЭДТА/ДТПА, полиакрилаты и фосфонаты
ПАВ	2–10	2–5	Те же самые соединения (см. таблицы ранее)
Силикат натрия	8–20	1–5	Силикат натрия действует как буфер pH, поставщик щелочи, антикатализатор и стабилизатор

Окончание таблицы 2.12

Химикаты	г/кг текстильных субстратов		Примечания
	Непрерывный процесс	Периодический процесс	
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	6–20	30–50	Промывка

Сточные воды процесса мерсеризации являются сильно щелочными, поскольку они содержат гидроксид натрия. Рекомендуемый метод предотвращения загрязнений и борьбы с ними предусматривает выделение и повторное использование щелочи из сточных вод процесса мерсеризации, организацию выпарных станций. Данная технология практически исключена для хлопчатобумажных тканей широкого потребления (бязь, сатин, поплин) и применяется в исключительных случаях для выпуска тканей с высокой надбавленной стоимостью и качества.

2.1.9 Беление текстильных материалов

Беление — это процесс обработки тканей окислителями с целью разрушения окрашенных примесей для придания материалам устойчивой белизны. Основными качественными показателями отбеленной ткани являются равномерность и устойчивость белизны при сохранении механической прочности. Белизна служит одним из важнейших показателей качества различных волокнистых материалов. Качество беления определяет качество последующих стадий и этапов отделки (крашения или печатания). Белизна характеризуется коэффициентом отражения, который для нормально отбеленной хлопчатобумажной ткани равен 83 %, для сорочечных тканей — 87 % — 88 %.

В отечественной практике в качестве отбеливателей применяют главным образом окислители: пероксид водорода, гипохлориты натрия и кальция, реже надкислоты. Следует подчеркнуть, что отбеливающее действие оказывают не сами окислители, а продукты их превращения. Практически исключено использование хлорита натрия и завершается процесс исключения гипохлорита натрия из технологических регламентов беления льняных и полульняных тканей. Существенно сокращено использование гипохлорита натрия в льняном производстве за счет оптимизации поэтапных технологий пероксидного беления.

Пероксид водорода — слабая кислота, константа диссоциации которой (на H^+ и HO^{2-}) при температуре 25 °С равна 2,4–12. В настоящее время он используется для отбеливания более 90 % текстильных материалов. Пероксид водорода диссоциирует по уравнению:

$$H_2O_2 + HO^- \rightarrow HO_2^- + H_2O.$$

Пергидроксил-ионы $HO_2^{\sim}$ являются белящими агентами и разрушают окрашенные примеси. В растворе всегда присутствует некоторое количество свободных радикалов: Свободный радикал HO^- также окисляет окрашенные примеси. Ион $HO_2^{\sim}$ сравнительно неустойчив и может распадаться с выделением молекулярного кислорода: Разложение пероксида водорода с выделением кислорода — каталитический процесс, который ускоряется под действием ионов металлов (меди, железа, никеля и др.).

Применяемая в текстильной промышленности вода содержит соли жесткости — гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды и само природное волокно, соли кальция и магния (пектиновые соли). Хлопок машинного сбора уже может содержать 1000–2500 мг/кг ионов кальция, что может служить причиной повышенной жесткости хлопчатобумажной ткани. Поэтому в белящую систему требуется введение стабилизаторов. Силикат натрия является активным поглотителем солей жесткости за счет обменной реакции иона Na^+ в полимерных коллоидных системах на ионы Ca^{2+} и Mg^{2+}. Однако наряду с несомненными достоинствами силикат натрия имеет и существенные недостатки. Получаемые с кальцием и магнием коллоиды имеют склонность к постепенному отложению на деталях оборудования, особенно в теплообменниках, а также на тканях. Удалить также силикатные осадки удается в настоящее время лишь механическим способом.

Как показала практика, наиболее эффективным способом предупреждения образования осадка кремниевой кислоты является замена жидкого силиката метасиликатом натрия. Метасиликат Na_2SiO_3 — это кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде. В нем содержится: SiO_2 % — 27 % — 29 %, Na_2O — 28 % — 30,5 %, Fe — 0,05 %, ρ = 1,44 г/см^3, силикатный модуль ≈1.

В настоящее время предлагаются бессиликатные технологии беления. Известны стабилизаторы на основе модифицированного силиката натрия, снижающего склонность к осаждению осадков. Предлагается использовать о-силикат калия, который получают смешением гидроксида калия и силиката натрия при соотношении компонентов 4:1. Этот стабилизатор не образует осадков на ткани и оборудовании и легче отмывается. Использование в качестве стабилизатора вольфрамата калия позволяет полностью исключить силикат натрия при перекисном белении.

Значительной интенсификации процесса перекисного беления достигают при использовании в качестве активирующих добавок амидов карбоновых кислот (карбамид или мочевина). При введении в перекисную ванну амидов карбоновых кислот, в частности мочевины, достигается значительная интенсификация перекисного беления. При этом процесс проводят при pH 7,5–10,5. Содержание силиката и гидроксида натрия в данном случае снижается в 3 раза.

Технологический режим беления включает следующие операции. Сначала суровую ткань отваривают по ускоренному режиму при концентрации едкого натра в варочном составе 40–60 г/л, промывают и пропитывают перекисным раствором, содержащим 17–18 г/л 30%-ного пероксида водорода, 15 г/л карбамида и 10 г/л силиката натрия. Продолжительность запаривания — 25–30 мин. Оптимальное содержание амида в белящем составе составляет 2 % — 3 %. При выборе технологического режима необходимо учитывать возможное загрязнение сточных вод амидами.

Особую группу стабилизаторов составляют комплексообразователи. Наибольшее распространение в этом случае имеют органофосфаты, которые более устойчивы в перекисных растворах, обеспечивают более высокую белизну, лучше диспергируют загрязнения и предупреждают образование осадков силиката натрия. Кроме них, используют также диэтилентриаминпентаметилфосфоновую, аминотриметилфосфоновую, оксиэтилендифосфоновую, этилендифосфоновую кислоты. Комплексообразующие вещества обычно включают в состав стабилизирующих композиций, одновременно содержащих аминокарбоновые кислоты, соли магния, ПАВ и иногда оптические отбеливающие вещества.

Другим достижением в области перекисного беления является применение твердых перекисных соединений — монопероксигидрата мочевины, персульфатов натрия и калия. Пероксосиликаты — активные кислородсодержащие окислители. Избыточное их образование в белящей ванне вызывает опасность деструктивных процессов. Однако доказано, что в обычных условиях проведения процесса беления с использованием технической воды, содержащей соли жесткости (Ca^{2+} и Mg^{2+}), стабилизирующее действие силиката натрия увеличивается. Стабилизирующее действие солей магния на процесс разложения пероксида водорода заключается в снижении активности пероксосиликатов. В результате скорость реакции, вызывающей разрушение волокна, снижается, а отбеливающее действие пероксида водорода усиливается. Образуется смесь продуктов с различной степенью полимеризации, которая вместе с примесями органических веществ и солями жесткости воды образует труднорастворимые осадки на ткани и оборудовании.

С целью снижения возможности образования силикатных осадков в качестве стабилизаторов рекомендуется применять различные формы деполимеризованного жидкого стекла, которое получают при взаимодействии силиката натрия с щелочами в различном соотношении: метасиликат натрия ($Na_2O:SiO_2 = 1:1$), ортосиликат калия и натрия ($Na_2O:SiO_2 = 2:1$). По сравнению с силикатом эти препараты легко отмываются с ткани и не образуют осадка на оборудовании. Для усиления стабилизирующего действия силикатных стабилизаторов в отбеливающий состав добавляют соли магния, хлористый аммоний и вольфрамат калия.

Наибольшее распространение получил триполифосфат натрия. При низких концентрациях (до 4 г/л) триполифосфат действует как активатор. Полифосфаты в отличие от силикатов обладают ограниченной буферной емкостью, поэтому используются при низкой щелочности перекисных растворов и находят практическое применение при белении льна и гидратцеллюлозных волокон.

Широкое распространение получили комплексы на основе производных фосфоновой кислоты: нитрилотриметилфосфоновая кислота и фосфоноуксусные комплексоны, этилендиаминфосфоноуксусная кислота и фосфоноуксусные комплексоны, этилендиаминфосфоноуксусная кислота.

Комплексообразующие вещества обычно включают и стабилизирующие композиции, которые одновременно содержат аминокарбоновые кислоты, соли магния, органофосфонаты, например смесь нитрилуксусной кислоты, водорастворимой соли магния и 1-оксиэтилендифосфоновой кислоты. Использование такой композиции в количестве 0,1 % — 5 % гарантирует получение белизны 90 % при полном исключении силиката натрия из раствора.

В настоящее время все большее значение приобретает активация пероксида водорода путем взаимодействия с различными веществами, образующими с ним соединения более высокой активности. Это вызвано увеличением производства тканей, содержащих синтетические волокна, чувствительные к щелочным агентам, а также необходимостью полного исключения силикатных стабилизаторов при белении материалов со структурированной поверхностью (трикотажное полотно, махровые ткани, корд, вельвет и др.), производство которых неуклонно растет.

Существует целый ряд веществ, способных к реакциям ацилирования с пероксидом водорода. В результате образуются моно- и диалкилолпероксиды, которые являются активными промежуточными продуктами, обладающими белящими свойствами.

Еще одно из интересных направлений — это введение полимерных цепных молекул (ПЦМ) в раствор пероксида водорода, что приводит к изменению равновесия между ассоциированной и неассоциированной формами пероксида водорода в растворе — преимущественному образованию неассоциированной формы пероксида водорода:



Неассоциированные молекулы пероксида водорода (образованные в результате введения цепных молекул) обладают меньшей реакционной способностью к распаду по сравнению с обычными, ассоциированными формами пероксида водорода в растворе. Поэтому добавки полимерных цепных молекул приводят к существенному снижению скорости распада пероксида водорода в условиях его транспортировки, хранения и получения в соответствующих технологических процессах. Стабилизация пероксида водорода, проведенная в реальных условиях его хранения (например, на текстильных предприятиях), позволяет на 2 % — 4 % снизить его непроизводственные потери. В реальных условиях хранения пероксида водорода на промышленных предприятиях (около 20 °С, следы катионов железа) без использования ПЦМ в качестве стабилизатора концентрация пероксида водорода через 20 сут снизилась с 32 масс. % до 27 масс. % (потери около 5 %). В то же время с использованием добавок ПЦМ потери пероксида водорода составили в тех же условиях 1 % — 2 %.

Использование данной технологии позволяет исключить образование труднорастворимых осадков на технологическом оборудовании (силикатов); исключить образование натиров на ткани; обеспечить высокие показатели качества ткани (капиллярность, белизна); сократить в ряде случаев время обработки ткани в запарном аппарате (ЗВА) с 3 до 2,5 ч и, как следствие, снизить количество потребляемого пара на 15 % — 17 %; сократить в ряде случаев количество ванн для отбеливания с 3 (базовый вариант) до 2 единиц.

Для эффективного отбеливающего действия пероксида водорода считается достаточной жесткость воды 1,8–3,6 мг·экв/л, есть указания и на меньшую жесткость — 0,7–1,8 мг·экв/л. Таким образом, беление не рекомендуется проводить в умягченной воде, а для удаления осадков необходимо предложить другие эффективные методы.

Разработаны бессиликатные стабилизирующие системы для пероксидного отбеливания тканей на основе антрахинона и его производных (сульфоантрахинон I, сульфоантрахинон II и этилантрахинон). Наиболее распространенными промышленно-используемыми активаторами, применяющимися в СМС для отбеливания, в настоящее время являются TAED (tetra acetyl etilen diammine), нонаноилнатрияоксибензосульфонат (sodium nonanoyl oxy benzene sulfonate (NOBS)), тетраацетил гликолурил (tetraacetyl glycoluril (TAGU)), пентаацетил глюкоза (pentaacetyl glucose (PAG)). Эти активаторы позволяют снизить рабочую температуру процесса беления до 40 °С — 60 °С, тем самым снизить энергопотребление и температуру сточных вод.

2.1.10 Типовые схемы и оборудование для отварки и беления текстильных материалов

Выбор технологии беления основывается на технических возможностях предприятия, особенностях ассортиментной политики, сырьевом составе обрабатываемых тканей и технологических ограничениях, связанных со структурой тканей и полотен, склонностью их к деформации в процессе мокрых обработок. К настоящему времени можно выделить несколько практических технологий беления:



Основные этапы процесса подготовки, включающие пероксидное беление, показаны на рисунке 2.6.

Для беления волокон в ватном производстве, пряжи и ровницы, а также некоторых артикулов хлопчатобумажных тканей применяются пряжекрасильные аппараты под давлением. Процессы проводятся при температурах от и выше 100 °С, при нормальном и повышенных статических давлениях, исключающих закипание рабочего раствора на всасывающей линии циркуляционного насоса и предупреждающих кавитацию (см. рисунок 2.7).



1 — стандартная схема подготовки; 2 — двухстадийная схема подготовки без операции отварки; 3 — схема подготовки под крашения в темные цвета; 4 — схема холодного пероксидного беления

Рисунок 2.6 — Технологическая схема способов подготовки целлюлозосодержащих тканей

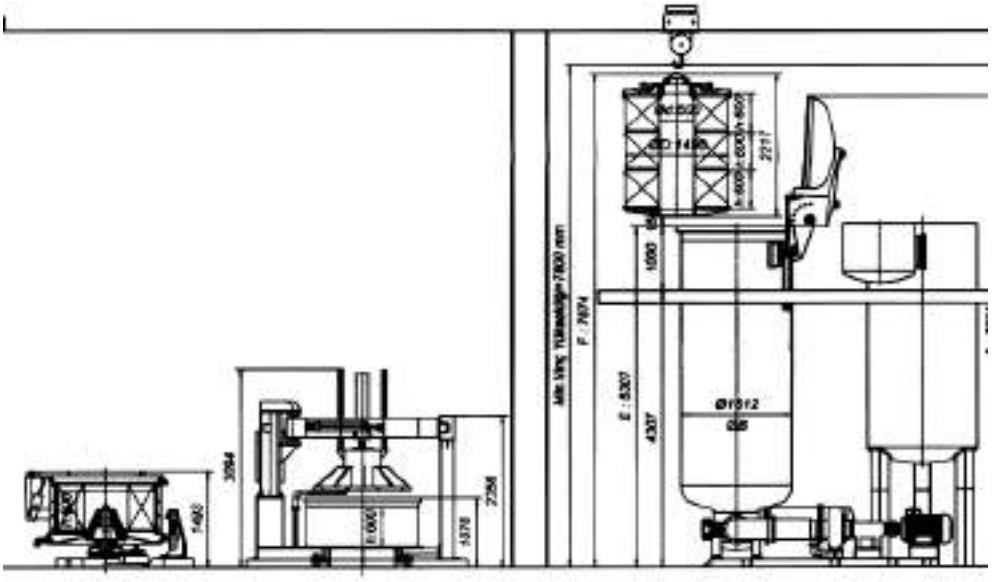


Рисунок 2.7 — Схема организации участка с оборудованием (автоклава) для подготовки и крашения волокна, ровницы, пряжи или беления тканей

В таблице 2.13 приведены усредненные технические характеристики оборудования периодического действия.

Таблица 2.13 — Усредненные технические характеристики оборудования периодического действия (котлов) для волокон, пряжи, ровницы и тканей

Номинальная загрузка, кг	Диаметр, мм	Вес паковки волокна, кг	Расход свежего пара, бар/г	Установленная электрическая мощность, кВт
Хлопок, 400–500	1490/500	233	1200–1400	30–35
Полиэфир, 600–700		350		
Акрил, 800–850		420		
Хлопок, 600–700	1490/500	233	1900–2100	50–55
Полиэстер, 1000–1100		350		
Акрил, 1200		420		
Хлопок, 1400	1490/500	233	4000–4500	70–80
Полиэстер, 2100		350		
Акрил, 2000–2500		420		
Хлопок, 800–000	1725/600	333	2000–3000	50–60
Полиэфир, 1400–1500		500		
Акрил, 1800		600		

Линии для непрерывного беления тканей расправленным полотном обычно комплектуются из пропиточных и промывных роликовых машин для полотна и запарных машин для обработки тканей врасправку (роликовыми, конвейнерными или устройствами комбинированного типа). На линиях поэтапно возможно проводить процесс щелочной отварки, кислования, серию промывок и перекисного беления. Особенно перспективны линии, оснащенные системой пропитки и промывки с двойной системой роликов по принципу петля в петле (экстракта) или системой спрысков (флеп-снип).

Техническая характеристика линии для щелочной отварки, кислования и пероксидного беления приведена в таблице 2.4.

Таблица 2.14 — Техническая характеристика линии для щелочной отварки, кислования и пероксидного беления.

Элемент характеристики	Значение
Линейная скорость, м/мин	25–120
Мощность электродвигателя, кВт	240
Диаметр рулона ткани, мм	Не более 1000
Производительность, м/ч	1800–2500
КПВ	0,82–0,85
Технологическое потребление: - пара, кг/ч - воды, $м^3$/ч - электроэнергии, кВт ч	 5800/5000 * 23–26/18–20 90/85
Удельный расход на 1000 м ткани: - пара, кг - воды, $м^3$ - электроэнергии, кВт ч	 1930 8,8 26
* В знаменателе дроби значения для линий без кислования.	

На рисунках 2.8–2.13 приведены линии обработки тканей.

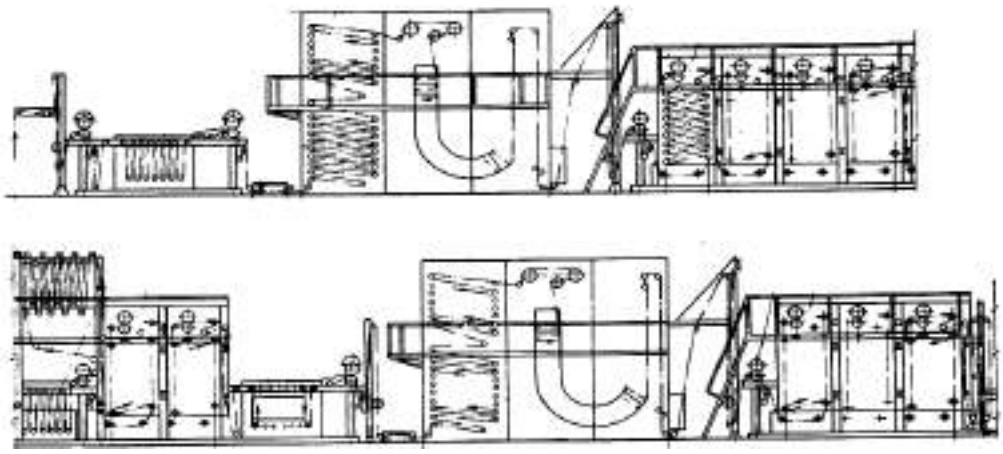


Рисунок 2.8 — Линия для отварки и беления ЛОБ с промежуточным кислованием

Особенно перспективны линии, комплектуемые по заказу и под определенную технологию. Односекционные линии пригодны для одностадийного беления: или только для отварки, или только для биообработки. Двухсекционные — для двухстадийных технологий отварки и беления или биоотварки и беления. Трехсекционные линии применимы для двухстадийной подготовки с предварительной расшлихтовкой или биообработкой. Можно составить линию, не только отвечающую специфическим потребностям предприятия, но и такую, которую можно в будущем легко модернизировать.

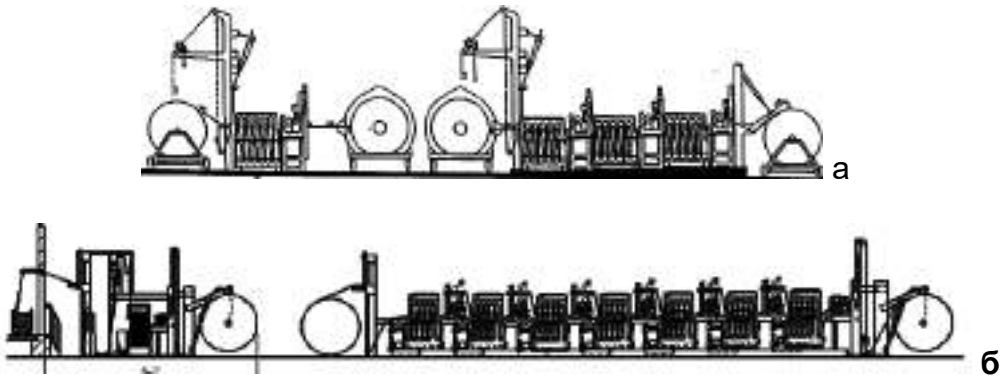


Рисунок 2.9 — Линия для расшлихтовки и энзиматической обработки по плюсовочно-накатной технологии с промывкой (а), для «холодного» беления тканей расправленным полотном (б)

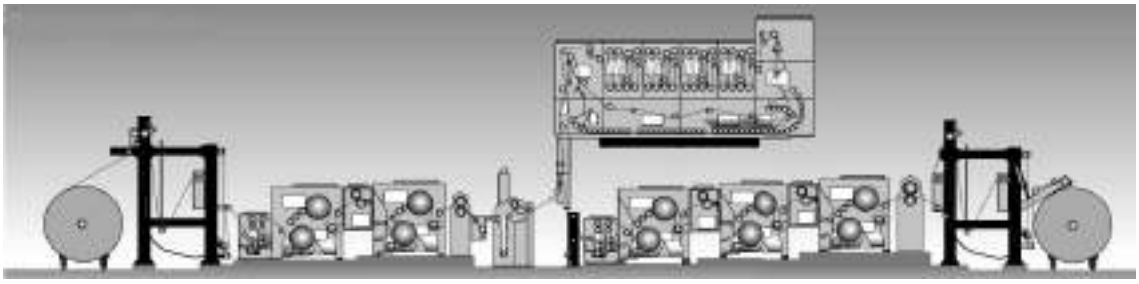


Рисунок 2.10 — Линия подготовки тканей на основе исскуственных и синтетических волокон, смесовых легкодеформируемых тканей и эластичных тканей и трикотажных полотен с промывными машинами, оснащенными перфорированными барабанами и системой спрысков (Германия)

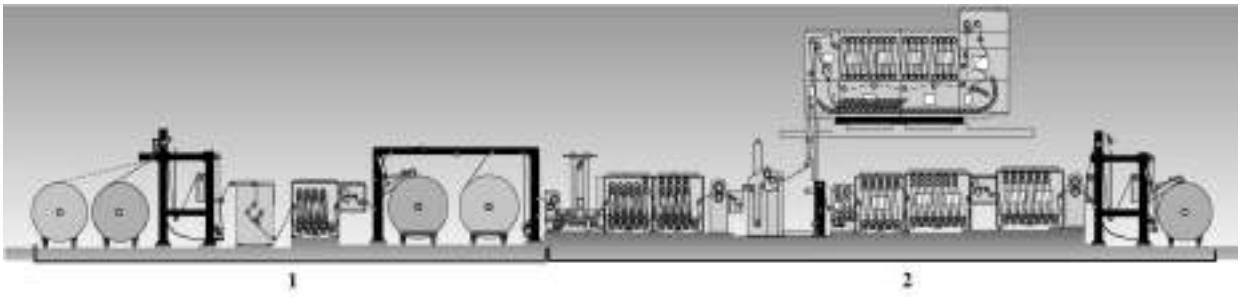


Рисунок 2.11 — Линия комбинированной подготовки тканей: 1-я секция — «холодное» беление или энзмная обработка по плюсовочно-накатной технологии; 2-я секция — плюсовочно-запарной способ доотварки или перекисного беления с промывкой на машинах роликового типа

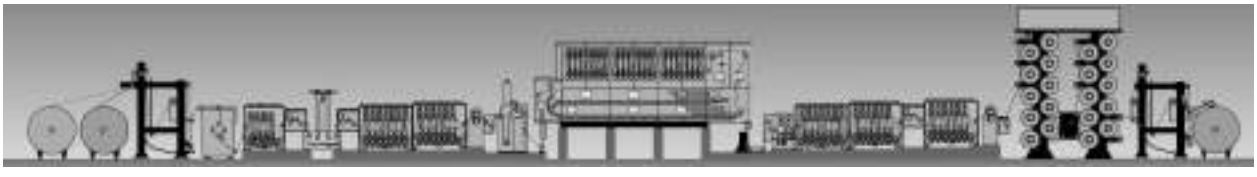


Рисунок 2.12 — Одностадийная линия опаливания, расшлихтовки, отварки (без кислования)/беления расправленным полотном (Германия)

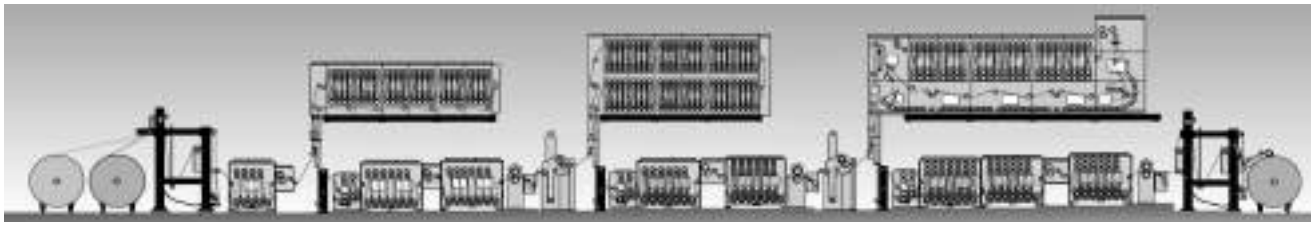


Рисунок 2.13 — Линия расшлихтовки, отварки (без промежуточного кислования), беления по плюсовочно-запарной технологии расправленным полотном

Технические характеристики отбельных линий приведены в таблицах 2.15 и 2.16.

Таблица 2.15 — Техническая характеристика односекционной отбельной линии

Наименование показателя	Значение показателя
Скорость движения ткани, м/мин	10–120
Объем ванны, м^3	0,8
Удельный расход на 1000 м ткани: - пара, кг - воды, м3	 676 1,5–2
Габаритные размеры, мм	48 000 × 4500 × 4500

Таблица 2.16 — Техническая характеристика двухсекционной отбельной линии без кислования

Наименование показателя	Значение показателя
Расход на 100 кг ткани: - воды, м^3 - пара, кг	 1,1 160
Габаритные размеры, мм	70 555 × 4100 × 5000

Широкая возможность комбинирования сырьевого состава тканей ставит на повестку дня вопрос о проведении универсализации текстильных предприятий по видам продукции. Размывание границ между производством по отраслевому признаку: хлопчатобумажные, шелковые, льняные, шерстяные, на основе химических волокон и их смесей с натуральными — должно решаться путем закупки современного и/или модернизации действующего оборудования, а также корректировки — унификации технологических режимов с учетом возможного варьирования сырьевого состава тканей, сезонности поставок и стоимости сырья, покупательской активности, изменения модных тенденций. Таким образом, универсализация и унификация технологических режимов современного оборудования позволяют производству стать более экономичным, экологичным и гибким.

К оборудованию универсального типа можно отнести эжекторы (см. рисунок 2.14) и джиггеры (см. рисунок 2.15). На одной единице оборудования можно проводить процесс подготовки, крашения и пропитки аппретом тканей различного сырьевого состава и поверхностной плотности. Данное оборудование может быть использовано и для биохимических технологий подготовки с применением ферментных препаратов.

Использование эжекторов исключает многие виды брака, минимизирует расход химикатов и красителей более чем на 10 % — 15 %, обеспечивает высокое качество обработки по всему объему полотен. В эжекторах можно обрабатывать различные по объему материалы, загрузка может составлять от 5 до 1000 кг.

Джиггеры относятся к универсальному оборудованию. Они позволяют производить различные процессы на тканях поверхностной плотности в широком диапазоне и сырьевым составом от натуральных до многокомпонентных (см. таблицы 2.17–2.20). Джиггер предназначен для расшлихтовки, отварки, беления, крашения различными классами красителей и промывки тканей шириной до 1650 мм и поверхностной плотностью не более 600 г/м^2.

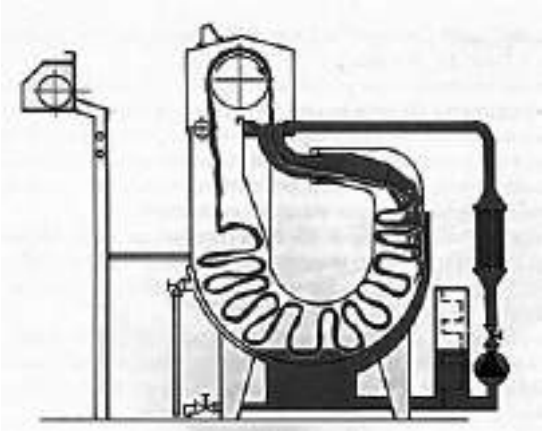


Рисунок 2.14 — Эжекторная машина для крашения в жгуте

Таблица 2.17 — Усредненные расходные нормы для эжекторных машин

Расход, не более		Хлопок/темные тона	Полиэстер	Хлопок/светлые тона	Вискоза
Вода (25 °С)	Модуль, л/кг	60/35 *	27/16	46/27	34/20
Пар (8 атм)	кг пара/кг ткани	5/3–4	2,5/1,5	3,5/2,2	2/1,3
Мощность	кВт/кг ткани	0,3/0,3	0,3/0,2	0,3/0,25	0,2/0,18
Длительность	Мин	440/385	275/240	368/320	299/260
* В числителе — для базовых модей, в знаменателе — для современных.					

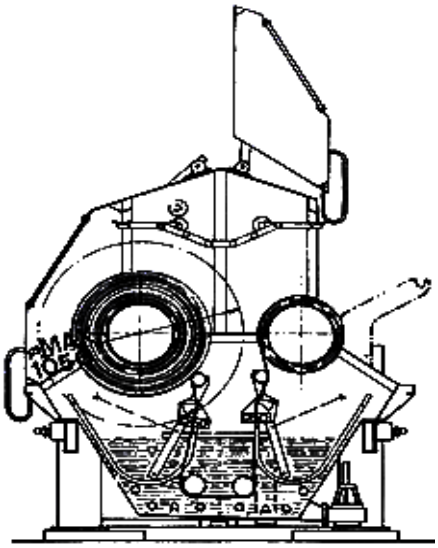


Рисунок 2.15 — Схема машины рулоно-перемоточного типа (джиггера)

Таблица 2.18 — Техническая характеристика джиггера

Наименование параметров	Параметры
Производительность, кг/ч	85–95
Давление сжатого воздуха на входе, кг/см^2	6
Расход воздуха на систему управления, м^3/ч	4,5
Избыточное давление пара на входе в аппарат, кг/см^2	6
Расход пара за цикл кг н.п/цикл	3495
Расход воды, кг/см^2, не менее	2
Расход воды за цикл, м^3/цикл	20
Расход сжатого воздуха за цикл, м^3/цикл	200–280
Расход электроэнергии за цикл кВт ч/цикл	600–700
Производительность циркуляционного насоса м^3/ч	10

2.1.10.1 Типовые технологии подготовки хлопчатобумажных и смесовых тканей с содержанием хлопка более 50 %

Существуют следующие способы реализации процесса подготовки:

- беление в жидкой среде при 100 °С по периодическому способу; практически не используется на предприятиях большой мощности, за исключением обработки ассортимента с легкоповреждаемой структурой ткани; аппаратурное оформление — котлы либо эжекторные машины; применяется для подготовки небольших партий;

- непрерывный высокотемпературный способ подготовки растправленным полотном при низком модуле в паровой среде для производств с производительностью более 200 тыс. м/сут;

- полунепрерывный способ в джигере;

- полунепрерывный пэд-рол-способ с запариванием;

- полунепрерывный низкотемпературный способ беления ткани расправленным полотном с намоткой в ролик и длительным вылеживанием (от нескольких часов до нескольких суток.

Интенсификация отдельных операций хотя и снижает расход энергии и повышает производительность оборудования, но сохраняет повторяющиеся энергоемкие операции промывки и запаривания. Совмещение операций сокращает расход энергии в 2 раза. Примером совмещения двух самостоятельных процессов мерсеризации и отварки в одностадийный процесс является создание способа горячей мерсеризации хлопчатобумажных тканей. Суммарный эффект мерсеризации и очистки ткани от примесей достигается за счет повышения концентрации гидроксида натрия и температуры обработки.

Совмещенный способ отварки и беления (окислительная варка) нашел широкое распространение как одна из стадий технологического процесса подготовки льняной ровницы, которая перед окислительной варкой подвергается предварительному кислованию, хлоритному белению, антихлорированию и промывке. Таким образом, для окислительной варки используется частично очищенное льняное волокно.

Окислительная варка осуществляется при температуре 96 °С — 98 °С в течение 60 мин в растворе следующего состава, г/л: пероксид водорода 100%-ный — 2–2,2, сернокислый магний — 0,1–0,2, каустическая сода — 1,9–2, триполифосфат натрия — 0,4–0,5, карбонат натрия — 22,5–23, силикат натрия — 14–15. Далее следуют промывка и кислование. Способ обеспечивает получение льняной ровницы с белизной 75 % — 80 % и удельной вязкостью медно-аммиачных растворов целлюлозы 1,2–1,4.

Перспективны одностадийные процессы беления тканей, предусматривающие совмещение трех операций процесса подготовки: расшлихтовки, отварки и беления. В данном случае можно достичь максимального сокращения расхода энергии. В настоящее время одностадийные процессы получили распространение для беления облегченных хлопчатобумажных тканей (миткаль) и тканей из смеси хлопка и химических волокон в жгуте. Процессу беления предшествует обработка серной кислотой при концентрации 3–5 г/л и температуре 40 °С — 50 °С. После кислования ткань промывают и пропитывают перекисным раствором следующего состава, г/л: пероксид водорода 100%-ный — 6–8, гидроксид натрия — 4,5–5, силикат натрия — 15–20, триполифосфат — 1–2, ПАВ — 3–5. Далее следуют запаривание при температуре 100 °С в течение 60 мин, промывка горячей и холодной водой. Недостатком способа является повышенный расход химических материалов и неполное удаление шлихты, «галочек» и восков. На ткани остается до 15 % шлихты от первоначального ее содержания. Капиллярность составляет 110–120 мм/ч. Для получения необходимых показателей применяют усиленные предварительные кислующие обработки с применением ПАВ и последующие обработки высококонцентрированными растворами ПАВ.

Внедрение сокращенных одностадийных технологических режимов беления способствует снижению расхода химических материалов, технологической воды, энергоресурсов, высвобождению производственных площадей, повышению производительности труда и оборудования. Анализ применяемых в промышленности способов подготовки тканей показал, что расход энергии на 1 т обрабатываемых тканей составляет 25–30 ГДж.

Таблица 2.19 — Типовой режим расшлихтовки с использованием окислителей (одностадийное беление)

Химикаты	г/кг текстильного субстрата		Примечания
	Непрерывная технология	Периодический процесс	
NaOH (100 %)	8–20	5–12	Применяют в виде 40%-ного раствора
H_2O_2 (100 %)	10–25	8–20	Применяют в виде 33%-ного или 50%-ного раствора
ПАВ	1,5–2	0,5–2	Применяют смесь неионных (около 70 %, например, этоксилированного жирного спирта) и анионных ПАВ (около 30 % алкилсульфонатов, или алкилсульфатов, или алкилбензолсульфонатов)
Комплексообразователи	1–5		Применяют полиакрилаты и фосфонаты
Mg_2SO_4 (100 %)	0,15–0,3		Применяют в виде 40%-ного раствора
Силикат натрия (100 %)	5–8		Применяют в виде 40%-ного раствора
Na-пероксодисульфат (100 %)	3–6		применяют в виде 20%-ного раствора
Потребление воды л/кг текстиля	4–6 до 8–15		4–6 л/кг в случае многократного использования воды или высокоэффективных промывных отсеков

Основные направления совершенствования одностадийных процессов беления заключаются в интенсификации процесса пропитки главным образом путем предварительного прогрева или запаривания, использовании эффективных стабилизирующих систем и интенсификаторов процесса.

Операция горячей промывки (температура выше 80 °С) является обязательной после запаривания, поскольку во время промывки с волокна удаляются водонерастворимые вещества, которые во время запаривания превращаются в эмульсии. Отсутствие горячей промывки после запаривания может привести к значительному ухудшению гигроскопических свойств подготовленной ткани, так как при холодной промывке расплавленные воскообразные вещества кристаллизуются и частично остаются на поверхности волокон. Промывка после расшлихтовки проводится горячей водой, а при удалении водорастворимых полимеров — горячей водой с ПАВ.

Несмотря на значительные преимущества по исключению различных браков, наиболее энергозатратным является способ подготовки врасправку — энергозатраты в 2 раза больше, чем при обработке в жгуте. В свою очередь, совмещенный процесс отварки и беления непрерывным способом и полунепрерывный в джейбоксе примерно равны по энергозатратам.

При низкотемпературном способе подготовки основным источником расхода энергии является операция промывки, причем двухкратное увеличение температуры с 40 °С до 85 °С приводит к трехкратному увеличению расхода энергии. При полном отказе от горячей промывки расход энергии определяется операцией сушки, а при возможности дальнейшей обработки в мокроотжатом виде может быть сведена лишь к расходу энергии электродвигателями пропиточных, укладочной и промывных машин.

Таблица 2.20 — Усредненные энергозатраты при различных способах подготовки тканей

Способ обработки	Операция	Энергозатраты, ГДж/т
Расправленным полотном непрерывным способом	Отварка с запариванием	6
	Горячая промывка (85 °С — 90 °С)	5,5
	Беление с запариванием (врасправку)	6
	Горячая промывка (85 °С — 90 °С)	6
	Сушка	2
	Всего:	25
Жгутом непрерывным способом	Отварка, беление в жгуте с запариванием, горячая промывка (85 °С — 90 °С)	7
	Сушка	3
	Всего:	10
Полунепрерывный в джей-боксе	Отварка, беление в жгуте с запариванием, горячая промывка (85 °С — 90 °С)	8
	Сушка	2
	Всего:	10
Низкотемпературный способ подготовки (холодное беление)	Горячяя промывка	7
	Сушка	1,9
	Всего:	8,9
Одностадийный плюсовочно-запарной способ подготовки (холодное беление)	Отварка и беление (плюсование — запаривание)	6,2
	Промывка и сушка	7,5
	Всего:	13,5

Холодное одностадийное пероксидное беление осуществляется при очень низком расходе электроэнергии за счет ликвидации всех тепловых операций, за исключением опаливания, промывки и сушки. В этом случае расход энергии на подготовку составляет всего 6 МДж/кг.

Низкотемпературный способ отбеливания является наиболее дешевым процессом подготовки текстильных материалов. Используется он для беления тканей для рабочей одежды, для постельного и столового белья, декоративных тканей, тканей, подвергаемых печатанию, поплинов, а также корда и махровых тканей. Недостаток техно-

логии заключается в значительном увеличении расхода технологической воды, снижении качества тканей и характеристик сточных вод.

Одностадийные холодные технологии беления применимы только для малозасоренных и облегченных тканей с поверхностной плотностью до 120 г/м^2. Большая часть шлихты удаляется при белении, что является существенным преимуществом этого способа подготовки. Однако это не дает возможности сокращения объема сточных вод, по сравнению с плюсовочно-запарными способами одностадийного беления, так как высок расход их при промывке.

Для подготовки под крашение ткань должна обязательно подвергаться отбеливанию по горячим технологиям, так как только они обеспечивают высокие капиллярные свойства тканей в отличие от холодных технологий беления. Технология обработки при этом может включать расшлихтовку и отварку либо ограничиваться только белением.

Для беления больших партий материала, нечувствительного к заломам и заминам, целесообразно использовать обработку в эжекторах, а для производств в большой мощности более рационально использование линий подготовки.

2.1.10.1.1 Двухстадийный непрерывный плюсовочно-запарной щелочно-перекисный способ подготовки текстильных материалов

Способ используется для широкого ассортимента хлопчатобумажных тканей поверхностной плотностью от 90 до 500 г/м^2 (миткаль, бязь, поплин, сатины, полотенечные ткани, а также «тяжелые» ткани типа саржи и диагонали.)

При двухстадийном способе беления ткань пропитывают щелочным варочным раствором при 60 °С — 70 °С, отжимают до 100 % — 110%-ной влажности, запаривают в течение 1–2 ч в запарной машине и промывают горячей, холодной водой, разбавленным раствором H_2SO_4 и водой. На этом процесс отварки заканчивается. Далее ткань пропитывается белящим перекисным раствором, обрабатывается в запарной машине насыщенным водяным паром в течение 30–40 мин и промывается горячей и холодной водой.

Классическая технология непрерывной подготовки целлюлозосодержащих текстильных материалов объединяет в себе расшлихтовку, отварку и беление. Среди недостатков данной технологии необходимо отметить значительное энергопотребление и использование большого количества пара.

Нормы расхода основных химических материалов для подготовки текстильных материалов приведены в таблице 2.21.

Таблица 2.21 — Нормы расхода основных химических материалов для подготовки текстильных материалов, % от массы материала

Химические материалы	Периодические способы			Непрерывные способы		
	Хлопковое волокно	Хлопчатобумажная пряжа	Хлопчатобумажные ткани	Обработка ткани в жгуте	Обработка ткани расправленным полотном	Одностадийное перекисное беление
Гидроксид натрия	2,5–3,5	1,2–1,7	3,5–4	4,0–4,5	4,5–5	1–1,5
Силикат натрия	–	1,3–1,5	6–8	8–9	9–10	10–12
Пероксид водорода 30%-ный		1,2–1,5	3–4	3,5–4	4–4,2	4,5–5
Серная кислота	1,2–1,5	1,2–1,5	2–3	2–3	3,5–3,7	3,5–4,2
Метасиликат натрия	–	–	5–6	5–6	6–8	6–8
Гипохлорит натрия	1,2–1,5	–	2–2,2	4–5	–	–
Бисульфит натрия	–	0,2–0,3	0,2–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	–
Антрахинон	0,01–0,015	0,01–0,02	0,01–0,02	0,1–0,2	0,1–0,2	–
Смачиватель	0,2–0,3	0,3	0,2–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	0,5–0,7
Оптический отбеливатель	–	0,03–0,05	–	0,05–0,1	0,05–0,1	0,1–0,15
Ронгалит	–	–	–	0,7–0,9	1,2–1,3	–

2.1.10.2 Беление хлопчатобумажного трикотажного полотна

Технология подготовки трикотажного хлопчатобумажного полотна включает: отварку в растворе гидроксида натрия или соды; нейтральную промывку, например препаратами на основе ПАВ, гипохлоритное отбеливание или отбеливание перекисью водорода.

Щелочной отваркой (или промывкой при 8 °С), например, достигается наилучшая впитывающая способность, но гриф трикотажа вследствие омыления натуральных жиров и восков становится заметно жестче.

Отварку проводят как самостоятельную операцию для пестровязаных полотен. Для сильно загрязненных и замасленных полотен отварка является предварительной операцией перед белением или крашением. Существуют совмещенные технологии отварки и беления или крашения. Отварку проводят в жгутовых барках и ЭК-машинах или на оборудовании обработкой расправленным полотном в нейтральной или щелочной среде с неионогенными или анионактивными ПАВ.

При недостаточном удалении масляных пятен с полотен, кроме смачивателя, в раствор вводят уайт-спирит в количестве 2 % от массы полотна. Отварку или промывку шерстяных или полушерстяных полотен для удаления замасливающих и жировых веществ следует проводить в барках в неионогенном или анионактивном растворе при температуре не более 80 °С. Полотна из хлопчатобумажной, хлопковискозной пряжи в сочетании с синтетическими окрашенными нитями рекомендуется умягчать.

Для отбеливания трикотажа используют способы с большим (периодические способы) и с малым модулем ванны (плюсование).

Отбеливание в ванне с малым модулем обеспечивает высокую производительность, низкие расходы на химические препараты и воду, однако не исключена опасность повреждений целлюлозы от каталитических реакций и перетяжки. Так как трикотаж обрабатывается под натяжением, не достигается обычная объемистость, а гриф материала становится жестче.

Для полотен из химических нитей, имеющих хорошую степень белизны, можно использовать только оптические отбеливатели. В качестве стабилизаторов при белении периодическим способом применяют силикат или метасиликат натрия, в непрерывном белении — органические стабилизаторы. Для создания необходимого значения pH необходимо использовать кальцинированную соду, нашатырный спирт или гидроксид натрия. Химические материалы — силикат натрия и едкий натр вводят предварительно разведенными в холодной воде в соотношении 1:1. Промывка полотен после беления должна проводиться для устранения следов щелочи на полотне и с целью мягчения.

Беление периодическим способом проводят в котлах, эжекторных машинах, полунепрерывным — на джиггерах. Непрерывное беление осуществляют на отбельных линиях, подбирают полотна одинакового диаметра и вида переплетения, сырьевого состава, без эффектов «дыры». Полотно раскатывают из рулона в «книжку» на раскатных машинах со скоростью 70–80 м/мин. Перед белением куски полотна сшивают в непрерывную ленту строго по торцевым отметкам. В процессе беления трикотажных полотен на установках с системой обработки под уровнем жидкости при температуре 98 °С — 100 °С, необходимо применять смачиватель-пеногаситель и высококачествен-

ный стабилизатор. Это связано с тем, что белящий раствор не возобновляется в течение 8–12 ч. Рекомендуется использовать белящие составы, включающие как силикат натрия от 3 до 5 мл/л раствора, органический стабилизатор 3–4 мл/л раствора, так и сульфат магния 0,1–0,2 г/кг полотна.

Одностадийное или одноступенчатое перекисное отбеливание в ванне с большим модулем (периодический способ) обеспечивает требуемую степень белизны, однако недостатки проявляются при крашении. Невымытые пектины осаждаются на различных местах поверхности волокна, и, как следствие, получается пятнистое окрашивание. Чтобы предотвратить этот брак, необходимо проводить тщательную промывку (экстракцию).

На рисунке 2.16 приведены типы машинного оборудования для подготовки трикотажного полотна.



Рисунок 2.16 — Типы машинного оборудования для подготовки трикотажного полотна

В технологиях «холодного» беления, где предусмотрены высокие концентрации гидроксида натрия, силикат натрия не используется. Наиболее распространенным является безсиликатное отбеливание, в этом случае исключается увеличение жесткости грифа. Универсальная рецептура белящего безсиликатного раствора для беления холодным способом или плюсовочно-запарным при запаривании от 3 до 20 мин при 100 °С состоит из следующих компонентов: органический стабилизатор — 8–12 мл/кг, смачиватель — 0,2–2 мл/кг, гидроксид натрия — 7–10 г/кг, перекись водорода 35%-ная — 15–35 мл/кг, сульфат магния — 0,3–0,2 г/л.

Для «холодного» беления более эффективно применение персульфата, который гарантирует получение высокой гигроскопичности полотна. Примерный состав белящего раствора для «холодного» беления: органический стабилизатор — 8–12 мл/кг, гид-

роксид натрия — 30–55 г/кг, смачиватель — 4–8 г/л, персульфат натрия — 2–5 г/кг, перекись водорода 35%-ная — 30–60 мл/кг. Температура пропитки составляет 20 °С — 30 °С, отжим — 80 % — 100 %, выдерживание при температуре цеха без подогрева в рулоне в течение 20–72 ч. Промывку проводят на линии типа ЛРП-220Т с обязательной операцией нейтрализации в третьей ванне.

Трикотаж перед швейной переработкой обрабатывается мягчителем, но при этом исходный гриф не восстанавливается. При обработке мягчителем изделие хотя и кажется мягче, но на самом деле оно стало только более гладким. Наилучший гриф достигается только тогда, когда полотно полностью не обезжиривается. Сильные катионоактивные мягчители хотя и дают лучший умягчающий эффект, но их использование ведет к заметному пожелтению полотен. Если необходимо получить мягкий гриф и высокую степень белизны, следует применять только слабо катионоактивные мягчители. Мягкий гриф достигается тогда, когда при перекисном отбеливании применяется неионогенный мягчитель, который хорошо компенсирует вызванное омылением жиров и восков в процессе отбеливания увеличение жесткости грифа. Использование силиконовых неионогенных мягчителей позволяет исключить пожелтение полотен, подверженных оптическому отбеливанию, и гриф в этом случае соответствует полученному при применении катионоактивных мягчителей.

На рисунке 2.17 приведены типовые схемы совмещенного способа отварки и беления полотен.



Рисунок 2.17 — Типовой совмещенный способ отварки и беления хлопчатобумажного полотна и смесовых хлопкополиэфирных полотен (поверхностной плотностью не более 150 г/м^2)

В таблице 2.22 приведены данные по технологии отварки-кислования-промывки хлопчатобумажного трикотажа под крашение в темные тона для эжекторных машин.

Таблица 2.22 — Технология отварки-кислования-промывки хлопчатобумажного трикотажа под крашение в темные тона для эжекторных машин

Химикаты	г/кг текстильных субстратов	Примечания
Неорганическая или органическая кислота	0–2	
Комплексообразователи	1–3	Те же самые химикаты, что и для хлопчатобумажных тканей
ПАВ	0,5–3	
NaOH (100 %)	1–5	
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	5–10	

В таблице 2.23 приведен усредненный расход химикатов в типовом режиме одностадийного перекисного беления хлопчатобумажных трикотажных полотен.

Таблица 2.23 — Усредненный расход химикатов в типовом режиме одностадийного перекисного беления хлопчатобумажных трикотажных полотен

Химикаты	г/кг текстильных субстратов		Примечания
	Непрерывный процесс	Периодический процесс для эжекторов	
H_2O_2 (100 %)	3–6	Около 5–10	Используется на предприятиях
NaOH (100 %)	1–3	1–5	
ПАВ	2–5	2–4	
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	5–10	4–8	

2.1.10.3 Подготовка шерстяных материалов

Суровые ткани, поступающие на отделку, содержат много различных загрязняющих примесей (жировые вещества, введенные в процессах замасливания волокнистой смеси, остатки овечьего жира, пыль, грязь и пр.). Наличие этих загрязнений затрудняет процессы отделки, ухудшает внешний вид готовой ткани, делает ее негигиеничной, поэтому необходимо удалить их при промывке. При промывке тканей применяют различные химические вещества, обладающие моющей способностью.

Далее ткань подвергаются процессу уплотнения (**валки**) под действием многократно повторяющегося давления, вызывающего массовое перемещение одних волокон относительно других в условиях определенных температуры и влажности. Валку проводят на сукновальных машинах.

Заварку проводят для устранения внутренних напряжений, возникающих в волокнах в предыдущих процессах, а также для закрепления волокон в ткани и придания им однородных свойств. Для заварки тканей применяют заварные аппараты (непрерывного и периодического действия).

Декатировка (обработка ткани, накатанной на цилиндр или врасправку, паром, горячей и холодной водой) является подготовительным процессом перед крашением

тканей, обеспечивающим получение более глубокой интенсивной и яркой окраски тканей.

Чистошерстяные ткани, поступающие в отделку, содержат растительные примеси в виде случайно попавших на ткань растительных волокон, частиц репья и пр. Чтобы чистошерстяная ткань, окрашиваемая в полотне, имела высокое качество, ее подвергают карбонизации — удалению из ткани растительных примесей путем обработки ее раствором серной кислоты. После карбонизации ткань промывается для удаления кислоты.

Цель **процесса ворсования —** придание ткани мягкости, добротности на ощупь, улучшение гигиенических свойств и получение своеобразного внешнего вида, а также повышение теплоизолирующей способности. Ворсованию подвергаются главным образом такие ткани как драп, бобрик, байка, а также платки, одеяла и др.

Шерстяные ткани могут быть крашенными в полотне, пестроткаными, однотонными, крашенными в волокне и меланжевыми. Для крашения ткани, волокна и пряжи применяют различные органические красители, позволяющие получать разнообразную окраску и расцветку готовых изделий в соответствии с запросами потребителей. Основное требование, которое предъявляют к окраске — прочность (стойкость к действию света и погоды, стирке, поту, трению сухому и мокрому, действию химических веществ, применяемых при чистке, к глажению и др.). Ткань, прошедшая мокрую обработку, после удаления из нее избытка влаги на специальных центробежных отжимных машинах или отсасывающих машинах подвергается высушиванию на сушильно-ширильных машинах.

Высушенную ткань просматривают, после чего направляют на специальные столы для **шарки и чистки**. После шарки ткань поступает на щеточные машины для чистки, которая производится до и после стрижки ткани. Стрижку шерстяных тканей производят на стригальных машинах. После стрижки и чистки шерстяные ткани подвергаются прессованию.

После прессования ткань поступает на заключительную декатировку. Некоторые ткани для придания им несминаемости, водонепроницаемости, увеличения драпирующей способности, повышения прочности во влажном состоянии подвергают специальным обработкам. В особенности необходимы такие обработки для тканей из смесей, включающих химические штапельные волокна. Заключительная декатировка является последней стадией отделки ткани. Окончательно отделанную ткань после просмотра и проверки качества промеривают, сдваивают, накатывают, маркируют и упаковывают. Упакованная ткань отправляется на склад готовой продукции.

Процесс химической очистки шерстяных тканей включает промывку, карбонизацию и иногда беление. Промывка проводится с целью удаления остатков жировых и потовых веществ, замасливателей и шлихты с целью улучшения смачиваемости тканей, сообщения им мягкости. При промывке, в основном, извлекаются воскообразные природные примеси и жировые вещества. Для этого используют способы экстрагирования жирорастворителями, а также омыления и эмульгирования жировых веществ. Первый способ предусматривает растворение жиров в органических растворителях (трихлорэтилен, перхлорэтилен и др.).

Преимущества: органические растворители не повреждают волокно; возможно улавливание и повторное использование растворителей; в 2–3 раза сокращается вре-

мя удаления жиров; снижаются расход воды и затраты тепла на сушку; возможна регенерация жиров и выделение ланолина.

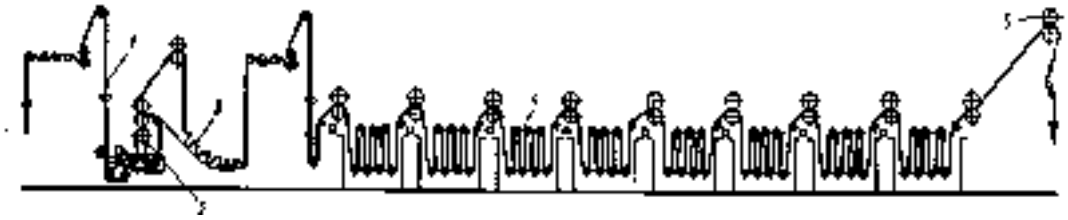
Недостатки: требуется специальное герметичное оборудование, оснащенное системой рекуперации токсичного и пожароопасного растворителя. Ткань становится жесткой, и требуется обработка специальными мягчителями на основе ПАВ.

Наибольшее распространение имеет способ, при котором для промывки шерстяных и шерстьсодержащих материалов используют раствор моющего вещества (ПАВ) и карбонат натрия. Большая часть жировых веществ эмульгируется и удаляется. Карбонат натрия умягчает воду, взаимодействуя с солями кальция и магния, повышает набухание волокна, способствующее освобождению от примесей, нейтрализует находящиеся на ткани жирные кислоты, образуя при этом мыла. Если ткани содержат водорастворимую шлихту, то она удаляется в процессе промывки.

При наличии на ткани крахмальной шлихты проводят расшлихтовку ферментами следующим образом: ткань пропитывают при температуре 40 °С раствором амилаз (0,5–1 г/л) и хлорида натрия (2 г/л) и уксусной кислоты (0–1 г/л до pH 5,5–6,5), отжимают и выдерживают в компенсаторе в течение 15–20 мин при температуре 40 °С. Крахмал растворяется. Затем ткань обрабатывают при температуре 40 °С — 60 °С последовательно в нескольких ваннах раствором карбоната натрия 0,3–0,5 г/л и моющего препарата (ПАВ) 1–3 г/л, промывают теплой и холодной водой в течение 30–40 мин, в растворе, содержащем (%): ПАВ 0,5–3, карбонат натрия 1–4 и затем водой, продолжительность 2–4 ч.

Промывка непрерывным способом широко используется на предприятиях шерстяной промышленности, особенно для тканей платьевого и костюмного ассортимента. Оборудование непрерывного действия для промывки ткани жгутом в отечественной промышленности представлено агрегатом ЛПЖ-220Ш (линия для промывки жгута). Главными составными частями агрегата являются: плюсовка, шесть или семь промывных жгутовых машин, лотковый компенсатор. В линию включают жгуторасправитель стационарного действия.

На оборудовании непрерывного действия для промывки ткани врасправку обрабатывают легкие тка-ни, склонные к образованию заломов и засечек. В этих целях используют многоящичные проходные промывные аппараты отечественного и зарубежного производства, агрегированные с плюсбвками, машинами для удаления влаги и др.



1 — заправочное устройство; 2 — плюсовка; 3 — компенсатор; 4 — многоящечный проходной промывной агрегат; 5 — самоклад

Рисунок 2.18 — Схема заправки ткани в агрегат для промывки камвольной ткани врасправку

После промывки шерстяные ткани со светлой природной окраской имеют кремовый цвет и обычно дальше не отбеливаются. Для получения белой ткани применяется в качестве отбеливателя пероксид водорода. Процесс проводят в кислой или слабощелочной среде. По этому способу волокнистый материал обрабатывают при температуре 80 °С в растворе, содержащем (г/л): пероксид водорода (35%-ный) 20, тетрапирофосфата натрия (стабилизатор) 1,5, аммиака (25%-ного для создания слабощелочной среды pH 8–9) 1,5, смачивателя 1, выдерживают при этой температуре 30–40 мин. После этого процесс продолжают на остывающей ванне в течение 2 ч при циркуляции раствора, затем следует промывка, нейтрализация и снова промывка. Окрашенную в темные (темно-серый, черный, коричневый) тона шерсть не отбеливают, поскольку придающие эту окраску природные пигменты являются химически инертными и располагаются глубоко в структуре волокна. Без заметного повреждения шерсти их разрушить невозможно.

Шерстяное отделочное производство



Карбонизация — обработка шерстяных тканей раствором серной кислоты с последующей термообработкой с целью удаления целлюлозных примесей, ухудшающих внешний вид тканей (репей, остатки корма, затканные нити из целлюлозных волокон).

Этот процесс основан на различной устойчивости шерсти и целлюлозы к действию кислоты с последующей тепловой обработкой, в условиях которой волокна шерсти не претерпевают никаких изменений, а целлюлоза превращается в хрупкую гидроцеллюлозу. Процесс карбонизации состоит из следующих стадий: обработка ткани 3–

6%-ным раствором серной кислоты при температуре 20 °С — 25 °С, удаление избытка кислоты, отжим 70–100%-ный, высушивание при температуе до 80 °С и термообработка при температуре 110 °С — 115 °С в течение 5 мин. После карбонизации на ткани остается значительное количество кислоты, которая может быть причиной неравномерного окрашивания и разрушения волокон шерсти при дальнейшем ее хранении, поэтому ткань сначала промывают холодной водой, а затем обрабатывают в 1%-ном растворе карбоната натрия или растворе аммиака для нейтрализации несмытой кислоты.

Технологическая схема карбонизационно-нейтрализационной линии состоит из пропиточной части I, сушильно-термической камеры II, нейтрализационной части III, сушильной машины IV. Пропиточная часть включает заправочное устройство 1, малую пропиточную плюсовку с парой отжимных валов 2, пропиточную ванну 3 с системой нижних и верхних роликов с промежуточным отжимом, компенсатор 4, в котором ткань, уложенная складками, находится в свободном состоянии, отжимное устройство 5 для получения равномерного отжима ткани и удаления избытка раствора кислоты.

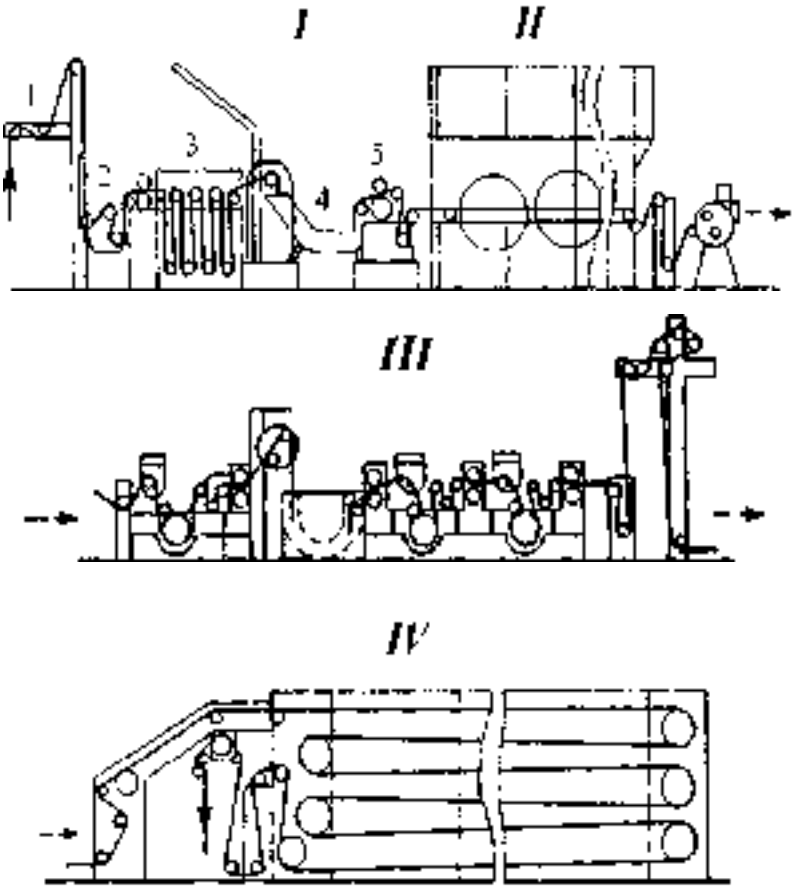


Рисунок 2.19 — Схема карбонизационно-нейтрализационной линии отделки шерстяных и шерстьсодержащих тканей.

Карбонизацию можно проводить после промывки перед валкой, после валки и после крашения. Наибольшее распространение получила карбонизация после крашения, при которой исключается неравномерность окраски, появляющаяся при крашении карбонизованной ткани.

Заварка — обработка ткани в кипящей воде в расправленном состоянии под натяжением с последующим охлаждением для придания тканям устойчивых линейных размеров. Заварке подвергают чистошерстяные и полушерстяные гребенные ткани, платьевые и костюмные. В процессах гребнечесания, прядения и ткачества в шерстяных волокнах возникают напряжения, которые неоднородны в суровой ткани.

Для заварки тканей применяют машины периодического и непрерывного действия. Заварку легких шерстяных тканей осуществляют в коробках промывного аппарата линии ЛЗП-180-Ш при обработке ткани горячей водой (95 °С — 96 °С). Более современной является заварочная машина, на которой ткань обрабатывается при температуре 110 °С в течение 25–60 с (см. рисунок 2.20). Заварка шерстяных тканей может быть многократной.

Суконные ткани перед крашением подвергают валке, а иногда и ворсованию. Гребенные платьевые и костюмные ткани перед удалением примесей проходят опаливание на газоопаливающих машинах со скоростью движения 40–60 м/мин. Валка осуществляется по периодическому способу на сукновальной машине (см. рисунок 2.21).

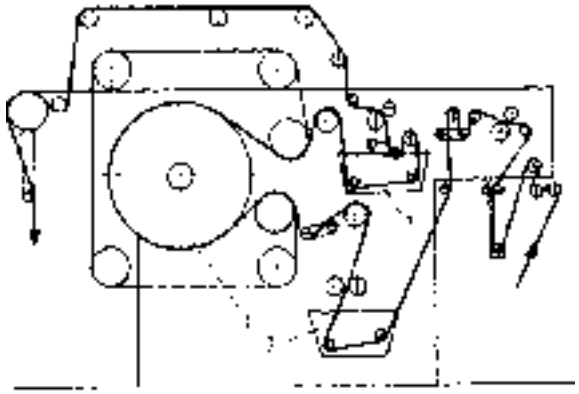


Рисунок 2.20 — Схема заварочной машины

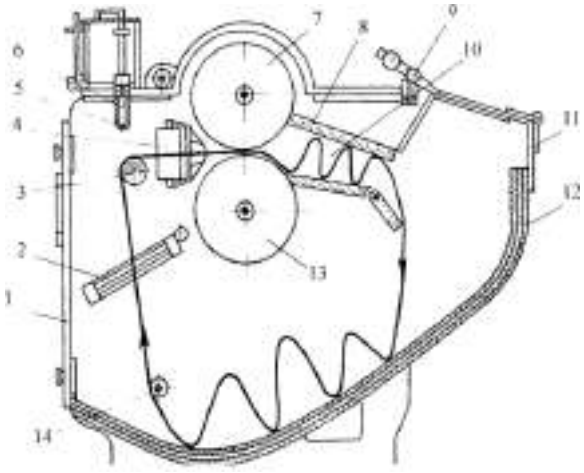


Рисунок 2.21 — Сукновальная машина

Замыливание суконной ткани на машине ЗМР-2 врасправку проводится при температуре 30 °С — 40 °С валочным раствором, г/л: активное моющее вещество (ПАВ) 1–1,5; сода кальцинированная — 1,5–2 (см. рисунок 2.22). Возможна взаимоза-

меняемость одного активного моющего вещества другим, с учетом активности препарата.

Более современная технология отделки ткани, учитывающая потребности рынка это **валка-фулеровка**. Это технологический процесс, при котором ткань несколько уплотняется (уменьшается длина и ширина ткани при увеличении толщины) без образования ворсового застила на поверхности, т. е. ткацкий рисунок остается явно выраженным. Уплотнение ткани с изменением ее линейных размеров, создание поверхностного застила и улучшение ее свойств (теплоизолирующих, легкости) проводятся на сукновальных машинах и ПЖ-220-Ш. Длительность процесса валки определяется артикулом ткани и изменяется от 20–40 мин для костюмных тканей (фулеровка) до 10 ч для технического сукна.

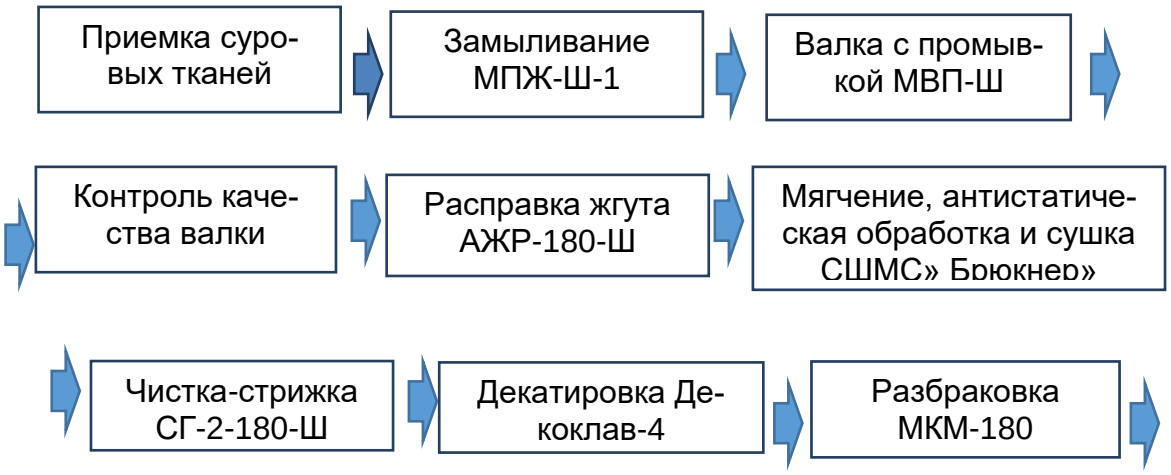


Рисунок 2.22 — Технологические стадии отделки суконных тканей

Задача **фулеровки** сводится к тому, чтобы сделать ткань более мягкой, улучшить теплоизоляционные свойства за счет повышения поверхностной плотности ткани, но провести эту операцию без исчезновения рисунка ткацкого переплетения. В этом отличие фулеровки от обычной валки суконных тканей. Примерная технология фулеровки чистошерстяной пальтовой ткани:

- замачивание ткани в растворе моющего средства с концентрацией 1–2 г/л при 40 °С в течение 15 мин, без давления на крышку валяльного клапана;
- обработка 30 мин при 40 °С с давлением на крышку клапана;
- промывка водой при Т = 30 °С в течение 50–55 мин;
- отжим, выгрузка.

На рисунке 2.23 приведена схема машины для промывки шерстяных тканей жгутом.

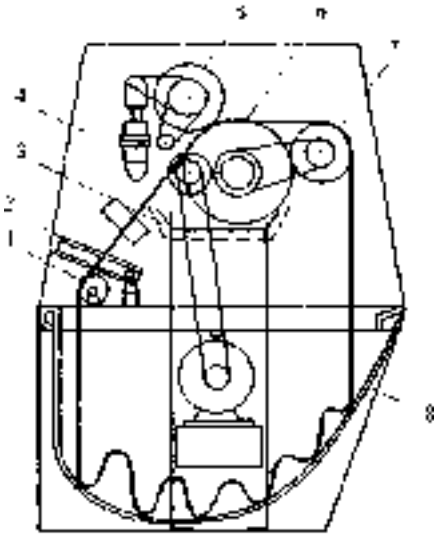


Рисунок 2.23 — Схема машины для промывки шерстяных тканей жгутом

Цель **промывки** — удалить жировые загрязнения, замасливатели и шлихту, нанесенные на волокна для улучшения прядомых свойств. Промывка ткани происходит врасправку с целью удаления загрязнений суровья, снятия внутренних напряжений с отдельных нитей — производится на линиях ЛПН-180-Ш.

Для механического обезвоживания ткани после промывки применяется сушильно-ширильная машина, в которой ткань подвергается сушке и ширению с целью придания ей определенных свойств. Ткань предварительно подвергается обработке в плюсовке сушильно-ширильной машины при температуре 25 °С — 35 °С с антистатическими препаратами концентрацией до 10 г/л.

Окрашенную в темные (темно-серый, черный, коричневый) тона шерсть не отбеливают, поскольку придающие эту окраску природные пигменты являются химически инертными и располагаются глубоко в структуре волокна. Без заметного повреждения шерсти их разрушить невозможно. После промывки шерстяные ткани, имеющие светлую природную окраску, имеют кремовый цвет и обычно дальше не отбеливаются.

Для получения белой ткани можно использовать в качестве отбеливателя пероксид водорода. Процесс проводят следующим образом. Волокнистый материал обрабатывают при температуре 80 °С в растворе, содержащем (г/л): пероксид водорода (35%-ный) 20, тетрапирофосфата натрия (стабилизатора) 1,5, аммиака (25%-ного для создания слабощелочной среды pH 8–9) 1,5, смачивателя 1, выдерживая его при указанной температуре в течение 30–40 мин. После этого процесс продолжают на остывающей ванне в течение 2 ч при циркуляции раствора, затем следует промывка, нейтрализация и снова промывка.

Типовые стадии процессов подготовки камвольных тканей:

1) приемка суровья и комплектование партий;
2) опаливание;
3) заварка;
4) промывка;
5) валка-фулеровка;
6) промывка;
7) заварка;

8) сушка;
9) термофикация;
10) специальная обработка тканей;
11) чистка засоренности;
12) стрижка;
13) прессование;
14) декатирование;
15) вылежка;
16) разбраковка;
17) промеривание, сдваивание и накатка;
18) маркировка и упаковка.

Заварка тканей в горячей воде врасправку под натяжением ликвидирует внутренние механические напряжения, полученные элементами конструкции тканей в процессе предыдущих механических обработок. Ткань приобретает повышенную формоустойчивость и очищается от некоторых растворимых в воде загрязнений.

Промывка камвольных тканей на линии типа ДПР-180-1 основана на использовании среды органических растворителей (перхлорэтилена для чистошерстяных и шерстяных смешанных тканей и с элементами синтетических волокон массой 1 м от 110 до 400 г). С целью удаления с них жиров, восков, замасливателей, требующих достаточно полного обезжиривания, для пропитки тканей аппретами в среде перхлорэтилена последний подается по трубопроводу насосом из приемной емкости. В состав линии ЛПР-180-1 входят: заправочное устройство, губчатый затвор, пропиточная ванна ВПР-180, камера запарная КЗОР-180, губчатый затвор, ванна промывная ВПР-180, отжим ОСР-180 и отжим ОС-180, выборочное устройство, вспомогательное оборудование (дистиллятор, адсорбер для очистки воздуха, адсорбер для очистки воды).

Питающая станция предназначена для питания линии ЛПР-180-1 чистым растворителем, а также для регенерации растворителя, загрязненного в процессе обработки ткани. Подача чистого растворителя к линии через станцию осуществляется в полуавтоматическом режиме. Очистка растворителя производится в двух дистилляторах, попеременно включаемых в рабочем режиме.

Очистка сточных вод от перхлорэтилена. Станция очистки стоков предназначена для извлечения органического растворителя из сточных вод, образующихся при промывке с растворителем и после разделения смеси конденсата и растворителя. Очистка стоков осуществляется методом адсорбции растворителя активированным углем попеременно в двух адсорберах. Станция очистки воздуха предназначена для отделения паров перхлорэтилена и растворителя из воздушной смеси методом адсорбции активированным углем.

Процесс очистки осуществляется попеременно в двух адсорберах. После насыщения растворителем слоя активированного угля вода, загрязненная растворителем, отправляется на станцию очистки стоков.

Процесс **беления ткани из шерсти тонкорунных пород** (не содержит природного пигмента и потому белая) проводят по периодическому окислительному способу беления и предусматривает использование таких окислителей как, перманганат калия, надуксусная кислота, перекись водорода.

Беление в щелочной среде во избежание повреждения шерсти проводят при pH = 8–9. При низких значениях pH не достигается требуемой степени белизны.

В качестве щелочного реагента используют раствор аммиака или тетрапирофосфат натрия, который выступает в роли буфера и стабилизатора реакции, обеспечивающего постоянное значение pH.

Состав белящей ванны:

- перекись водорода 35%-ная 20 мл/л;
- тетрапирофосфат натрия 1,5 г/л;
- аммиак 25%-ный 1,5 г/л;
- ПАВ 1,0 г/л.

Шерсть в волокне или ткань обрабатывают в белящем растворе при температуре не выше 45 °С — 50 °С в течение 1 ч, после чего прекращают подогрев и продолжают беление в остывающей ванне в течение суток при постоянной циркуляции раствора. Остаточную ванну можно использовать повторно.

Грубая шерсть, интенсивно окрашенная, в большей степени противостоит воздействию щелочей и окислителей, и, следовательно, ее можно обрабатывать в более жестких условиях.

Технология отбеливания чистошерстяной ткани на оборудовании периодического действия заключается в обработке ткани в растворе, содержащем, г/л:

- перекись водорода (30%-ная) 30;
- пирофосфорнокислый натрий 5–7;
- раствор аммиака (25%-ный) до pH 8–8,5;
- неионогенный ПАВ 0,1–0,2.

Раствор постепенно нагревают с 18–20 °С до 65 °С в течение 20 мин, беление при этой температуре проводят в течение 120 мин. После слива раствора проводят промывку и кислование раствором уксусной кислоты в течение 10 мин и заключительную промывку. Общая длительность процесса составляет 245–260 мин.

После окончания беления волокнистый материал промывают теплой и холодной водой. При белении в щелочной среде растворами перекиси можно повысить белизну до 75 % (если коэффициент яркости до беления был не ниже 60 %).

Беление в кислых средах в меньшей степени угрожает нарушению кератина, и поэтому обработку ведут при высоких температурах, достигающих 85–90 °С, в течение 20–30 мин при pH = 5–6. В качестве кислот используют уксусную и муравьиную. В присутствии перекиси водорода уксусная кислота переходит в надуксусную $CH_3COOH + H_2O_2 = CH_3COOOH + H_2O$, которая обладает очень высоким окислительным потенциалом. Растворы, содержащие более 3 г/л надуксусной кислоты, разрушают кератин без подогрева.

При белении в уксуснокислой среде достигается относительно низкая степень белизны, коэффициент отражения не превышает 64 %. Замена уксусной кислоты на муравьиную не улучшает результатов. Под влиянием перекиси водорода на холоду в присутствии 1 % H_2SO_4 муравьиная кислота переходит в надмуравьиную $HCOOH + H_2O_2 = HCOOOH + H_2O$, которая недостаточно устойчива и быстро разрушается. Строго соблюдая значение pH, проще проводить подкисление растворов перекиси водорода минеральными кислотами, поскольку они не дают надкислот, или их кислыми солями.

Состав белящей ванны:

- перекись водорода 35%-ная 20 мл/л;
- тетрапирофосфат 1 г/л;

- кислый фосфат натрия 1 г/л;
- смачиватель 1 г/л.

Белизна по этому способу достигает 72 %, а растворимость в щелочах не превышает 14 % — 16 %. Белизна волокнистого материала, обработанного перекисью водорода в кислой среде, на 3 % — 5 % ниже, чем обработанного в щелочной среде. Это объясняется тем, что распад перекиси с образованием пергидроксил-иона, от содержания которого зависит степень белизны, увеличивается при увеличении pH среды. Высокая концентрация пергидроксил-ионов обеспечивается только в сильнощелочной среде.

Восстановительный способ беления основан на том, что пигменты шерсти, относящиеся к индолхиноновым производным, неустойчивы к воздействию восстановителей. В качестве восстановителей в этом случае используют сернистый газ, бисульфит натрия, гидросульфит.

Беление бисульфитом натрия проводят в 1,0–0,5%-ном растворе при модуле ванны, равном 20, в течение суток при комнатной температуре. После обработки волокнистый материал отжимают и обрабатывают 15 мин в растворе, содержащем 5 % серной кислоты (от веса шерсти), а затем отмывают от кислоты водой. Беление гидросульфитом проводят при 50 °С в течение 5 ч.

Эффект восстановительного беления резко повышается, если предварительно провести беление по перекисному способу в кислой среде.

Оптически отбеливающие вещества (ООВ) находят применение для осветления поверхности шерсти. ООВ представляют собой сильнофлуоресцирующие продукты органического происхождения, имеющие много общего с красителями. В отличие от окрашенных тел, они поглощают ультрафиолетовые лучи в невидимой части спектра и преобразуют их энергию в видимое сине-фиолетовое излучение. Смешение сине-фиолетовых лучей с желтыми лучами, отражаемыми белой поверхностью волокнистого материала, приводит к значительному осветлению поверхности и обеспечивает повышение чистоты получаемого цветового тона.

Обработку ООВ белковых волокнистых материалов проводят в условиях крашения кислотными красителями, т. е. в кислой среде. Хорошо промытый волокнистый материал обрабатывают в ванне, содержащей (в процентах от веса шерсти): белофора 0,3–0,6, уксусной кислоты (в пересчете на 100 %) 1–3, при 80 °С в течение 30 мин, модуль ванны — 30. После оптического беления волокнистый материал промывают теплой, а затем холодной водой.

При комбинированном способе беления шерсть, предварительно отбеленную перекисью водорода в кислой среде, обрабатывают в ванне, содержащей ронгалита 2 г/л и оптического белителя 0,5 г/л, в течение 2 ч при температуре 60 °С с последующей промывкой. Степень белизны достигает 80 %, при этом растворимость в щелочах не превышает 20 %.

Наряду с применением периодических способов, беление шерсти стали проводить по непрерывному плюсовочно-запарному способу. Кратковременное воздействие окислителей при непрерывном способе беления оказывает меньшее деструктирующее воздействие на волокно и позволяет достичь более устойчивой белизны.

Для непрерывного способа беления используют раствор, содержащий:

- перекись водорода 35%-ную 50–150 мл/л;
- стабилизатор С 15–20 г/л;

- смачиватель 2 г/л;
- NH_4OH до pH = 8.

Степень отжима — менее 100 %. Длительность пропитки волокнистого материала в камере зависит от температуры. При длительном запаривании происходит разрушение волокнистого материала и снижение эффекта беления.

Оптимальное время обработки при 100 °С составляет 4–5 мин, при 80 °С — 15–20 мин и при 60 °С — 90–100 мин. Беление заканчивают промывкой на проходном промывном аппарате.

Увеличение длительности обработки при снижении температуры привело к созданию **полунепрерывного способа беления**. При этом способе ткань пропитывают раствором, содержащим 100–200 мл/л 35%-ной перекиси водорода, 20–50 г/л стабилизатора и 1–2 г/л смачивателя, отжимают до 100%-ного содержания жидкости, после чего свертывают в рулон, закрывают синтетической пленкой и выдерживают при медленном вращении — 10–16 ч в помещении, затем промывают на проходном промывном аппарате. В связи с низкой температурой обработки шерсть практически не повреждается. Чтобы в процессе беления защитить кератин от разрушения, его предварительно обрабатывают в 5%-ном водном растворе формальдегида (pH = 4,4) в течение 30 мин при температуре 50 °С. В этих условиях образуются поперечные мостики между аминогруппами боковых остатков аминокислот. Такое волокно меньше набухает и в большей степени сопротивляется разрушению под воздействием окислителей и восстановителей.

В таблицах 2.24–2.30 представлены усредненные расходы веществ предприятий ПОШ, камвольных и суконных производств.

Таблица 2.24 — Усредненные расходы веществ для промывки немытого шерстяного волокна на предприятиях ПОШ

Химикаты	Текстильные субстраты, г/кг	Примечания
ПАВ, липазы	0,5–1	Неионогенные ПАВ могут использоваться совместно с ферментами липатической активности в одной ванне или раздельно
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	Около 4	

Таблица 2.25 — Усредненные расходы веществ при карбонизации шерстяного волокна

Химикаты	Текстильные субстраты, г/кг	Примечания
H_2SO_4 (100 %)	35–70	Альтернативный процесс — ферментативная карбонизация с целлюлазами (расход ферментов 1–5 г/кг) при снижении расхода воды до 0,5 л на кг
ПАВ	1–3	
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	Около 3	

Таблица 2.26 — Усредненные расходы веществ при промывке-валке шерстяных и шерстьсодержащих тканей (более 50 %)

Химикаты	Текстильные субстраты, г/кг	Примечания
Содово-мыльный раствор или	0–5	Альтернатива — промывка с протеазами (расход воды 2–3 л/кг)
аммиак (100 %)	Около 2.5	
ПАВ	3–20	
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	3–5	

Таблица 2.27 — Усредненные расходы веществ при отбеливании шерстяных материалов (ленты, пряжи, ткани)

Химикаты	Текстильные субстраты, г/кг	Пояснения
H_2O_2 (100 %)	50–75	Проведение процесса по принципу охлаждающейся ванны
Комплексообразователи (стабилизаторы)	5–30	
Аммиак (100 %)	0–20	РН 8–9 с буферной системой (обычно на основе триполифосфата натрия)
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	5–20	

Таблица 2.28 — Усредненные расходы веществ при проведении процесса антисвойлачивания шерстяных материалов

Химикаты	Текстильные субстраты, г/кг
NaCl (в качестве активного хлора)	1–3
H_2SO_4 (100 %)	1–3
ПАВ	0,5–2
Сода	1–5
Na_2SO_3	1–3
Полиамидная смола	1
Смягчающий агент	1
$NaHCO_3$	1–5
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	5–10

Таблица 2.29 — Усредненные расходы веществ подготовки шерстяной и шерстьсодержащей ткани под печатание с использованием хлорсодержащих реагентов

Химикаты	Текстильные субстраты, г/кг	Примечания
Дихлоризоцианурат (1,2 % — 3,8 % активного хлора)	20–60	
Муравьиная/уксусная/серная кислота	10–30	
Дисульфиты натрия или дитионит	20–40	
ПАВ	2–5	
Полимеры (100 %)	10–30	В основном катионные продукты
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	До 10–20	

Таблица 2.30 — Усредненные расходы веществ подготовки шерстяной и шерстьсодержащей ткани под печатание

Химикаты	Текстильные субстраты, г/кг	Примечания
Пероксомоносульфаты	20–60	
Дисульфиты натрия или дитионит	20–60	
ПАВ	2–5	
Полимеры (100 %)	10–30	Катионные и анионные полимеры
Расход воды (л/кг текстильного субстрата)	До 10–20	

Перспективными технологиями беления шерстяных и шерстьсодержащих материалов рассматриваются технологии с применением плазмы и ферментов протеаз и липаз.

2.1.10.4 Подготовка тканей и трикотажных полотен из синтетических волокон и нитей

Синтетические ткани обычно содержат водорастворимую шлихту, замасливатели и случайные загрязнения. Поскольку синтетические волокна и нити производятся в белом виде, то ткани из них обычно не отбеливают. Беление требуется в следующих случаях: при наличии на тканях красителей для маркировки; случайных загрязнений, не удаляемых промывкой; при необходимости получения тканей с очень высокой степенью белизны и выпускаемых в отбеленном виде.

Трикотажные полотна и ткани из синтетических волокон подготавливают в растворе анионактивных или неионогенных ПАВ (1–4 г/л) и кальцинированной соды или тринатрийфосфата (1–2 г/л) при температуре 60 °С — 100 °С (в зависимости от природы волокна) в течение 20–60 мин с последующей промывкой, используя периодический или непрерывный способ.

При подготовке синтетических материалов к крашению используются мыло и другие моющие средства. В ряде случаев вводят немного карбоната натрия. Отваривание проводится в мягких условиях. Трикотаж из синтетических волокон, за исключением особо белых полотен, не требует беления. Синтетическое волокно отбеливать труднее, чем хлопчатобумажное, и обычные отбеливатели, такие как гипохлорит натрия и пероксид водорода, не дают высокого отбеливающего эффекта. Беление хлоритом натрия эффективно, но хлорит натрия разрушает оборудование. Только применение стеклянных, керамических и некоторых пластмассовых (например, политетрафторэтиленовых) конструкционных материалов или особой стали (с присадками титана) исключает коррозию оборудования. При белении волокон хлоритом натрия из-за выделения вредного газообразного диоксида хлора следует соблюдать требования охраны труда. По этим причинам беление хлоритом натрия в трикотажном и шелковом производстве применяется редко.

Текстильные материалы из ПАН-волокон рекомендуется отваривать в нейтральной среде. Это связано с омылением нитрильных групп и пожелтением волокна в щелочной среде. Для беления тканей из полиамидного волокна наиболее безопасно применять мягко действующий хлорит натрия — из-за чувствительности этого волокна к окислению. Беление осуществляется в течение 40–60 мин при температуре 60 °С — 80 °С, при значении pH 3,5, полученном с помощью муравьиной кислоты в присутствии активатора (пирофосфата натрия). Кроме того, для беления тканей из этих волокон могут быть рекомендованы восстановители. В ряде случаев при очень мягких условиях допускается применение пероксида водорода.

Технология с применением пероксида водорода включает пропитку при температуре 60 °С — 65 °С в растворе, содержащем, г/л:

- пероксид водорода (30 %) 2;
- метасиликат натрия 1,5–2;
- смачиватель 0,5.

В случае появления желтоватого оттенка для беления применяется хлорит натрия, который в данном случае более эффективен, чем пероксид водорода и гипохлорит натрия. Текстильные материалы из этих волокон отбеливают в растворах, содержащих 3–5 г/л хлорита натрия, в течение 1–1,5 ч при температуре 90 °С — 95 °С, при pH 3,5. В последнее время хлорсодержащие реактивы исключаются из технологических процессов.

Трикотажные полотна из ПАН-волокна отваривают в анионактивных или неионогенных растворах ПАВ или их смеси (до 2 г/л) при температуре 80 °С — 90 °С. Полотна из этого волокна не обладают устойчивостью к щелочным средам при высокой температуре, поэтому добавлять кальцинированную соду и другие щелочные реагенты в моющий раствор не рекомендуется, так как обработка в этих условиях может привести к пожелтению волокна. Частично пожелтение можно устранить при обработке в слабых растворах кислот.

Белению подвергают небольшой объем полотен, предназначенных для печатания по белому фону. Некоторые виды ПАН-волокон неустойчивы к действию кислородсодержащих окислителей, поэтому беление лучше проводить восстановителями (гидросульфитом натрия) или хлорсодержащими отбеливателями. В случае необходимости беление проводится с помощью хлорита натрия. Хорошие результаты могут быть

получены при использовании дихлоризоцианурата натрия (1–3 г/л активного хлора) при температуре 80 °С — 90 °С и pH 3,5–4,5 в течение 30–45 мин.

Типовой режим **подготовки тканей и трикотажного полотна из полиэфирных волокон** заключается в обработке в растворах ПАВ (1–2 г/л) (температура 80 °С — 90 °С) и обработке оптическим отбеливателем. Либо в отваривании при 65 °С в течение 20 мин с использованием моющих средств неионогенного типа, например чистящемоющего препарата Неонол 9/10 БВ 1 % — 3 % от массы полотна при модуле ванны 1 : 30.

В случае необходимости рекомендуется использовать для беления хлорит натрия, но даже этот отбеливатель не всегда эффективен, а пероксид водорода и гипохлорит натрия белизну ПЭ материалов почти не повышают.

Технологические условия подготовки трикотажа, выработанного на основе **нейлонового волокна,** заключаются в обработке при температуре 60 °С в течение 20–30 мин при модуле ванны 1 : 15–20 в растворе мыла или моющего средства концентрацией 1–3 г/л. Если трикотаж сильно загрязнен, в варочный раствор можно ввести кальцинированную соду. Для получения изделий с особой степенью белизны проводят беление надуксусной кислотой или хлоритом натрия:

- хлорит натрия 0,5–1 г/л;
- pH 4–5;
- температура 70 °С — 80 °С;
- модуль ванны 1 : 20–30;
- продолжительность 30–60 мин.

Так как беление хлоритом натрия требует особого оборудования, то чаще применяют беление восстановителями в сочетании с ООВ однованным способом. Такой способ прост, но приводит к нестабильной белизне. Обработку проводят при температуре 100 °С, модуле ванны 1 : 30, в течение 40–60 мин составом, %:

- ООВ 1–1,5;
- отбеливающий препарат Т (смесь дитионита натрия с пирофосфатом натрия) 2;
- выравниватель 102-1.

Технология беления тканей и **трикотажного полотна из смесей волокон** (например, хлопковискозного, хлопковинилового, хлопкополиэфирного, хлопкокотонин-полиэфирного или из сочетания разных синтетических нитей (териленонитрил, териленонейлон, нитрилонейлон)) близка к технологии для однородных синтетических волокон.

Совершенно новыми являются **трикотажные полотна из полиамида в сочетании с эластомерами,** например волокнами LYCRA от DuPont (США), DORLASTAN от Bayer AG (Германия), а также фирм Японии, Италии, Англии и США. Преимущества эластичных текстильных материалов: легкость в уходе, малая сминаемость, высокая формостойкость, высокая комфортность ношения одежды.

В смесях используется 3 % — 20 % эластомерных волокон. Удлинение эластомерных волокон составляет 5 % — 600 %. Наилучшие свойства эластичности сохраняются при температуре от 0 °С до 35 °С. Эластомерные волокна используются в различной форме в тканях, трикотажных и вязаных полотнах: в чистом виде, в обвитом виде, крученой, с пневмоперепутыванием.

Поверхность эластомерных волокон не является гладкой, поэтому следует наносить силиконовые замасливатели в количестве 2 % — 6 %, можно в сочетании с произ-

водными жирных кислот. Для восстановления (релаксации) трикотажных полотен, включающих эластомерные волокна, наиболее применяемым является фиксация горячим воздухом при температуре 190 °С — 195 °С в течение 25–60 с. Стабилизированный таким образом материал для сохранения эластичности на дальнейших стадиях обработки следует минимально натягивать, не подвергать мокрым обработкам при температуре более 100 °С, за исключением смесей с ПЭФ. Термофиксация может снизить эластичность до 20 %.

Чаще беление синтетических материалов сводится к обработке оптически отбеливающими веществами (ООВ), т. е. красителями, способными поглощать УФ-радиацию дневного света и излучать флюоресценцию, тем самым нивелировать желтизну текстильного материала. В таблице 2.31 представлены данные по нормам расхода ООВ в отделке текстиля в некоторых странах.

Таблица 2.31 — Характеристика и нормы расхода оптических отбеливающих веществ

Фирма-изготовитель, страна	Норма расхода, % от массы ткани	Строение	Применение
Россия	0,05–0,1	Производные стильбена	Для целлюлозных волокон в перекисной ванне
Россия	0,1–0,2	То же	Для лавсана и его смесей с хлопком
Россия	0,05–0,1	То же	Для целлюлозных волокон
Чехия	0,02–0,1 (периодический способ) 0,05–0,2 (непрерывный способ)	4,4-триазолилстильбен-2,2-дисульфонат натрия	Для целлюлозных волокон и их смесей с синтетическими волокнами
Польша	0,05–0,1	Производные стильбена	То же
Швейцария	0,05–0,1	Производные имидазола и стильбентриазина	Для целлюлозных, полиамидных и белковых волокон
Швейцария	0,05–0,1	То же	Для полиэфирных, ацетатных и полиакрилонитрильных волокон
Германия	0,05–0,2	Производные стильбентриазина и пиразолона	Для целлюлозных и полиамидных волокон
Германия	0,02–0,07	Производные стильбентриазина и пиразолона	Для целлюлозных и полиэфирных волокон

2.1.10.5 Беление тканей и трикотажных полотен на основе искусственных волокон

Целью подготовки шелковых тканей и трикотажных полотен является удаление замасливателей, водорастворимых красителей, которые используются для маркировки нитей, и случайных загрязнений. Замасливатели наносят на волокна нитей для уменьшения трения, сцепляемости, склеивания друг с другом и электризуемости. Замасливатели — это композиция, составленная из минерального масла, эмульгатора, антистатика и других вспомогательных веществ. Содержание замасливателей на волокнах и нитях достигает 3 % — 3,5 % от массы волокна, поэтому операция отделки полотен начинается с удаления замасливателей.

Особенностью искусственных полотен является то, что они не содержат трудноудаляемых примесей, поэтому их подготовка проводится в более мягких условиях, чем полотен и изделий из хлопка.

В процессе отваривания трикотажных полотен происходит выравнивание петельной структуры волокна, снятие внутренних напряжений, возникающих в нитях в процессе прядения и вязания. Если полотна изготовлены из окрашенных нитей или пряжи, то для них также проводится операция по удалению замасливателей. Для этих полотен процесс отварки называется термином «промывка-релаксация».

Построение технологического процесса строится с учетом того, что большинство полимеров, из которых изготовлены волокна, термопластичны. Обработка полотен в водной среде при повышенных температурах может приводить к образованию заломов и заминов, поэтому обработку проводят при минимальном напряжении, чаще в расправленном виде, а не в жгуте, при четком соблюдении температурных параметров обработки.

Оборудование может быть непрерывного и периодического действия. Линии непрерывной обработки установлены на предприятиях большой мощности от 8000 кг/сут (если предприятия производят и продают полотна в отбеленном или окрашенном виде). Из оборудования периодического действия, которое является более распространенным на предприятиях, используют эжекторы и линии, аппараты навойного типа АК-220-Т для обработки основовязаных и кругловязаных полотен в разрезном виде.

При подготовке тканей из гидратцеллюлозных волокон на основе нитей или волокна необходимо обеспечить равномерное поглощение красителей и выявление особенности структуры тканей.

Ткани из вискозных нитей содержат водорастворимые примеси, которые удаляются при обработке раствором ПАВ (1–2 г/л) и кальцинированной соды (0,5–0,8 г/л) при 85 °С — 90 °С в течение 45–60 мин с последующей промывкой теплой и холодной водой. При выпуске белых тканей проводят беление по запарному способу в слабощелочных растворах пероксида водорода (2–7 г/л), стабилизированных метасиликатом натрия, с последующим запариванием при 100 °С в течение 2–3 мин и промывкой.

Типовой режим подготовки тканей и трикотажных полотен из вискозных нитей заключается в отварке на оборудовании периодического действия при максимальной температуре 95 °С — 98 °С в течение 30–45 мин. Белящий раствор содержит, г/л: синтетическое моющее средство 1–2, кальцинированную соду или тринатрийфосфат 1–2.

Второй вариант беления предусматривает обработку при температуре 80 °С — 85 °С в течение 30–120 мин, при модуле ванны 1 : 30–40, в варочном растворе, содержащем карбонат натрия 2 г/л и мыло 2 г/л.

После отваривания трикотаж обладает сравнительно высокой степенью белизны, и дополнительно проводить беление обычно не требуется.

Для повышения степени белизны эти полотна при необходимости после отварки отбеливают в слабощелочных растворах пероксида водорода при температуре 80 °С — 90 °С в течение 30–60 мин. Белящий раствор обычно содержит, г/л: пероксид водорода (100 %) 1–2, кальцинированную соду 2, метасиликат натрия 2. Также используют при подготовке одностадийный способ отварки и беления. Если же нужно выпустить особо белое полотно, то применяют оптические отбеливатели и подсинивание.

Ткани и трикотажные полотна из ацетатных нитей выпускают обычно в отбеленном виде. На них присутствуют замасливатель, водорастворимая шлихта, красители для подцветки. Их подготовка сводится к обработке в растворах моющих веществ, но в условиях более мягких, чем для тканей из гидратцеллюлозных нитей. Поскольку ацетатное волокно легко омыляется в щелочной среде и теряет при этом свои свойства, необходимо тщательно соблюдать температуру обработки: не выше 70 °С — 80 °С при отварке в нейтральной среде и не выше 40 °С — 50 °С в присутствии соды. Отбеливание ацетатных тканей производится с помощью хлорита натрия в слабокислых растворах (pH 4,5) при температуре 60 °С — 70 °С (концентрация по активному хлору 1,5 г/л).

Триацетатные ткани подвергаются при подготовке тем же операциям, что и ткани из ацетатных нитей: отвариванию, промывке-релаксации и белению. Поскольку триацетатные волокна более устойчивы к действию разбавленных щелочей, беление тканей из них можно проводить в щелочной среде

Подготовка трикотажного полотна из ацетатного и триацетатного волокна заключается в проведении отварки в растворах неионогенных ПАВ (1–2 г/л) при максимальной температуре ванны не выше 40 °С в течение 30–40 мин. В некоторых случаях одновременно с отваркой проводят операцию поверхностного омыления, называемую S-отделка. Цель омыления — снижение электризуемости и улучшение накрашиваемости. Для S-отделки в раствор синтетического моющего средства добавляют кальцинированную соду в количестве 10–13 г/л. Полотна из ацетатного волокна обычно не белят, а повышают степень белизны за счет обработки оптическими отбеливателями. Если беление требуется, то лучше отбеливать хлоритом натрия или восстановителями, например дитионитом натрия.

При белении дитионитом натрия в ванну вводят ПАВ (1–2 г/л) и дитионит натрия (1,5–2 г/л). Ванну нагревают до температуры 70 °С, обрабатывают 45–60 мин и промывают полотно сначала теплой, потом холодной водой, т. е. беление можно совмещать с отваркой, а при белении хлоритом сначала проводят отварку для удаления замасливателей, а потом беление хлоритом натрия (в слабокислой среде pH = 4–4,5).

Полотна из триацетатного волокна более устойчивы к действию щелочной среды, поэтому их отварку проводят в растворах ПАВ с добавлением кальцинированной соды или тринатрийфосфата (0,5–1 г/л). Добавка щелочного агента усиливает моющий эффект ПАВ анионного или неионогенного типа, температура обработки 80 °С — 90 °С. S-отделку проводят после отварки в растворе, содержащем небольшое количество гидроксида натрия (3–4 г/л) при температуре 80 °С — 90 °С в течение 30–40 мин. Для

повышения степени белизны в основном используют оптические отбеливатели, а если требуется химическое беление, то лучше проводить обработку хлоритом натрия или восстановителями.

2.1.10.6 Практические технологии подготовки льняной ровницы и тканей

Особенности в подготовке изделий из льна обусловлены гистологической структурой льняного волокна и наличием большого количества природных примесей (до 25 % массы). Чтобы добиться высокой степени очистки изделий и сохранить техническое волокно, не разрушив его до элементарных волокон, целесообразно, неужесточая условия подготовки, проводить этот процесс многостадийно.

Обычно льняные предприятия в своем составе имеют пряжебельный цех, где производят обработку ровницы и пряжи, и отделочное производство, в которых ткани добеливаются, окрашиваются или печатаются и проходят заключительную отделку в зависимости от назначения. Под облагораживанием следует понимать проведение таких процессов химической обработки ровницы и пряжи, после которых волокно частично освобождается от соединений, сопровождающих целлюлозу. В результате повышается капиллярность и белизна волокна и приобретается ряд других свойств, необходимых для последующих обработок. Применяемые в настоящее время технологические процессы отличаются от прежних значительно меньшей продолжительностью, при этом целлюлоза подвергается меньшему разрушению (т. е. степень полимеризации целлюлозы снижается значительно меньше).

Подготовка льняной ровницы

Специфика выработки льняных тканей бытового назначения заключается в том, что при их выработке используют пряжу, прошедшую операции обработки химическими веществами. При выборе технологии облагораживания льняных материалов учитывают вид волокна и последующий способ прядения.

Различают волокно стланцевое, моченцевое, паренцовое и луб. Также различают волокно чесаное, очес, короткое волокно и котонин (штапелированное хлопкоподобное волокно).

В системе льнокомбинатов обработку начинают с ровницы. В настоящее время отбеливают ровницу, из которой изготавливают полубелую пряжу и, соответственно, полубелые ткани, и только затем ткани добеливают. Паковки ровницы отбеливают в закрытых аппаратах периодического действия, например в аппаратах типа АКД при температуре 98 °С — 100 °С в течение 1–3 ч. Варочный раствор содержит 0,5–3 г/л пероксида водорода (100 %), 5–10 г/л силиката натрия и 0–5 г/л карбоната натрия, непенящийся ПАВ-0,1–1 г/л. Отваренную ровницу тщательно промывают и кислуют.

Основой всех современных технологий облагораживания ровницы является способ окислительной варки, в которой совмещены две основные обработки: отварка и беление. Отварка без отбеливания проводится ограниченно только для получения пряжи с природной окраской льняного волокна. Такая пряжа используется для выработки пестротканей, бортовки и изделий из «серого» льна. Отваренная пряжа может быть получена или путем отварки суровой пряжи, или путем прядения отваренной ровницы. Отваренная пряжа предназначается для изготовления тканей бытового назначения, не подвергающихся в дальнейшем отбеливанию. Технологический процесс отвар-

ки ровницы должен быть таким, чтобы создавались благоприятные условия для прядения при минимальной обрывности.

Для ровницы из очеса применяют более слабые режимы обработки с целью сохранения необходимой длины волокна.

Технологический процесс отварки ровницы состоит из следующих обработок: отварка — промывка — кислование — промывка.

Отварка является основной операцией, при которой происходят необходимые изменения волокна и его состава. Концентрация щелочи дается в зависимости от степени огрубления и вида волокна. Отварку ровницы производят при температуре 95 °С — 100 °С в течение 100–120 мин. Разогрев до указанной температуры продолжается 30–40 мин.

Промывка ровницы предназначена для удаления непрореагировавшей щелочи и соединений, образованных при отварке. Применяются две промывки горячей водой по 10 мин каждая с прибавлением в первую промывную ванну для ее активизации триполифосфата (0,5–0,6 г/л). Кислование ровницы уксусной кислотой (1,1–1,2 г/л) нейтрализует остатки щелочи и уменьшает зольность, что способствует снижению обрывности и запыленности при дальнейшем перематывании пряжи. Кислование ровницы при температуре 50 °С — 55 °С производится в течение 15 мин. Далее ровницу промывают холодной или теплой водой в течение 5 мин.

Параметры технологического процесса щелочной отварки суровой пряжи (из чесаного волокна или очеса) в зависимости от вида волокна не изменяются, при этом щелочность создается за счет смеси кальцинированной (13–14 г/л) и каустической (2,5–2,7 г/л) соды. Общая щелочность составляет 7,5–8 г/л. Все остальные параметры, включая состав раствора, последовательность операций и т. д., те же, что при обработке суровой ровницы.

Технологический процесс окислительной варки ровницы или пряжи состоит из обработок: кислование в растворе серной кислоты, нейтрализация, окислительная варка, промывка, кислование в растворе уксусной кислоты, промывка. Для кислования наиболее целесообразным является применение серной кислоты (1,4–1,7 г/л) с добавлением смачивателя (0,25–0,3 г/л). Обработка продолжается в течение 25 мин при температуре 35 °С — 40 °С. Далее с целью нейтрализации остаточной серной кислоты дается обработка раствором щелочи в течение 5 мин до остаточной концентрации 0,1–0,2 г/л, считая на едкий натр. Такая обработка предотвращает выпадение двуокиси кремния в начальной стадии обработки при окислительной отварке. Положительным в применении кислоты является также частичное удаление соединений, содержащих катионы (меди, железа и др.).

Обработку ровницы ведут в закрытых аппаратах. Для получения ½ белой ровницы технологический режим такой же, как и для ½ белой ровницы, но количество перекиси водорода уменьшают на 25 %. При большом содержании на волокне (стланцевом недолежалом, моченцовом) покровных тканей и наличии мягкой воды в раствор для окислительной варки добавляют 1 г/л 60%-ного мыла. Ввиду отсутствия отжима уменьшить влажность обработанной ровницы в два раза можно пропаркой ее в аппарате типа ОБ-500-Л или продувкой воздухом в сушильных аппаратах. Обработку ровницы пропаркой можно вести только при использовании катушек из нержавеющей стали. Ровница после промывки подвергается обработке паром под давлением 2 атм в течение 30 мин.

Для обработки ровницы из короткого волокна концентрация кальцинированной соды снижается, а общая щелочность в сочетании с силикатом натрия составляет 3–3,2 г/л, считая на едкий натр. Концентрация остальных компонентов такая же, как и для ровницы из очеса. Собственно, окислительная отварка проводится при температуре 95 °С — 98 °С в течение 70 мин. Разогрев до этой температуры продолжается 40–50 мин. Промывку производят дважды горячей водой по 10 мин каждая, при этом в ванну для первой промывки добавляют триполифосфат натрия. Так же, как и после щелочной отварки, производят кислование уксусной кислотой и промывку. Повышение концентрации силиката натрия увеличивает его расход, стабильность щелочно-силикатно-перекисного раствора, а также белизну пряжи. Использование его в растворах окислительной варки пряжи несколько повышает ее белизну без повышения расхода активного кислорода, несмотря на повышение pH-раствора.

Нормы расхода химических материалов для варки и беления ровницы приведены в таблице 2.32.

Таблица 2.32 — Нормы расхода химических материалов для варки и беления ровницы, % от массы ровницы

Химические материалы	Отваренная ровница																							
	из стланцевого волокна (высокие вытяжки)			из стланцевого волокон на (обычные вытяжки)		из моченцового волокна (высокие вытяжки)		из лубяного волокна (обычные вытяжки)			из стланцевого волокна (высокие вытяжки)						из стланцевого волокна (обычные вытяжки)		из моченцового волокна (высокие вытяжки)			из моченцового волокна (обычные вытяжки) чесаного льна	из лубяного волокна (высокие вытяжки) однотипного волокна
	чесаного льна	очеса	короткого	чесаного льна	очеса	чесаного льна	очеса	чесаного льна	очеса	смесь короткого волокна и очеса	чесаного льна	повышенной белизны чесаного льна	высокой белизны чесаного льна	очеса	высокой белизны очеса	короткого	чесаного льна	очеса	чесаного льна	повышенной белизны чесаного льна	очеса		
Кальцинированная сода	21,0	11,0	7,6	18,0	10,0	24,0	15,0	4,2	8,5	6,8	18,5	18,5	10,0	8,0	6,0	4,0	11,2	7,2		18,5	11,0		2,0
Каустическая сода	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	14,4 2,0	6,8 2,0	8,5 2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,2	1,0	11,0	3,5	14,4 2,0
Бисульфит натрия	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,3			11,2	11,2	10,0	9,0	10,0	8,8	9,6	8,0	16,8	11,2	1,2	12,0	3,4
Силикат натрия	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	0,4	1,3	1,3	1,0	2,2	4,0	1,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,2	2,2	0,3	1,2	1,3
Уксусная кис-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,7	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,5	0,3	0,4
	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		1,7	1,7	1,5	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	2,0
											1,6		1,0	1,6	1,0	1,6	1,6	1,6	1,6		9,8	1,6	

лота											8,5	8,5	4,5	8,5	4,5	8,5	8,2	7,9	9,8	9,8	0,2	9,8	5,0
Смачиватель											0,2	0,2	0,15	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		0,2	
Триполифосфат													2,5		2,5								
													2,0		2,0								
Серная кислота												8,0								8,0			
Перекись водорода																							
Сернокислый магний																							
Хлорит натрия																							
Нитрат натрия																							
Хлорамин																							

Примечания

1 При обработке лубяной ровницы из смеси короткого волокна и очеса без давления расход каустической соды повышается до 14 % (вместо 8,5 %, предусмотренных при обработке под давлением).

2 При отсутствии хлорамина применяется обработка гипохлоритом натрия, при этом расход жидкого хлора составляет 2 %, а расход каустической соды увеличится на 2,4 %.

3 При большом содержании на моченцовом волокне покровных тканей и при наличии мягкой воды предусматривается расход мыла в количестве 1,0 %.

Варка и беление **льняной и льносодержащей пряжи** в бобинах производятся в основном только на тех предприятиях, где нет своей прядильной фабрики. Обработку льняной, льнолавсановой пряжи производят в аппаратах типа ОБ-500Л при модуле ванны 1 : 8,5, плотности намотки 0,32–0,37 г/см^3, загрузке 500 кг, а хлопчатобумажной — при модуле ванны 1 : 13, плотности намотки 0,23–0,25 г/см^3 и загрузке 300 кг. Обработку пряжи в мотках осуществляют в аппаратах с насосом при модуле ванны 1 : 7 и в аппаратах Зворыкина при модуле ванны 1 : 19. Режимы варки и беления пряжи в бобинах и нормы расходов химреактивов приведены в таблицах 2.33–2.35.

Типовые технологические режимы беления пряжи разработаны для получения 1/2 белой пряжи. Для получения 1/4 белой пряжи количество перекиси водорода уменьшают на 25 %, концентрацию всех других компонентов не изменяют. Также не изменяются и другие параметры. Нейтрализацию серной кислоты после предварительного кислования производят каустической или кальцинированной содой. Допускается производить нейтрализацию как без слива раствора, так и после слива раствора. При обработке льнолавсановой пряжи концентрацию щелочи и активного кислорода в растворах снижают в соответствии с содержанием лавсанового волокна.

Таблица 2.33 — Технологические процессы варки пряжи в бобинах и мотках

Процессы обработки, состав раствора и параметры	Единица измерения	Обработка пряжи в бобинах		Обработка пряжи в мотках	
		из льняного и оческового волокна (Ml:8,6)	из льняного с 33 % лавсанового волокна (M1:8,5)	из льняного и оческовогo волокна (Ml:7)	из льняного и оческовогo волокна (Ml:19)
Щелочная варка					
Кальцинированная сода	г/л	13,0–14,0	17,0–18,0	14,0–15,0	5,0–5,5
Каустическая сода	г/л	2,5–2,7	0,9–1,0	2,7–2,8	0,8–0,9
Бисульфит натрия	г/л	0,9–1,0	0,9–1,0	0,9–1,0	0,4–0,5
Силикат натрия	г/л	0,9–1,0	0,25–0,35	0,9–1,0	0,4–0,5
Смачиватель	г/л	0,25–0,35	6,7–7,0	0,25–0,35	0,1–0,15
Щелочность в пересчете на едкий натр	г/л	7,7–8,0		4,5–8,8	2,7–3,0
Продолжительность обработки:	мин	40	40	40	40
подогрев до 95 °С — 98 °С	мин	120	120	120	120
обработка при 95 °С — 98 °С					
Промывка					
Горячая вода при	мин	20	20	20	20
65 °С — 70 °С с триполифосфатом	г/л	0,5–1,0	0,5–1,0	0,5–1,0	0,2–0,3
Горячая вода при 65 °С — 70 °С (два раза)	мин	10	10	10	10
Холодная вода при 10 °С — 20 °С	мин	10	10	10	10
Кислование					
Уксусная кислота	г/л	1,1–1,2	1,1–1,2	1,1–1,2	0,4–0,5
Температура раствора	°С	25–30	25–30	25–30	25–30
Продолжительность обработки	мин	30	30	30	30
Промывка					
Холодная вода при 10 °С — 20 °С (один раз)	мин	10	10	10	10

Щелочность растворов при обработке льнолавсановой пряжи создают добавлением кальцинированной соды и силиката натрия. Беление льняной и оческовой пряжи без лавсанового и с вложением лавсанового волокна можно производить не только жидкостным, но и запарным способом окислительной варки.

Таблица 2.34 — Типовые технологические процессы беления пряжи в бобинах и мотках способом окислительной варки

Процессы обработки, состав раствора и параметры	Ед. измерения	Обработка пряжи в бобинах				Обработка пряжи в		
		из льняного и очесового волокна (Ml:8,5)	из льняного с 33% лавсанового волокна (Ml:8,5)	из льняного с 50% лавсанового волокна (Ml:8,5)	из хлопкового волокна (Ml:13)	из льняного и очесового волокна (Ml:17)	(Ml:19)	из хлопкового волокна (Ml:30)
Предварительное кислование								
Серная кислота	г/л	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0		1,5-2,0	1,1-1,2	
Смачиватель	г/л	0,25-0,35	0,25-0,35	0,25-0,35		0,25-0,35	0,25-0,35	
Температура раствора	°С	30-35	30—35 25	30-35 25		30-35 25	30-35 25	
Продолжительность обработки	мин	25						
Нейтрализация раствора после кислования								
Каустическая сода (после нейтрализации)	г/л	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2				
Температура раствора	°С	30-35	30-35	30-35 10			0,1-0,2	
Продолжительность	мин	10	10			0,1-0,2	30-35 10	
Окислительная варка после слива нейтрализационного раствора						30-35 10		
				0,1—0,2				
	г/л	0,1—0,2	0,1—0,2	0,3—0,5	0,1—0,2			0,08-0,1
Сернокислый магний	г/л	0,3—0,5	0,3—0,5	9,5—10,0	0,3—0,5			0,2-0,25
Триполифосфат	г/л	3,2—3,3	11,0-12,0	9,0—10,0	2,3—2,4		0,05-0,1	1,2—1,3
Кальцинированная сода	г/л	12,0-13,0	11,0-12,0		4,0—5,0		0,15-0,2	2,0—2,5
Каустичекая сода	г/л				0,25-0,35	0,1—0,2		0,25-0,35
Силикат натрия							1,7—1,9	
Смачиватель						0,3—0,5	4,0—5,0	

Примечание — Для беления льняной и оческовой пряжи можно применять запарной способ окислительной варки. При этом после разогрева до температуры 95 °С — 98 °С раствор сливают и в течение 30 мии производят запаривание при 95 °С — 98 °С без избыточного давления.

При проведении первой стадии технологического процесса окислительной варки (разогрев до 95 °С — 98 °С) расходуется большая часть щелочи, а главное активного кислорода, поэтому к концу процесса возможны случаи полного расхода кислорода, что приводит к преобладанию процесса щелочной варки.

Динамика расхода силиката натрия показывает, что концентрация его уменьшается в течение всего процесса. Поэтому для уменьшения отрицательных явлений, которые могут развиваться во второй стадии процесса (обработка при температуре 95 °С — 98 °С), разработан процесс, в котором вторая жидкостная стадия процесса заменяется процессом запаривания.

При окислительной варке суровой пряжи и ровницы удельная вязкость целлюлозы и добротность пряжи повышаются с меньшей потерей массы волокна, чем при щелочно-перекисной подготовке. При окислительной варке и уменьшенной концентрации щелочи в растворах при одном и том же содержании силиката натрия лучшие белизну пряжи и удельную вязкость целлюлозы можно получить, если в качестве щелочного реагента применять едкий натр. При этом резко снижается расход активного кислорода. При увеличении количества силиката натрия расход активного кислорода уменьшается.

При одной и той же концентрации в растворе силиката натрия и метасиликата натрия (по содержанию SiO_2) в метасиликатном растворе, несмотря на повышенное значение pH, расходуется меньшее количество активного кислорода. При окислительной варке в дистиллированной воде (очень мягкой без солей) пряжа имеет меньшую белизну (при большем расходе активного кислорода), чем при окислительной варке пряжи в более жесткой воде.

Таблица 2.35 — Нормы расхода химических материалов для варки и беления пряжи, % от массы пряжи

Химические материалы	Варка пряжи			Беление пряжи					
	льняной и оческовый		льнолавсановой с 33 % ПЭ	льняной и оческовой		хлопчатобумажной		льнолавсановой на аппаратах ОБ-500Л	
	на аппаратах ОБ-500Л	в мотках	на аппаратах ОБ-500Л	на аппаратах ОБ-500Л	в мотках	на аппаратах ОБ-500Л	в мотках	с 33 % лавсана	с 50 % лавсана
Кальцинированная сода	12,0	12,0	15,0					10,0	8,0
Каустическая сода	2,3	2,2	0,9	4,0	5,0	3,0	4,4	1,0	1,0
Бисульфит натрия	0,9	1,0	0,9	11,0	10,0				
Силикат натрия	0,9	1,0	1,0	1,0	2,0	6,0	8,3	9,0	8,0
Уксусная кислота	0,9	0,9	0,3	0,3	0,3	1,4	1,8	1,0	1,0
Смачиватель типа ОП-10	0,3	0,3	0,8	1,5	1,0	0,4	0,8	0,3	0,3
Контакт		1,0		1,6	4,0				
Триполифосфат	0,8	0,8		9,5	9,5	0,7	0,8	1,5	1,5
Серная кислота								1,6	1,6
Перекись водорода				0,2	0,1	4,0	4,3	5,0	4,0
Стеарокс						0,2			

В настоящее время на предприятиях РФ используют в основном непрерывные **способы беления льняной и полульняной ткани,** для определенных артикулов ткани применяют полунепрерывные способы беления в джиггерах. Большинство льняных и полульняных тканей отбеливают в жгуте. Имеется тенденция к внедрению технологий беления расправленным полотном для универсальных линий. Особенно это актуально для полульняных, льнолавсановых тканей, тканей с цветными нитями и тканей подвижной структуры.

Для жгутового отбеливания используют линии ЛЖО-1-Л (классический вариант) или ЛЖО-1-Л-1 (сокращенный вариант). Линии отличаются числом секций. На ЛЖО-1-Л реализуется непрерывный щелочно-гопохлоритно-перекисный способ беления. Линия состоит из пяти секций, каждая секция имеет мойно-матерчатые машины со свободным жгутом МС-260-1Л, компенсаторы и аппарат АВЖ-1 л для запаривания или вылеживания ткани.

1-я секция предназначена для расшлифовки ткани. В классической технологии ткани пропитываются раствором гипохлорита и вылеживаются определенное время. В последние годы предприятия перешли на обработку ткани вместо гипохлорита раствором щавелевой кислоты, считая это более экономичным и способствующим повышению количества ткани. Режим обработки: ткань пропитывается раствором щавеле-

вой кислоты с концентрацией 2–2,4 г/л при температуре 50 °С — 60 °С, отжимается и вылеживается в АВЖ от 1–1,5 ч, затем промывается водой в машине МС при температуре воды 50 °С — 60 °С. Есть предприятия, где внедрены технологии ферментативной расшлихтовки амилазами с последующей промывкой щавелевой кислотой.

2-я секция: обработка ткани щелочно-перекисном раствором, состоящим из пропитки ткани стабилизированным перекисным раствором, отжима, запаривания при температуре 85 °С — 90 °С в течение 1–1,5 ч в АВЖ, промывки сначала горячей водой 60 °С — 65 °С, потом холодной водой.

3-я секция: обработка раствором гипохлорита, включая пропитку, отжим, вылеживание в АВЖ 1–1,5 ч без нагревания, промывку в нескольких машинах МС холодной водой.

4-я секция: обработка щелочно-перекисным раствором для выравнивания белизны. Ткань или пропитывается раствором перекиси водорода, отжимается, запаривается, или вылеживается в растворе при температуре 80 °С — 85 °С в течение 1–1,5 ч. Затем промывается горячей и холодной водой. Предпочительно держать в растворе.

5-я секция: кисловка раствором серной или щавелевой кислоты с последующим вылеживанием в АВЖ 30 мин и промывкой холодной водой. После чего следует обработка раствором кальцинированной соды с концентрацией 0,6–0,8 г/л для нейтрализации остатков кислоты и окончательная промывка водой. Для повышения белизны ткани в последнюю промывную машину вводится оптический отбеливатель.

Данный технологический процесс отбеливания используют для наиболее трудноотбеливаемых тканей, например изготовленных из ровницы окислительной варки. Так как ассортимент льняных тканей очень разнообразен, то предприятия используют и укороченные технологические схемы беления. Так, на линии ЛЖО-1-Л-1, имеющей три секции, не применяется гипохлоритная обработка, а используется только щелочно-перекисный способ беления.

Кроме жгутовых способов обработки, на предприятиях применяют поточные линии для беления тканей расправленным полотном.

На настоящий момент гипохлоритную обработку заменяют на бесхлорные технологии беления, где гипохлоритная обработка заменена на биоотварку или дополнительную стадию перекисного беления.

Подготовка пестротканых льносодержащих тканей

Льняная промышленность РФ выпускает достаточно большой объем пестротканей, которые изготовляют из окрашенной пряжи. Когда ткань не имеет белых участков и более чем на 80 % изготовлена из цветной пряжи, то в отделочном производстве для нее проводят только операцию расшлихтовки. Ткани, выработанные на основе вареной пряжи и ровницы, не подвергаются белению. Для них используется технология расшлихтовки (в растворах кислот, ферментов или щелочная расшлихтовка) или технологическая схема подготовки по операциям: расшлихтовка — щелочная отварка — кислование — промывка.

Типовое оборудование льнопроизводства

Современное оборудование для отварки, беления и крашения льняной пряжи в бобинах и навоях обладает более высокой универсальностью, унификацией и уровнем автоматизации. Отечественные аппараты подверглись существенному совершенствованию за счет введения вакуумирования, механизации и автоматизации управления,

повышения удельной скорости циркуляции, снижения модуля ванны и др., например АКД и АКДС-601(602).

Новое поколение пряжекрасильных аппаратов типа АКД для крашения под давлением позволяет проводить процессы мокрых обработок при температурах выше 100 °С и повышенных статических давлениях, исключающих закипание рабочего раствора на всасывающей линии циркуляционного насоса и предупреждающих кавитацию. Для обработки паковок различных форм существует набор комплектующих изделий, состоящий из корзин, цилиндров или стержней для загрузки в них волокна, чесаной ленты в клубках и пряжи в бобинах. Цифровые индексы маркировки аппаратов означают: первые цифровые индексы указывают на объемы красильных баков, составляющие обычно 2, 3 и 6 $м^3$, индекс «О» — степень автоматизации; последние индексы: 1 — аппараты для обработки волокна, чесаной ленты в клубках или ровницы; 2 — для обработки пряжи или ниток.

Применение вакуума — один из наиболее эффективных методов интенсификации процессов пропитки, обеспечивает быстрое объемное и равномерное поглощение воды и реагентов, т. е. рабочего раствора, что позволяет существенно повысить степень пропитки, сократить время заполнения красильного бака рабочим раствором и время крашения. Повышает качество продукции, снижает расход воды, пара и электроэнергии, ускоряет процесс фиксации красителя и т. п., при этом ускоряются диффузионные процессы.

На рисунке 2.24 показана технологическая схема скоростного аппарата АКД-601 (АКДС-601-Л), предназначенного для интенсивной жидкостной обработки (крашения, беления, промывки) непряденого волокна, льняной ровницы или чесаной ленты при температуре до 140 °С, рабочем давлении 0,4 МПа, вакууме до 90 %. В состав аппарата входят: 1 — расширительный сосуд, предназначенный для компенсирования изменяющегося объема жидкости при ее нагревании и охлаждении; 2 — отсек (80 л) для химических добавок (ОХД); 3 — охладитель, предназначенный для охлаждения раствора, поступающего в расширительный сосуд; 4 — красильный бак. В центре бака расположен стержень для фиксации носителя, в упор бака встроена обводная система 7 (байпас), обеспечивающая полный слив отработанного раствора из бака; 5 — вакуум-насос для обезвоздушивания текстильного материала; 6 — приготовительный бак с мешалкой М; 8 — осевой (реверсивный) циркуляционный насос, работающий с удельной скоростью циркуляции 30 л (кг)/мин, т. е. невысокой скоростью, что требуется для исключения гидромеханического повреждения ровницы или чесаной ленты; 9 — центробежный подпиточный насос, предназначенный для внесения добавок в рабочий раствор и создания в баке статического давления.

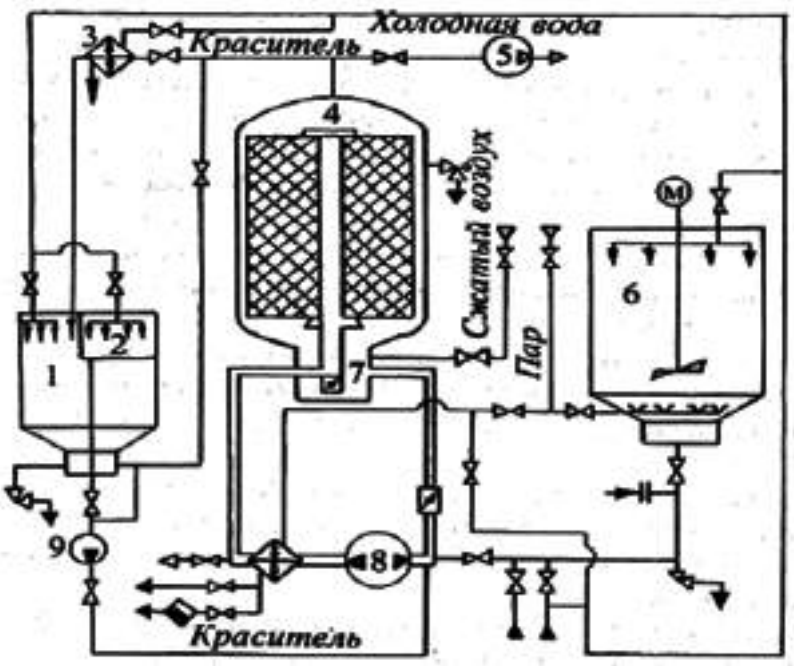


Рисунок 2.24 — Технологическая схема аппарата АКДС-601

Аналогичную схему имеют аппараты типа АКДС-602, предназначенные для обработки пряжи и ниток из натуральных и химических волокон, но в сравнении с ровницей и чесаной лентой пряжа и нитки более устойчивы к гидродинамическому воздействию циркулирующего раствора, что позволило повысить удельную скорость циркуляции до 60 л (кг)/мин с помощью центробежного насоса. Для изменения направления циркуляции в упор бака АКДС-602 встроен инвертор, т. е. устройство для переключения направления циркуляции раствора, а в остальном аппараты идентичны.

Дальнейшее совершенствование пряжекрасильного оборудования привело к созданию аппаратов типа АКДН для низкомодульного крашения при модуле ванны (5–9) : 1. Неполное заполнение красильного бака жидкостью позволяет упростить конструкцию аппарата, так как отпадает необходимость в расширительном сосуде, подпиточном насосе и охладителе. Это способствует снижению в 1,5 раза расхода воды и сброса ее в канализацию. На предприятиях нашей страны установлены низкомодульные аппараты типа АКДН (например, фирмы «Хисака» (Япония), «Крантц» и «Тисс» (ФРГ)), отличающиеся низким модулем ванны (от 3,5 : 1 до 15) и повышенной степенью автоматизации технологических процессов и управления на основе микропроцессорной техники.

Высокотемпературная красильная машина под давлением применяется для отварки, беления, крашения и промывки хлопкового, шерстяного и синтетического волокна, пряжи в мотках и бобинах под давлением или без давления.

Технические характеристики аппаратов типа АКДН приведены в таблице 2.36.

Таблица 2.36 — Технические характеристики аппаратов типа АКДН

Показатели	Загрузка							
	10	25	30	50	100	200	–300	–500
Размер красильного бака, мм	Ø450 × 810	Ø500 × 1350	Ø600 × 1500	Ø900 × 1500	Ø1200 × 1500	Ø1400 × 1500	Ø1600 × 1900	Ø1700 × 1900

Окончание таблицы 2.36

Показатели	Загрузка							
	10	25	30	50	100	200	–300	–500
Площадь нагревания, м^2	0,3	0,5	0,6	1,5	4,0	6,5	7,3	10,5
Мощность, кВт	4	5,5	7,5	11	15	30	37	55

Аппарат красильный под давлением АКД-6-2Л предназначен для беления, крашения и других мокрых обработок под избыточным давлением до 3 кг/см^2 и при температурах до 130 °С льняной пряжи в бобинах и льняной ровницы на катушках В льновпроизводстве также широко используются универсальные машины типа джиггеров и эжекторов

Некоторые цеха модернизируется с установкой одно- и двухсекционных линий беления. Техническая характеристика односекционной отбельной линии обработки расправленным полотном: удельный расход на 1000 м ткани пара — 676 кг, воды — 1,5–2 м^3. Типовая технологическая схема получения льняных и полульняных тканей на основе ровницы и окислительной варки представлена в таблице 2.37.

Таблица 2.37 — Типовая технологическая схема получения льняных и полульняных тканей на основе ровницы и окислительной варки

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии Концентрации растворов без учета разбавления промывными водами
Суровая льняная ровница	Окислительная варка ровницы с предварительным и заключительным кислованием	Отбеленная ровница	Котлы	
Пряжа полубелая на основе отбеленной ровницы	Крашение кубовыми красителями	Окрашенная пряжа		

Продолжение таблицы 2.37

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии Концентрации растворов без учета разбавления промывными водами
Суровая полулубелая ткань, ошлихтованная крахмальной шлихтой или полубелая ткань с цветной пряжей менее 50 %	Ферментативная расшлихтовка	Расшлихтованная ткань	Плюсовочно-накатное оборудование (Бенингер), джиггеры (Кюстерс, Мицера), эжекторы (Soft floy), а также первые секции линий фирмы Бенингер, Вакаяма	Стоки — промывные воды, содержащие продукты ферментативного гидролиза крахмала (олигосахариды и простые сахара), фермент амилаза
Расшлихтованная ткань	Щелочно-пероксидное беление (повтор стадии для льняных и полульняных тканей)	Отбеленная ткань		Стоки — промывные воды, содержащие щелочные реагенты (гидроксид натрия менее 0,1 г/л, каустическая сода менее 0,02, сода кальцинированная 1,3 г/л, силикат натрия <1,2 г/л), перекись водорода (100 %) 0,05 г/л, триполифосфат натрия 0,1 г/л, мочевина 0,5 г/л, ПАВ 0,01 г/л, сернокислый магний 0,02 г/л Тепловыделение Вещества, загрязняющие воздух

Окончание таблицы 2.37

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии Концентрации растворов без учета разбавления промывными водами
Отбеленная ткань	Промежуточное беление для льняных тканей в растворах гипохлорита натрия (процесс, исключаемый из технологического режима)	Отбеленная ткань		Гипохлорит натрия 0,1 г/л, силикат натрия 0,03 г/л, перекись водорода 0,2 г/л, едкий натр 0,2 г/л Тепловыделение Вещества, загрязняющие воздух
Отбеленная ткань (кроме тканей с цветной пряжей)	Крашение активными или кубовыми красителями	Гладкокрашеная ткань	Джиггеры, эжекторы, специализированные линии для льняных и льносодержащих тканей для холодного способа крашения активными красителями (Бенингер), плюсовочно-запарного и термофиксационного способа, Амдес	Кубовый краситель или активный, триполифосфат натрия 0,2 г/л, синтамид 0,02 г/л, гидросульфид натрия 0,2 г/л, силикат натрия 0,1 г/л
Гладкокрашеная ткань и ткань с цветной пряжей	Аппретирование	Готовая ткань	Линии Амдес, ЛЗО, Текстима, Вакаяма	Крахмал или синтетические жирные кислоты, или воск, или глицерин, или силикат натрия, мыло 60 %, трагант, ультрамарин, нашатырный спирт, белый краситель (оптический отбеливатель)

Типовая технологическая схема получения серых льняных и полульняных тканей на основе ровницы щелочной варки приведена в таблице 2.38.

Таблица 2.38 — Типовая технологическая схема получения серых льняных и полульняных тканей на основе ровницы щелочной варки

Входной поток	Этап процесса	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии Концентрации растворов без учета разбавления промывными водами
Суровая ровница	Щелочная варка	Отваренная ровница	Котлы для крашения пряжи DMS 04 HT, для волокна DIL-YARN	Раствор соли
	Прядение			
Суровая ткань на основе пряжи вареной	Кислование и (или) ферментативная расшлихтовка или биоотварка	Расшлихтованная и подготовленная ткань	Рулоно-перемоточного типа (джиггеры), эжекторы, односекционные линии типа Бенингер, Амдес, Вакаяма	Ферменты амилаза и (или) пектиназа <0,1 г/л Щавелевая, уксусная или серная кислота <0,1 г/л
Расшлихтованная и подготовленная ткань	Печатание пигментами	Напечатанная ткань	Тканепечатные агрегаты и линии: Шторк, Уника, SACM	Красители, ПАВ
Напечатанная, расшлихтованная и подготовленная ткань	Заключительная отделка (аппретирование с использованием безформальдегидных или малоформальдегидных аппаратов в зависимости от назначения ткани)	Готовая ткань	Линии Амдес, ЛЗО, Текстима, Вакаяма	Крахмал, или синтетические жирные кислоты, или воск, или глицерин, или силикат натрия, мыло 60 %, трагант, ультрамарин, нашатырный спирт

2.1.10.7 Типовые режимы подготовки и крашения чулочно-носочных трикотажных изделий

Технология отделки чулочно-носочных изделий определяется видом сырья и обрабатываемых изделий. Для четкого представления о технологической последова-

тельности отделки чулочно-носочных изделий все основные виды выпускаемой продукции можно разделить на четыре основные группы:

1) чулки, носки, гольфы и колготки из хлопчатобумажной пряжи, из смеси хлопка с шерстью и синтетическими волокнами, из смеси шерсти с синтетическими волокнами, выпускаемые в отбеленном виде или подвергаемые крашению;

2) женские чулки из комплексной нити капрон или полиамидной текстурированной нити эластик гладкокрашеные;

3) чулки и колготки из одиночных текстурированных полиамидных нитей эластик левой и правой крутки, выпускаемые гладкокрашеными и не подвергаемые формованию или подвергаемые только полуформованию;

4) пестровязаные чулочно-носочные изделия или изделия из предварительно окрашенной пряжи.

Изделия, связанные из суровых нитей, проходят основные отделочные операции по схеме: отваривание — промывка — крашение или печатание — промывка — отжим — сушка — формование (или прессование, или отделка на манекенах).

В таблице 2.39 приведены последовательность технологических операций и характеристика оборудования для отделки чулочно-носочных изделий, изготовляемых на вязальном оборудовании средних и низких классов из суровой пряжи и подвергаемых отвариванию, крашению, белению. Изделия из синтетических волокон перед крашением могут подвергаться предстабилизации (предфиксации) для предотвращения образования заломов и заминов в процессе крашения в машинах барабанного типа. Предфиксацию проводят и для деталей или купонов перед раскроем и пошивом, что облегчает стачивание деталей и исключает образование неровных морщинистых швов. В некоторых случаях промывку-релаксацию не выполняют, заменяя ее запариванием в терморелаксационных аппаратах или прессованием для чистошерстяных деталей с плосковязальных машин. Кроеные трикотажные изделия, как правило, изготовляются из уже отделанных полотен, поэтому на заключительном этапе они подвергаются прессованию или формованию. В некоторых случаях выполняют печатание и крашение штучных изделий (см. таблицу 2.39).

Таблица 2.39 — Технологические операции при отделке чулочно-носочных изделий из хлопка и его смесей с искусственными и синтетическими волокнами и из шерсти и полушерсти

Вид отделки	Операции	Оборудование
	Комплектование партии	
Отбеленные	Отваривание — беление — аппретирование	Аппараты барабанного типа КТ — 100 «Колормат — 800»
Гладкокрашеные светлых тонов	Отваривание — беление — аппретирование	То же
Гладкокрашеные темных тонов	Отваривание — беление — аппретирование	То же
	Отжим	Центрифуга Тв-1200 или ФМБ-160-Тк-01, Колормат — 800
	Разборка по десятку пар	–
	Сушка-формование	Формовочные машины ЧНО-86, ЧНО-86А
	Браковка	
	Складывание	–
	Упаковка	–

Изделия из синтетических нитей или из смеси синтетических и натуральных волокон, в которой доля синтетических волокон превышает 50 %, перед сшиванием подвергают предстабилизации (предфиксации) в аппаратах. Они представляют собой герметически закрывающийся горизонтальный автоклав. Изделия подвешивают на шпинделе каретки или укладывают в лотки, установленные на каретке. Загрузка изделий в каретку осуществляется вне аппарата. Затем каретку закатывают внутрь автоклава, дверцу герметично закрывают и включают насос. Воздух из камеры отсасывают с помощью вакуум-отсоса. После установления пониженного давления (60–80 кПа) в камеру подают насыщенный пар и при температуре 85 °С — 100 °С осуществляют запаривание изделий в течение 15–30 мин. По окончании запаривания снова включают вакуум-насос и отсасывают из камеры пар и воздух до давления 50 кПа, благодаря чему пар удаляется из изделий и изделия подсушиваются. После полного цикла обработки, продолжительность которого 30–45 мин, камеру открывают, каретку с изделиями выкатывают и в камеру закатывают новую каретку. Предварительное вакуумирование ускоряет релаксацию, так как облегчает проникание влаги внутрь волокна.

Кроме того, обработка при пониженном давлении в отсутствии воздуха исключает окислительные процессы, которым особенно подвержены полиамидные волокна. Технологические параметры предстабилизации:

- разрежение в камере 90 %;
- продолжительность вакуумирования 2–3 мин;
- температура нагревания 85 °С — 95 °С;
- продолжительность обработки паром 15–25 мин;
- разрежение после второго вакуумирования 85 %;
- продолжительность вакуумирования 3–5 мин;
- общая продолжительность цикла обработки 40–50 мин.

Для предстабилизации может быть использована терморелаксационная камера или аппарат типа УКФ-72. Промывку-релаксацию штучных изделий, связанных из окрашенной пряжи, проводят в стиральных машинах различных конструкций. Изделия в мешках загружают в перфорированный барабан через загрузочный люк. Дверцу люка герметично закрывают, ванну заполняют моющим раствором и включают электродвигатель, который вращает барабан с заданной частотой. В нижней части ванны расположен змеевик с паром для нагревания моющего раствора. Машины выпускаются с загрузкой от 10 до 100 кг изделий. Модуль ванны от 1 : 10 до 1 : 30, расход воды 50–70 л/кг обрабатываемых изделий. Температура моющего раствора составляет 30 °С — 40 °С. Общая продолжительность цикла обработки — 40–50 мин.

Промывку-релаксацию проводят в растворах неионогенных ПАВ (синтанол, синтамид) концентрации 0,5–0,6 г/л. Далее изделия промывают водой и аппретируют. Изделия из чистошерстяной пряжи обрабатывают 60%-ным раствором уксусной кислоты в количестве 0,1 г/л или проводят обработку для уменьшения свойлачивания и усадки. Изделия из синтетических волокон обрабатывают антистатиками. После промывки-релаксации в стиральных машинах изделия отжимают в центрифугах с загрузкой не более 20–50 кг. Например, центрифуга имеет вместимость от 20 до 50 кг. Загрузка в центрифугу изделий из чистошерстяной пряжи не превышает 20 кг, а чистошерстяных изделий до 16 кг. Продолжительность цикла составляет 15–20 мин.

Для беления чулочно-носочных изделий из хлопка и смеси хлопка с искусственными и синтетическими волокнами (детские носки, чулки, колготки, получулки, женские носки, выпускаемые в белом цвете) применяют белящий раствор, содержащий пероксид водорода, гидроксид натрия, силикат или метасиликат натрия, смачиватель и ООВ.

Изделия, связанные из суровых нитей, подвергаются сначала отвариванию, далее размасливанию, а затем крашению. Технология крашения и составы красильных ванн при крашении чулочно-носочных изделий аналогичны технологии и составам, применяемым для крашения красителями соответствующих классов трикотажных полотен в периодически действующем оборудовании.

В агрегатах чулки подвергаются предфиксации (запариванию), крашению и сушке-формованию. Агрегат имеет цилиндрическую камеру, в которой осуществляются все перечисленные операции. Обработка чулок производится на металлических формах, установленных на восьми каретках, по 36 форм на каждой каретке. Две каретки находятся на участке обслуживания 1, вторая пара кареток в это время находится в камере, где осуществляются крашение и другие операции, третья — в сушильной камере 3, а четвертая — в дополнительном подсушивающем устройстве, расположенном за основной сушильной камерой.

Эта установка дает возможность обрабатывать не только капроновые чулки, но и колготки, и хлопчатобумажные чулки из пряжи высокой линейной плотности. По окончании загрузки формы съезжаются, верхняя часть камеры поднимается и каретки по направляющим поступают в камеру. Верхняя часть камеры опускается, герметично закрывается с помощью специальных затворов, и в нее подается пар. Продолжительность запаривания — 15–20 с, температура — 125 °С. Затем на изделия через форсунки распыляется раствор, содержащий краситель и текстильно-вспомогательные вещества. Использование принципа крашения путем распыления обеспечивает получение высоких экономических показателей, снижает расход воды, химических материалов, уменьшает объем сточных вод. Продолжительность крашения составляет 2–3 мин при

температуре 115 °С — 120 °С. После крашения изделия промываются водой, подаваемой в камеру по трубопроводу. Вода с помощью сжатого воздуха распыляется через форсунки на изделия. По окончании крашения и промывки автоматически открывается затвор, колпак камеры поднимается и две каретки, находившиеся в ней, перемещаются в сушильную камеру, где осуществляются сушка и формование изделий.

Для сушки используется горячий воздух, засасываемый из помещения вентиляторами. Для нагревания он проходит на своем пути калориферы и подается в верхнюю часть камеры, а оттуда поступает на изделия (сверху вниз). Отработавший влажный воздух удаляется из камеры по специальным каналам, соединенным с общецеховой вентиляционной системой. Высушенные и отформованные изделия опять поступают в зону обслуживания, где рабочий снимает их с форм, укладывает в лотки или на столы, расположенные рядом с рабочим местом, и надевает новую партию изделий. Продолжительность цикла составляет 5–7 мин. Весь процесс автоматизирован, кроме съема и надевания изделий на формы. Производительность — 320–540 пар/ч. Агрегат для отделки трикотажных изделий представлен на рисунке 2.25.

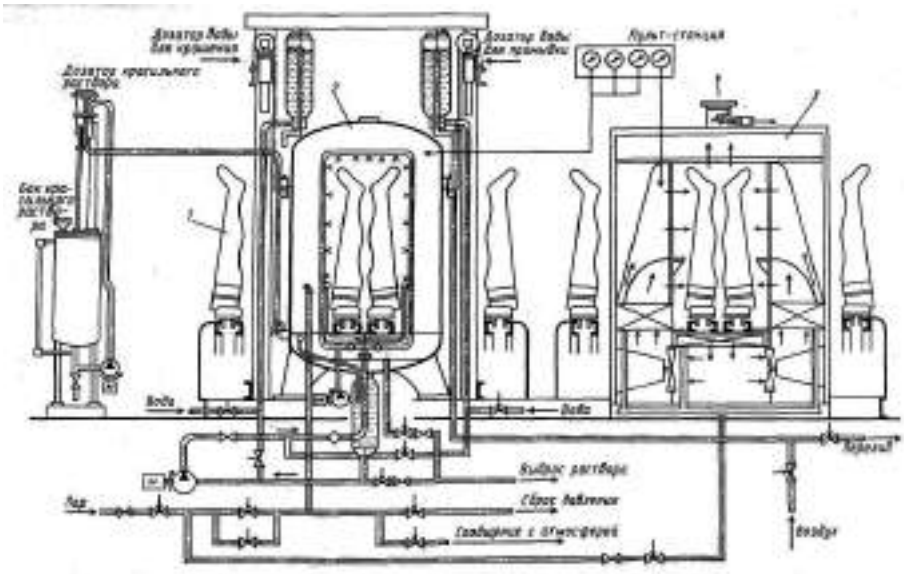


Рисунок 2.25 — Агрегат для отделки трикотажных изделий

Единовременная загрузка изделий в машину — 70–80 капроновых чулок или 60 эластичных и хлопчатобумажных изделий. Максимальное давление пара в камере — 300 кПа, расход воды без повторного использования — 510 л/ч, с повторным использованием — 60 л/ч.

Обработку чистошерстяных изделий проводят при модуле 1 : 20. Сначала изделия промывают, затем хлорируют и красят. Хлорирование проводят в растворе дихлоризоцианурата натрия при pH 3,5 в присутствии муравьиной кислоты. Температура обработки — 20 °С, продолжительность — 20–30 мин. После хлорирования изделия промывают и проводят антихлорирование в растворе метабисульфита натрия при температуре 35 °С в течение 15 мин. Затем изделия снова промывают, нейтрализуют и окрашивают металлокомплексными красителями. Краткая характеристика отделочного оборудования для трикотажных изделий приведена в таблице 2.40.

Таблица 2.40 — Краткая характеристика отделочного оборудования для трикотажных изделий

	Марка оборудования		
Количество форм, шт.	6	12	22
Энергоисточник	Электроэнергия		
Установленная мощность, кВт	8,6	12,72	17,75
Температура в камере, °С	До 200	До 200	До 200
Производительность при отделке носков, пар/ч			
- после крашения и отжима до влажности не более 50 %	150–180	180–250	260–350
- в том числе и до 15 % — 20 % перед формировкой	До 200	До 300	До 450

Использование нового поколения оборудования позволяет получать штучные трикотажные изделия с улучшенным качеством формирования и стабилизации, экономить электроэнергию не менее чем в три раза, увеличить съем продукции с занимаемой площади в 2,7 раза. При этом себестоимость заключительных операций снижается в 2–2,5 раза. Так, аппарат КТ-100 представляет собой перфорированный барабан из нержавеющей стали, разделенный вертикальными и радиальными перегородками на девять секций, каждая из которых имеет заправочное отверстие, закрываемое крышкой. По окончании крашения и промывки изделия вручную выгружают в тележку, а затем транспортируют к центрифуге, где отжимают до влажности 50 % — 60 %. Далее их выгружают из центрифуги и направляют на разборку. Рабочий вручную разбирает изделия и складывает их по десять пар. Основным недостатком этой технологической цепочки является большое число ручных операций, необходимость перегрузки и транспортирования мокрых изделий от одного оборудования к другому.

Машины барабанного типа, соединяющих в себе обычную машину барабанного типа для жидкостных обработок и центрифугу, выпускаются многими фирмами России, Германии, Франции, Австрии и Италии. Использование этих машин позволяет увеличить производительность труда в 1,5–1,6 раза, снизить энергозатраты, расход воды и химических материалов. Благодаря снижению модуля обработки до 1 : 7 улучшается качество выпускаемых изделий. При этом значительно улучшаются санитарно-гигиенические условия труда, так как машина герметически закрыта и в процессе обработки нет выделений паров и воды. Организована автоматическая подача растворов. После загрузки изделий передняя дверца герметично закрывается, аппарат заполняется водой, из бачков, расположенных сбоку от машины, подаются концентрированные растворы химических материалов и красителей. Максимальная температура обработки — 104 °С, частота вращения барабана — 4–1000 об/мин. Вместимость ванны составляет 400 л, т. е. модуль крашения не превышает 1 : 5.

Режим крашения женских чулок и колготок из текстурированной капроновой нити эластик в периодическом аппарате приведен в таблице 2.41.

Таблица 2.41 — Режим крашения женских чулок и колготок из текстурированной капроновой нити эластик в периодическом аппарате

Операция	Режим обработки		Состав ванны, г/л
	температура, °С	время, мин	
Загрузка изделий	–	4	–
Наполнение ванны водой с одновременным подогревом	45	4	–
Подача химматериалов	45	2	0,5 смачивателя
Замачивание изделий	45	5–7	0,05–0,1 пеногасителя
Введение красителя	45	3	
Нагревание ванны и крашение	45–98	10	По рецепту
Крашение изделий	98	20	
Косвенное охлаждение	98–60	5–7	
Слив раствора и промежуточный отжим при частоте вращения барабана 200 мин$^{-1}$	–	4	
	45	5	
Наполнение аппарата водой, подогревание воды и промывка	–	3	–
Слив раствора	–	2	–
Промежуточный отжим при частоте вращения барабана 200 мин$^{-1}$	–	4	–
Отжим при частоте вращения барабана 500 мин$^{-1}$	–	3	–
Выгрузка изделий			–

После крашения и отжима изделия имеют остаточную влажность 18 % — 20 % ± 5 %, поэтому они не требуют такой интенсивной сушки, как хлопчатобумажные или шерстяные изделия. Изделия разбирают и направляют на подсушку. Для этого используют камерные сушилки для сушки пряжи, туннельные конвейерные сушилки, сушильные барабаны или сушильные камеры. Выпуск изделий осуществляется в неформованном виде. Для повторного использования остаточных красильных ванн машина оборудована дополнительным бачком вместимостью 300 л, расположенным сбоку от нижней части машины. После окончания крашения или беления машина включается на промежуточный отжим с частотой вращения до 300 мин$^{-1}$. После промежуточного отжима и слива красильных растворов в запасной бак или в канализационную систему в машину подается вода для промывки. По окончании промывки изделия отжимаются.

Новейшие машины позволяют обрабатывать практически любые чулочно-носочные изделия и оснащены высокоэффективным фильтром для очистки рабочего раствора, поступающего в машину. Модуль обработки достигает 1 : 9… 1 : 10 против маломодульных машин с модулем 1 : 4,5… 1 : 5,5. Машины имеют вспомогательные баки для системы перекачивания рабочих растворов с целью их повторного использования. Постоянная циркуляция рабочего раствора и высокая частота вращения красильного барабана приводит к сильному пенообразованию, поэтому необходимо ис-

пользовать малопенящиеся смачиватели или вводить в ванну пеногасители (СССР) концентрации 0,05–0,1 г/л. Далее изделия подвергают сушке и формованию.

Создано оборудование для непрерывной отделки и крашения чулок и колготок из полиамидной текстурированной нити эластик (Франция, США, Великобритания, Россия). Принцип обработки состоит в том, что каждая пара чулок или одни колготки в сложенном виде пневматически загружаются в сетчатую ячейку. После загрузки кассета поступает в зону крашения, где погружается в красильную ванну на 30–40 с. Скорость циркуляции раствора — 25 л/с, температура красильного раствора — до 90 °С. По окончании крашения кассета поступает в зону промывки проточной водой, далее в зону отжима, сушки горячим воздухом, нагреваемым паровыми или электрическими калориферами и продуваемым через изделия, помещенные в кассету. Пневмоотсос поочередно выгружает окрашенные изделия в контейнер. Производительность агрегатов варьируется от 750 до 1250 пар/ч, продолжительность цикла — 3–5,5 мин, расход пара — 200–250 кг/ч.

Барабанные красильные машины могут обеспечивать крашение трикотажных и других готовых изделий из различных видов сырья, применяются для использования специальных обработок, например силиконового мягчения, ферментной обработки, влажного и сухого истирания (старения), отбеливания и стирки, отжима окрашенных изделий, что исключает необходимость использования центрифуги. Машины работают при низком модуле красильного раствора (М 1:10–1:4) с использованием системы впрыска и принудительной циркуляции красильного раствора для обеспечения максимальной равномерности крашения. Машина разработана и произведена для работы с корзиной открытого типа оъемом 1318 л и с системой высокоскоростного крашения до 750 об/мин при потребляемой мощности не более 24 кВт. Высокая скорость при отжиме достигается благодаря установленному приводу и балансировочной системе. Характеристика оборудования для сушки, формирования и стабилизации трикотажных изделий приведена в таблице 2.42.

Таблица 2.42 — Характеристика оборудования для сушки, формирования и стабилизации трикотажных изделий

Установленная мощность, кВт	14,4	17,2	24
Размеры обрабатываемых колготок	12–14	От 18	12–18
Температура в камере, °С	200	200	200
Производительность, пара/ч	До 150	До 110	250–300

Сушильная машина состоит из двух перфорированных барабанов, охваченных двумя бесконечными конвейерными лентами-спутниками. В торцевой части барабанов установлены осевые вентиляторы. Воздух нагревается паровыми калориферами. Загрузка изделий в машину осуществляется вручную. Окрашенные и высушенные изделия выгружаются в контейнер. В состав линии может быть включен автомат для упаковки готовых изделий. Скорость движения лент-спутников плавно регулируется с помощью вариаторов от 0,3 до 1,5 м/мин. Диаметр цилиндров 350 мм, рабочая ширина цилиндров и лент-спутников 900 мм. Максимальная температура красильного раствора 95 °С ± 2 °С, максимальная температура сушки 120 °С. Для обеспечения ровной окраски циркуляционные насосы обеспечивают в процессе крашения интенсивную циркуля-

цию раствора и быстрое выравнивание температуры по всей ванне. Общая установленная мощность электродвигателей линии 87,7 кВт, производительность 750 пар/ч.

Отечественное оборудование для сушки, формирования и стабилизации детских и женских колготок из натуральных и смеси волокон обеспечивает проведение следующих операций: сушка, формование, стабилизация, глажение (прессование). Весь цикл технологической обработки разбит на четыре этапа, которые соответственно протекают в четырех зонах машины: / — зона обслуживания, где изделия вручную надевают на движущиеся формы и снимают с них по окончании цикла отделки; // — термическая камера для тепловой обработки изделий (сушка и стабилизация); /// — зона прессования, на которой изделия разглаживаются; *IV* — зона охлаждения.

Аппарат для сушки, формирования и стабилизации детских и женских колготок представлен на рисунке 2.26.

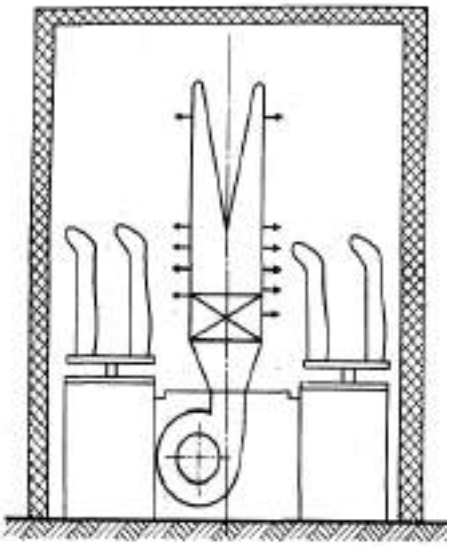


Рисунок 2.26 — Аппарат для сушки, формирования и стабилизации детских и женских колготок

Нагрев воздуха может осуществляться паром (до температуры 130 °С при работе машины в режиме сушки) и электричеством (выше 130 °С при работе в режиме стабилизации).

Пресс, установленный на выходе из камеры, служит для окончательной отделки изделий путем пропаривания и глажения (прессования). Пресс состоит из двух вертикально расположенных плит. Температура в камере при высушивании составляет 80 °С — 130 °С, при стабилизации — 160 °С — 180 °С.

Пестровязаные чулочно-носочные изделия и изделия из окрашенного волокна в красильно-отделочном производстве подвергаются замачиванию, отжиму и сушке-формованию. Затем они направляются в выпускной цех, где проходят браковку, складывание и упаковку. Замачивание осуществляется в аппаратах барабанного типа в растворах, содержащих поверхностно-активные вещества, а иногда просто в воде. В процессе замачивания изделия могут быть подвергнуты аппретированию. Замачивание обеспечивает хорошие условия формования. В таблице 2.43 приводится режим замачивания чулочно-носочных изделий.

Таблица 2.43 — Режим замачивания пестровязаных носков в аппарате

Операция	Температура, °С	Продолжительность операции, мин
Загрузка изделий, наполнение аппарата водой и подогрев	20–45	15
Замачивание	45–50	20–25
Отжим		7
Выгрузка		3

Далее изделия разбирают и подвергают сушке, формованию, стабилизации. Для сокращения продолжительности отделки вместо замачивания изделия иногда запаривают в запарном устройстве формовочной машины или в терморелаксационном аппарате.

Отделка перчаток и варежек, по существу, не отличается от отделки носочных изделий из шерсти, полушерсти, смеси шерсти с синтетическими волокнами. Крашение и аппретирование проводят или в аппаратах барабанного типа, или в красильных машинах пропеллерного типа. Промывка-релаксация и валка перчаточных изделий проводятся в стиральных машинах. После отжима изделия подвергаются сушке-формованию в формовочных машинах. Принцип обработки в таких машинах тот же, что и в формовочных машинах для формования чулочно-носочных изделий. Отечественной и зарубежной промышленностью выпускается перчаточная формовочная машина. Для формования перчатки или варежки надевают на металлические формы и обдувают горячим воздухом в термокамере.

Некоторые изделия из шерсти, шерсти с пухом, смеси шерсти с синтетическими волокнами и пухом подвергают валке. Целью валки является уплотнение структуры изделия, повышение его теплоизоляционных свойств и улучшение внешнего вида. Валку проводят в стиральных или красильных машинах барабанного типа после промывки-релаксации. Валочный раствор содержит мыло и соду. После валки изделия промывают, отжимают и сушат. Температура валки составляет 40 °С — 45 °С.

2.2 Крашение

В следующих пунктах описаны общие принципы и наиболее часто используемые методы крашения для различных текстильных материалов, приведено типичное красильное оборудование, а также используемые текстильные вспомогательные вещества (ТВВ).

2.2.1 Общие принципы процессов крашения

Под крашением понимают физико-химический процесс взаимодействия волокнистых материалов с красителями, в результате которого волокно приобретает окраску, устойчивую к внешним воздействиям в процессе эксплуатации.

Процесс крашения текстильных материалов представляет собой самопроизвольный переход молекул или ионов красящего вещества из раствора в волокно. Поскольку процесс этот осуществляется в гетерогенной среде, его можно условно подразделить на несколько физико-химических стадий:

- диффузия красителя в растворе к поверхности волокна;
- адсорбция молекул красителя этой поверхностью. Этот процесс контролируется сродством (субстантивностью) красителя к волокну;
- диффузия их внутрь волокнистого материала. Эта стадия является лимитирующей (самой медленной). Краситель проникает внутрь через раскрывающиеся при набухании субмикроскопические поры;
- сорбция и окончательная фиксация на внутренней поверхности волокна.

Роль каждой из перечисленных стадий не всегда однозначна и определяется условиями проведения процесса крашения, природой красящего вещества и окрашиваемого волокна, а также средой, в которой осуществляется этот процесс.

Технологический процесс крашения можно проводить по периодическому, непрерывному и полунепрерывному способам, которые включают следующие этапы:

- приготовление красильного раствора;
- процесс крашения — пропитка красильным раствором;
- фиксацию;
- промывку и сушку.

Для фиксирования красителя в волокне в зависимости от его вида и класса красителя используют:

- насыщенный водяной пар (100 °С — 105 °С);
- перегретый водяной пар (140 °С — 180 °С);
- горячий сухой воздух (150 °С — 220 °С);
- ИК-излучение;
- токи высокой и сверхвысокой частоты.

Незафиксированный в процессе тепловой обработки краситель удаляют из окрашенного материала при его последующей промывке, режим которой определяется прежде всего классом используемого красителя.

Периодическим называют такой способ крашения, при котором партия волокна, пряжи или ткани в течение более или менее продолжительного времени (например, 20–90 мин, а иногда и более) окрашивается в одной красильной ванне. При этом все физико-химические стадии протекают одновременно, но с разными скоростями.

Необходимую концентрацию красителя и других вспомогательных веществ в красильном растворе устанавливают в соответствии с требуемой интенсивностью окраски текстильного материала и красящей способностью красителя.

Длительность процесса крашения и его температурный режим регулируют таким образом, чтобы за меньшее время достигнуть наибольшего выбирания красителя из красильной ванны и получить при этом наиболее равномерные и стойкие к действию различных факторов окраски.

По периодическому способу можно окрашивать волокна, чесаную ленту, жгут, пряжу, ровницу, трикотаж и ткань.

Непрерывным называют способ крашения, при котором окрашиваемый материал, непрерывным потоком проходя через красильную ванну, находится в растворе красителя ограниченное время, после чего проходит зоны: фиксации, промывки и сушки.

При практическом осуществлении непрерывных процессов крашения стадии нанесения красильного раствора на текстильный материал и фиксирования красителя в волокне чаще всего разделяют. На первой стадии текстильный материал пропитывают в течение 1–3 с концентрированным раствором красителя при максимально высокой температуре (верхний предел ее определяется конструкцией пропиточного устройства, а также стойкостью красителя и окрашиваемого волокна к действию повышенных температур). В целях интенсификации процесса пропитки используют различные физические методы воздействия на окрашиваемый материал.

Полунепрерывные способы крашения заключаются в том, что пропитку текстильного материала, промывку и сушку проводят на оборудовании непрерывного действия, а фиксацию красителя — периодическим способом.

Оборудование для крашения текстильных материалов делится на три группы:

- для крашения волокнистой массы;
- для крашения пряжи и гребенной ленты;
- для крашения ткани и трикотажных полотен.

Отечественные аппараты для крашения волокна в массе — Тип АКД — аппарат красильный под давлением является универсальным и может использоваться также для отварки и беления, пропитки и промывки, обезвоживания. Обработка волокон производится при температуре 145 °С и давлении 3–4 атм. В зависимости от химической природы обрабатываемых волокон выпускаются следующие виды данных аппаратов: АКДС-С — скоростной; АКДУ-У — универсальный; АКД-А — с автоматическим программированным управлением технологическим процессом. Аппараты АКД выпускают в виде двух модификаций: модификация 1 предназначена для обработки волокна в виде ленты или ровницы; модификация 2 — для обработки пряжи и ниток.

Носители пряжи и ровницы представляют собой вертикальные стержневые конструкции из нержавеющей стали. Носители волокна — корзины с поддонами для паковок волокна. Носители ленты — стержни. Аппарат АКДС предназначен для ускоренного крашения. Длительность обработки сокращается за счет предварительного вакуумирования материала, интенсивной циркуляции раствора, высокого темпа разогрева.

Значительная часть смесовых тканей и материалов, выпускаемых хлопчатобумажной, шелковой и шерстяной отраслями, вырабатывается из волокон, которые подвергаются крашению перед прядением или ткачеством в виде пряжи и гребенной ленты. Крашение осуществляется в аппаратах периодического или непрерывного действия. Отечественный пряжекрасильный аппарат шкафного типа марки АПК-100 рассчитан на обработку 100 кг шерстяной, 120 кг хлопчатобумажной или 60 кг полиакрилонитрильной пряжи при давлении 0,05 МПа и температуре 108 °С, достигаемой с помощью теплообменника. Пряжу завешивают на специальные штанги двухъярусных кассет с учетом свободного провисания для возможной усадки, кассеты транспортируют на тележках и загружают в аппарат шкафного типа. Принцип обработки заключается в принудительном обмывании неподвижных мотков пряжи рабочим раствором, направление циркуляции раствора меняется. Основным недостатком аппарата является высокий расход химматериалов.

Периодическое крашение тканей и трикотажных полотен осуществляют в форме жгута или расправленным полотном. Для крашения расправленным полотном используют в основном красильно-роликовые машины (джиггеры), а для крашения в жгуте — красильные барки и красильные эжекторные машины.

Красильные эжекторные машины особенно широко используются для высокотемпературного (120 °С — 140 °С) крашения тканей и трикотажных полотен из химических волокон. В них движение ткани осуществляется током жидкости, что исключает деформацию окрашиваемого материала. Машина состоит из нескольких секций (1–8), в каждую из которых загружают один жгут.

Машины эжекторного типа используют для обработки практически любых тканей. Транспортировка жгута может осуществляться двумя способами:

- потоком циркулирующего рабочего раствора (гидродинамический способ);

- потоком газа, например, паровоздушной смеси (аэродинамический способ). Последний способ является наиболее прогрессивным и перспективным. Позволяет максимально быстро развивать высокие скорости движения ткани без деформации.

В зависимости от формы и конструкции ванны машины делят на котловые, трубные и тороидальные. Достоинство машин котлового типа состоит в возможности работы при низком модуле ванны. Модуль красильной ванны характеризует отношение массы красильного раствора к массе окрашиваемого материала. Модуль ванны большинства эжекторных машин не превышает 10 л/кг, а в машинах некоторых конструкций — 2 л/кг. Этим достигаются большая экономия воды, пара, красителей и химических материалов, снижение загрязнения окружающей среды. В среднем низкомодульная технология обеспечивает снижение расхода воды на 50 %, пара на 20 %, материалов на 40 % — 50 %. Соответственно, снижается количество сточных вод.

Вместе с тем снижение модуля ванны обуславливает уменьшение рабочего раствора, который служит средой для транспортировки жгута и осложняет его транспортировку за счет увеличения трения при соприкосновении жгута с механическими частями машины. Недостаток (согласно литературным данным) — плохая управляемость процессом и машиной в целом.

В машинах трубного типа полотно полностью погружено в раствор, не испытывает напряжения, не вытягивается, полностью отсутствует пенообразование, что положительно сказывается на работе насоса. Недостаток использования такого типа машин — больший расход химматериалов.

Примером современных котловых машин эжекторного типа являются красильно-промывные машины итальянского, чешского, китайского производства и др. (см. рисунок 2.27).



Рисунок 2.27 — Внешний вид эжекторной машины для крашения жгутом

Примеры современных эжекторных машин трубного типа приведены на рисунках 2.28 и 2.29. Представленные современные машины оснащены микропроцессорами, которые обеспечивают автоматизацию контроля дозирования (постоянное качественное дозирование). Минимальный модуль ванны для работы современных эжекторных машин котлового типа составляют 1 : 3,5.

В настоящее время широкое распространение получили красильные машины, в которых движение жгута осуществляется по принципу «оверфлоу» или «софтфлоу», что означает принцип переливной трубы, отличающийся мягким воздействием потока на ткань по сравнению с вышеописанными эжекторными машинами.

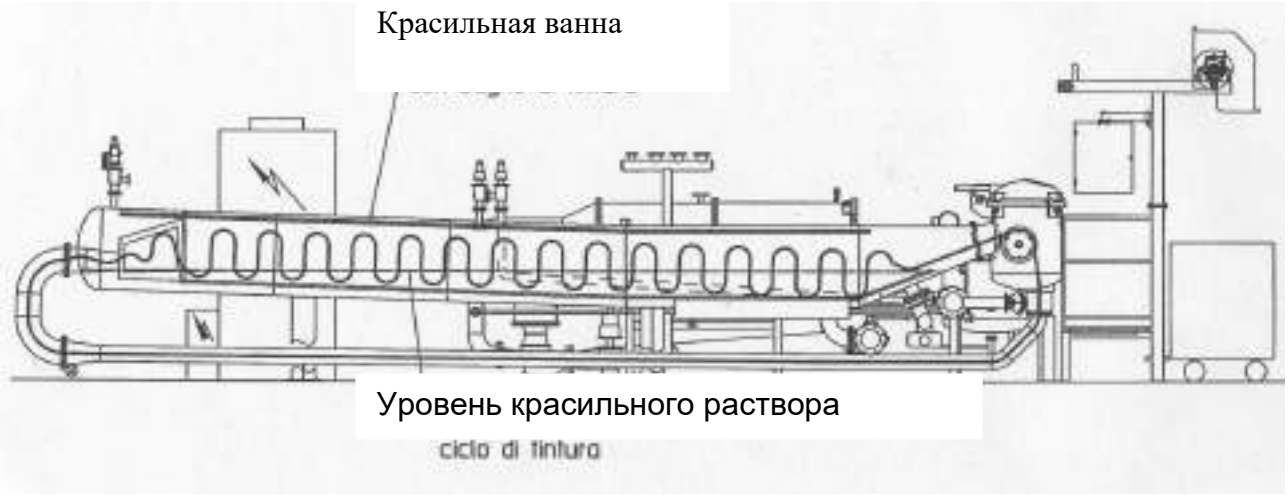


Рисунок 2.28 — Схема длиннотрубной красильной машины для высокотемпературного крашения

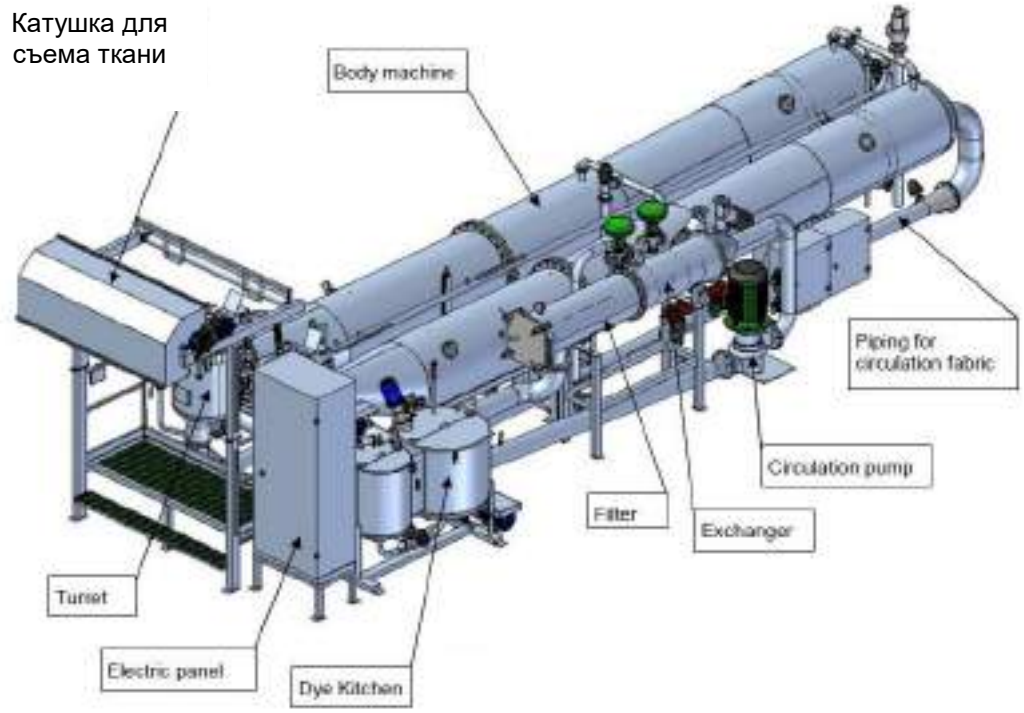


Рисунок 2.29 — Внешний вид длиннотрубной красильной машины для высокотемпературного крашения

Способы непрерывного крашения тканей, как наиболее производительные, получили широкое распространение в хлопчатобумажной, льняной и шелковой промышленности. Линии и агрегаты для непрерывного крашения тканей комплектуются на основе базовых, унифицированных машин, которые можно агрегировать друг с другом в различных комбинациях, отвечающих задачам конкретного технологического процесса. В составы линий входят плюсовки, пропиточные машины с ваннами малого и большого объема, запарные машины, воздушные зрельники, промывные машины с ваннами открытого и закрытого типов и с устройствами для интенсификации промывки, отжимные устройства, сушилки и термокамеры.

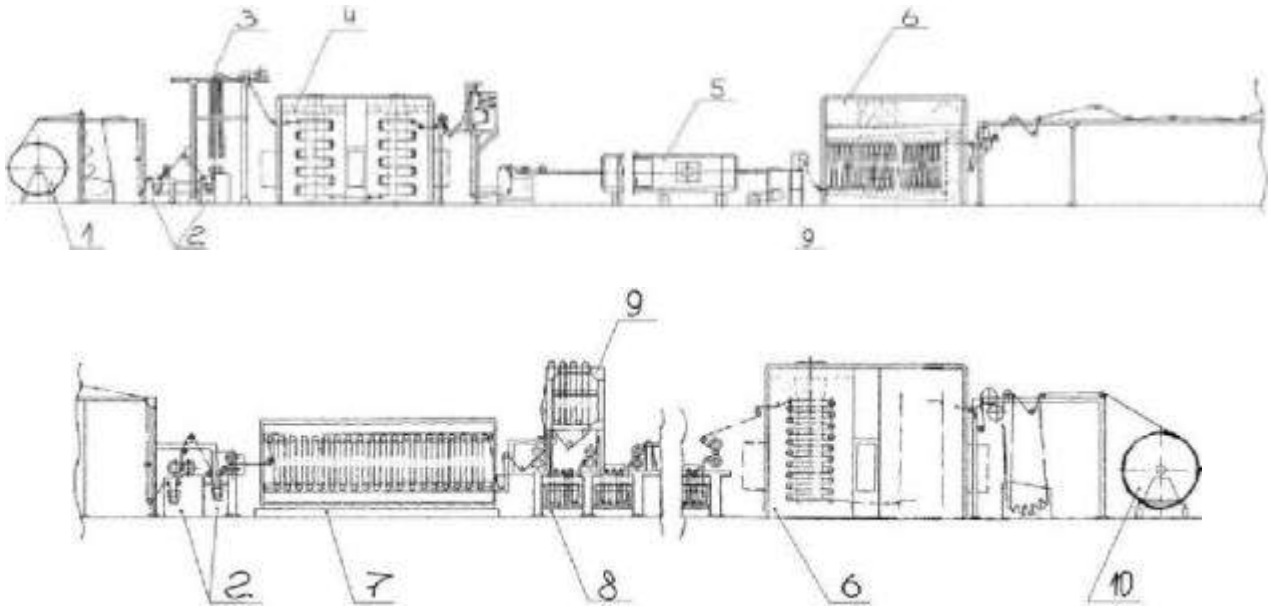
В зависимости от способов крашения и волокнистого состава обрабатываемого материала выбирается и оборудование для крашения. На отделочных предприятиях России довольно широкое распространение получили линии типа ЛТК для термозольного крашения смесовых тканей. Эти линии отличаются повышенной универсальностью и многоцелевым назначением, они обеспечивают более равномерную окраску больших партий ткани, но при этом имеют более высокий расход красителей и химикатов и менее благоприятные условия прокрашивания из-за кратковременной пропитки ткани красильным раствором. Большой популярностью пользуется оборудование фирмы «Вакаяма» (Япония), которое состоит из двух автономных линий: секции для термозольного крашения и секции для плюсовочно-запарного крашения. Эти секции могут быть установлены в едином агрегате или работать индивидуально.

Плюсовочно-запарной способ крашения применяется при крашении активными, сернистыми, прямыми, кубовыми красителями. Он имеет следующие преимущества: нет колебаний оттенка с одной партии к другой, как при крашении в джиггере или по плюсовочно-роликовому способу; лучшая воспроизводимость; равномерность оттенка по кромкам и на концах ткани; экономия химматериалов, красителей, воды, пара и

энергии, а также в низкой потребности площади, обслуживающем персонале, угарах ткани.

Современная линия для непрерывного крашения по плюсовочно-запарному способу должна быть применима для многих классов красителей и всех видов хлопчатобумажной ткани, льна, махровой ткани, корда, вискозы, смеси с синтетическими волокнами.

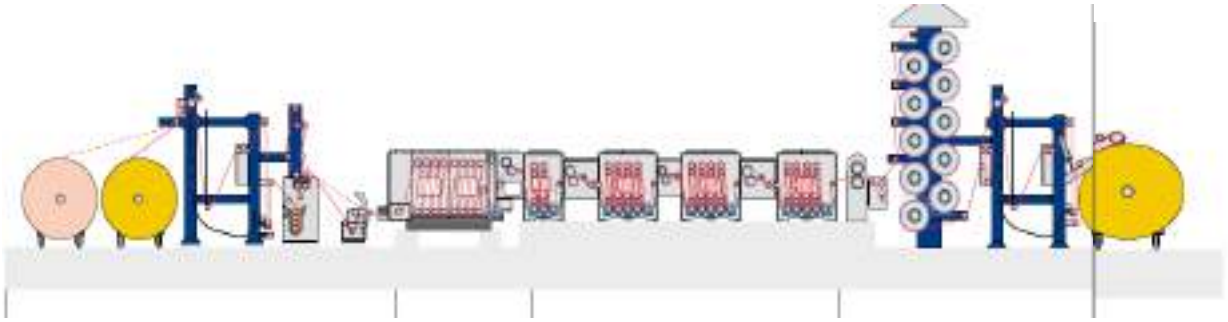
Классический пример линии крашения тканей прямыми и сернистыми красителями по плюсовочно-запарному способу приведен на рисунке 2.30.



1 — раскатное устройство; 7 — машина запарная роликовая;
2 — двухвальная плюсовка (4 шт.); 8 — ванны роликовые мойные (6 шт.);
3 — инфракрасная сушилка; 9 — воздушный зрельник;
4 — воздушно-роликовая сушилка; 10 — накатное устройство;
5 — цепная сушильно-стабилизационная машина 3-секционная;
6 — роликовая термокамера

Рисунок 2.30 — Линия термозольного крашения

Линия для крашения текстильных материалов по плюсовочно-запарному способу приведена на рисунке 2.31.



плюсование зреление окисление/мыловка сушка

Рисунок 2.31 — Линия для крашения текстильных материалов по плюсовочно-запарному способу

Полунепрерывные способы применяются для окрашивания активными красителями тканей из целлюлозных волокон, натурального шелка и шерсти. Полунепрерывное крашение осуществляется по двум технологиям: «холодной» и «горячей». В холодном плюсовочно-накатном способе ткань плюсуется (пропитывается на плюсовке) красильным раствором и накатывается на накатной машине в рулон, в котором выдерживается при температуре цеха необходимое время (4–24 ч) для фиксации красителя. Во избежание обсыхания ткани в верхних слоях рулона его на время фиксации обертывают полиэтиленовой пленкой.

«Горячий» полунепрерывный способ крашения (Pad–Roll) осуществляется на плюсовочно-роликовых машинах, снабженных специальной тепловой камерой с ИК–излучателями.

Запарная камера на колесах снабжена двигателем для вращения ролика (~2000 м) во избежание затеков. Длительность фиксации красителя в таких камерах значительно меньше, чем в холодном способе (0,1–2 ч).

Преимуществами полунепрерывных способов крашения являются возможность окрашивания в разные цвета небольших партий ткани и высокая степень фиксации красителей. К недостаткам следует отнести необходимость дополнительных площадей (особенно в случае «холодной» технологии) для размещения рулонов ткани на время фиксации.

2.2.2 Крашение целлюлозных волокон

Волокна целлюлозы могут быть окрашены широким спектром красителей, а именно:

- активными;
- прямыми;
- сернистыми;
- кубовыми;
- нерастворимыми азокрасителями;
- пигментами.

2.2.2.1 Активные красители

Активные красители — водорастворимые красители общего строения X_n — Кр — А, где X_n — группы, придающие растворимость; Кр — хромофорная часть молекулы красителя; А — активный центр молекулы красителя. Хромофорная часть молекулы красителя с группами, сообщающими красителю растворимость, определяет цвет и растворимость красителя, сродство к волокну, способность к диффузии, устойчивость окраски к свету, действию окислителей и восстановителей. В активный центр молекулы красителя входят группировки, обеспечивающие химическую реакцию красителя с волокном с образованием ковалентной связи и благодаря этому повышенную устойчивость окрасок к мокрым обработкам и трению.

Достоинствами активных красителей, кроме высокой прочности окрасок к мокрым обработкам, являются широкая гамма цветов, яркость и чистота оттенков, хорошая воспроизводимость окрасок, недостатками — трудности при промывке и невысокая устойчивость к свету красителей алых и красных цветов.

Активные красители используют как для периодического, так и непрерывного способа крашения текстильных материалов из целлюлозных волокон; периодический способ применяют чаще для трикотажных материалов, пряжи, ровницы.

Периодические способы крашения активными красителями подразделяют на способ с последовательным введением красителя, электролита и щелочного агента, способ с одновременным введением красителя и электролита и способ с одновременным введением красителя, электролита и щелочного агента.

Первый, или классический, способ пригоден для всех активных красителей, но сложен, так как требует введения большого количества электролита в процессе крашения. Второй способ пригоден для красителей, практически не выбирающихся из раствора без электролита. Третий способ рекомендуется для красителей, медленно выбирающихся в присутствии электролита и щелочного агента, но требует тщательного контроля и автоматического поддержания скорости нагрева красильного раствора. Этот способ позволяет сократить продолжительность процесса крашения на 30–40 мин по сравнению с первым и вторым способом.

Способы крашения хлопчатобумажных тканей, пряжи и хлопка выбирают в зависимости от вида используемого красителя и типа оборудования.

При крашении активными красителями чрезвычайно важна промывка. Процесс промывки проводят при возможно большем модуле ванны и частой смене промывного раствора. Первая промывка холодной проточной водой необходима для удаления электролита и щелочного агента, последующие промывки горячими моющими растворами нужно проводить при температуре не ниже 90 °С и максимально близкой к 100 °С, что обеспечивает отмывание незафиксированного красителя.

Способ «плюсование — сушка — промывка» пригоден для красителей с индексом Х (имеют дихлортриазиновую активную группировку), причем насыщенные окраски могут быть получены лишь при использовании наиболее реакционно-способных красителей: золотисто-желтого 2КХ, ярко-красного 5СХ, красно-коричневого 2КХ. Фиксация красителя происходит на стадии сушки, когда температура ткани более 70 °С, а влажность 15 % — 25 %. Во избежание слишком быстрого высушивания температуру первой секции сушилки снижают. Для снижения опасности миграции красителя при сушке

в красильный состав вводят хлорид натрия. Этот способ можно использовать для активных красителей с индексом «Т» для получения окрасок любой насыщенности.

Способ «плюсование — сушка — запаривание — промывка» наиболее универсальный, так как пригоден для красителей всех марок и получения окрасок любой интенсивности. Фиксация красителей происходит на стадии запаривания высушенной ткани, что создает наиболее благоприятные условия для взаимодействия красителя с волокном.

Способ «плюсование — сушка — плюсование — запаривание — промывка» является универсальным, пригодным для всех красителей и получения окрасок любой интенсивности. Достоинства способа заключаются в стабильности плюсовочного раствора и высокой скорости фиксации красителя. При крашении этим способом ткань плюсуют раствором красителя, сушат, а затем повторно плюсуют раствором щелочного агента и электролита, запаривают и промывают. Раздельное нанесение на ткань растворов красителя и щелочного агента позволяет увеличить скорость фиксации красителей благодаря использованию гидроксида натрия, не опасаясь гидролиза активного красителя. Фиксация красителя происходит после нанесения щелочного агента в процессе запаривания при температуре 102 °С — 105 °С.

Способ «плюсование — сушка — термообработка — промывка» имеет отличие, которое заключается в применении в качестве фиксирующей среды горячего воздуха (температура 140 °С — 200 °С). Средой, в которой протекает процесс фиксации, является расплав мочевины.

Достоинством этого способа является высокая производительность и высокая степень полезного использования красителей (для ряда красителей на 10 % — 15 % выше, чем при запарных способах), недостатком — потеря яркости оттенков.

Способ «плюсование — выдерживание — промывка» заключается в том, что ткань, оплюсованная раствором красителя и щелочного агента, поступает через камеру инфракрасного нагрева в тепловую камеру, накатывается в ней в ролик и выдерживается при повышенной температуре и влажности для фиксации красителя.

Во всех способах в состав красильных ванн добавляют мочевину, в случае плюсовочно-запарного крашения мочевина способствует растворению красителя, в термических способах плавится при температуре выше 114 °С и создает среду для диффузии красящего вещества внутрь волокна.

2.2.2.2 Прямые красители

Прямые красители — натриевые соли сложных органических сульфокислот общего строения $Kp(SO_3Na)$ n, где SO_3Na — группа, придающая красителю растворимость; n = 2–4; Кр — хромофорная часть красителя, определяющая его цвет.

Прямые красители окрашивают целлюлозные волокна непосредственно из нейтральных или слабощелочных ванн в присутствии электролитов. Такой способ крашения называется прямым, отсюда и название класса красителей.

Способность прямых красителей самопроизвольно переходить из водного раствора на целлюлозное волокно обусловлена их особым строением. С увеличением молекулярной массы красителя, линейности и планарности его молекулы, цепочки сопряженных двойных связей сродство к целлюлозе возрастает. Взаимодействие прямых

красителей с целлюлозным волокном осуществляется за счет водородных связей и сил Ван-дер-Ваальса.

Достоинствами прямых красителей являются экономичность, простота применения, хорошая воспроизводимость окрасок, легкая вытравляемость, широкая гамма цветов. К недостаткам относятся пониженная яркость и чистота оттенков, умеренная устойчивость окрасок к мокрым обработкам, необходимость проведения заключительных упрочняющих обработок.

Прямые красители наносятся непосредственно из красильной ванны вместе с солью (хлоридом натрия или сульфатом натрия) и вспомогательными веществами, которые обеспечивают смачивающий и диспергирующий эффект. Для этой цели используют смеси неионных и анионных поверхностно-активных веществ.

Периодические способы крашения осуществляют из нейтральных или слабощелочных растворов (pH 7–9), так как кислая среда снижает растворимость красителей и выбирание их целлюлозным волокном.

Крашение проводят в красильной ванне, содержащей (% от массы материала) прямой краситель — до 4 (для черных цветов — до 8), карбонат натрия, хлорид натрия (или сульфат натрия). Начинают крашение при температуре 30 °С — 40 °С в ванне, содержащей краситель и соду, в течение 30–40 мин ванну нагревают до оптимальной температуры, вводят хлорид натрия и красят при этой температуре 45–60 мин. При крашении плохо ровняющими красителями целесообразно вводить выравниватели, а соль добавлять в 2–3 приема.

При крашении в темные тона красильные ванны используют повторно, добавляя 50 % — 70 % красителя, 30 % — 50 % карбоната натрия, 30 % — 50 % хлорида натрия.

Далее материал промывают холодной и теплой водой и проводят закрепление окраски в ванне, содержащей закрепители в количестве 2 % — 5 % от массы материала (БЗК-У и др.) и уксусную 60%-ную кислоту в количестве 0,5–1 г/л. Температура закрепительной ванны составляет 60 °С — 70 °С, время обработки — 20–30 мин.

При работе с биколом У и тексокленом БЗУ-М процесс ведут аналогичным образом, но из закрепительного состава исключают уксусную кислоту.

При крашении тканей прямыми красителями непрерывным способом ткань пропитывают красильным составом, содержащим краситель, карбонат натрия, гексаметафосфат натрия, смачиватель, при температуре 80 °С — 90 °С, отжимают до 80 % — 100 %, запаривают при температуре 100 °С — 103 °С в течение 1 мин, затем промывают и закрепляют в растворе закрепителя.

Для увеличения устойчивости получаемых на текстильных материалах окрасок прямыми красителями к мокрым обработкам можно использовать следущие методы:

- интенсификацию промывки посредством введения в состав ванны комплексообразующих веществ и диспергаторов (ПАВ);

- снижение растворимости нанесенного красителя за счет блокирования гидрофильных групп закрепления.

В последнем случае можно использовать:

- фиксирующие катионные агенты, которые образуют с анионным красителем солеподобное малорастворимое соединение. Для этой цели могут быть использованы четвертичные аммониевые соединения с длинными углеводородными цепями, полиамины и производные полиэтиленимина;

- соли металлов: сульфат меди и дихромат калия могут образовывать с определенными азокрасителями металлокомплекс с более высокой светостойкостью;

- средства на основе продуктов конденсации формальдегида с аминами, многоядерными ароматическими фенолами, цианамидом или дициандиамидом (использование этих продуктов конденсации приводит к образованию труднорастворимых аддуктов с молекулами красителя);

- диазотированные основания: после крашения материал подвергается диазотированию и затем соединяется с ароматическими аминами или фенолами, которые не должны содержать гидросолидирующие группы.

Экологические проблемы возникают при последующей обработке продуктами конденсации формальдегида или солями металлов. Поэтому метод, использующий фиксирующие катионные агенты (тексоклен БЗУ-М, бикол У, БЗК-У, олигозол), является часто применяемым. Однако соединения четвертичного аммония часто не поддаются биологическому разложению, токсичны для рыб и содержат азот.

2.2.2.3 Сернистые красители

Сернистые красители — нерастворимые в воде красители. Дисульфидная группировка, входящая в хроморфную часть красителя, способна восстанавливаться до сульфгидрильных групп, придающих красителю растворимость за счет диссоциации в щелочной среде. На заключительной стадии крашения лейкосоединения сернистых красителей окисляются до исходного пигмента.

Достоинствами сернистых красителей являются высокая экономичность, особенно при крашении в темные тона, способность окрашивать суровые и мертвые волокна, недостатками — ограниченная гамма цветов, умеренная устойчивость окрасок к различным воздействиям, сложность очистки серосодержащих сточных вод.

Сернистые красители используют для крашения тканей, к качеству окраски которых не предъявляются высокие требования.

В качестве восстановителей сернистых красителей могут применяться серосодержащие препараты: гидросульфит натрия, диоксид тиомочевины и сульфид натрия. Однако используют наиболее дешевый из них — сульфид натрия. В качестве альтернативных восстановителей также используются двойные системы из глюкозы и дитионита натрия, гидроксиацетона и глюкозы или формамидинсульфиновой кислоты и глюкозы.

Для приготовления красильных растворов сернистый краситель вместе со смачивателем затирают в пасту и вводят его в предварительно разогретый раствор, содержащий расчетное количество сульфида натрия и гидроксида натрия. Раствор нагревают при постоянной циркуляции до кипения и выдерживают до полного растворения красителя. Полноту растворения проверяют нанесением капли раствора на фильтровальную бумагу. При полном растворении красителя капля образует равномерно окрашенное пятно без осадка и светлого ореола. Красильные растворы перед употреблением фильтруют.

При периодических способах крашения в раствор вводят рекомендованное количество хлорида натрия и диспергатор.

Содержание ТВВ в красильном растворе в зависимости от выбранного сернистого красителя приведено в таблице 2.44.

Таблица 2.44 — Концентрации сернистых красителей и химреагентов при периодическом крашении тканей

Сернистый краситель	Содержание, % от массы текстильного материала			
	Краситель	Сульфид натрия (62%-ный)	Карбонат натрия	Хлорид натрия
Желтый	2	2	0,5	40
Оранжевый	1	2	0,5–1	20
Бордо	1	2	2	10–20
Коричневый	1	2,5	2	30
Коричневый Ж	1	2	3	30
Коричневый К	1	1,5	2	30
Оливковый МК	1	2,5	1	20–30
Синий К	1	1,8	2–3	30
Синий 2К	1	1,8	2–3	30
Синий 3	1	1	2	30
Темно-синий	1	1	2	30
Чисто-голубой К	1	2,5	6	30
Ярко-зеленый Ж	1	0,8	3	30
Ярко-зеленый С	1	1,7	3	30
Черный П	1	1	3	30
Черный К	1	2	2	30

На заключительной стадии восстановленный краситель на волокне окисляют холодной проточной водой. Для увеличения прочности окрасок текстильный материал обрабатывают раствором, содержащим 2 % — 5 % от массы обрабатываемого материала закрепителя (тексоклен БЗУ-М, бикол У, олигозол) при температуре 50 °С — 60 °С в течение 20–30 мин.

Технология крашения хлопчатобумажных тканей сернистыми красителями непрерывным способом включает пропитку ткани раствором, содержащим краситель, восстановитель, гидроксид натрия, смачиватель, запаривание в паровой камере при температуре 100 °С — 102 °С в течение 40–60 с, окисление, промывку и закрепление катионными препаратами.

Крашение сернистыми красителями можно осуществлять на красильном проходном аппарате закрытого типа, в котором ткань многократно обрабатывается разогретым до температуры 85 °С — 90 °С красильным раствором и далее без запаривания поступает в промывные ванны. Окисление проводят, как правило, проточной водой, но для некоторых красителей (например, для сернистого синего) необходимо окисление раствором пероксида водорода в уксуснокислой среде. Закрепление проводят в присутствии уксусной 30%-ной кислоты в случае применения формальдегидсодержащих закрепителей (ДЦУ, ДЦМ, У-2) и в нейтральной ванне при использовании Бикола У или БЗК-У.

В процессе крашения сернистыми красителями, помимо восстановителей, щелочи, поваренной соли, диспергирующих агентов, иногда применяют комплексообразующие агенты, а именно полифосфат или ЭДТА, чтобы избежать отрицательного воздействия щелочных металлов на процесс крашения. В качестве окислителей, помимо пе-

роксида ворода, используют галогенсодержащие соединения, такие как бромат, йодат и хлорит.

Крашение водорастворимыми сернистыми красителями

Водорастворимые формы сернистых красителей получены путем введения в них групп, придающих растворимость (карбоксильных и тиосульфатных). Отечественные водорастворимые сернистые красители носят название тиозоли и берзоли.

При непрерывном способе крашения ткань пропитывают раствором, содержащим краситель, смачиватель, сульфид натрия при температуре 30 °С — 40 °С. Далее ткань запаривают при температуре 102 °С — 105 °С. В условиях запаривания происходит отщепление групп, придающих растворимость. На стадии последующей окислительной обработки лейкосоединение сернистого красителя переходит в исходную нерастворимую форму. На заключительной стадии окрашенную ткань тщательно промывают.

2.2.2.4 Кубовые красители

Кубовые красители — водонерастворимые красители общего строения $Кр(CO)_2$, где Кр — хромофорная часть красителя, $(CO)_2$ — карбонильные (хиноновые) группы, входящие в хромофорную часть красителя, в систему сопряженных связей. Процесс крашения кубовыми красителями включает следующие физико-химические стадии:

- восстановление кубового красителя в щелочной среде с образованием растворимой в воде натриевой соли лейкосоединения;
- адсорбцию натриевой соли лейкосоединения поверхностью волокна и диффузию ее в толщу волокнистого материала;
- окисление лейкосоединения в волокне до исходного кубового красителя.

Достоинства кубовых красителей — высокая устойчивость окрасок к мокрым обработкам и свету, возможность получения сложных оттенков. Недостатки кубовых красителей — трудоемкость технологии применения, ограниченность гаммы ярких красных и розовых цветов, недостаточная устойчивость окрасок к трению.

Различают следующие способы крашения кубовыми красителями:

- щелочно-восстановительный, в котором используется краситель, предварительно переведенный в динатриевую соль лейкосоединения;
- лейкокислотный, основанный на использовании недиссоциированной лейкоформы кубового красителя;
- суспензионный, при котором крашение осуществляется из водных суспензий, приготовленных из нерастворимого исходного кубового красителя с индексом Д.

Два последних способа предполагают перевод красителя в растворимое состояние непосредственно на ткани.

Кубовые красители производят в следующих выпускных формах: обыкновенный порошок — грубодисперсный гидрофобный порошок с высоким содержанием красителя; порошок для крашения — смесь красителя со смачивателем и диспергатором; порошок или паста для суспензионного крашения (с индексом Д) — высокодиспергированная форма кубового красителя в смеси с диспергаторами, смачивателями и другими вспомогательными веществами; пасты для печатания (с индексом П) — высокодисперстные суспензии красителей в смеси с антифризами, антисептиками, электролитами, диспергаторами, гигроскопическими веществами, катализаторами.

Периодические способы крашения кубовыми красителями. При крашении щелочно-восстановительным способом приготовляют растворы натриевой соли лейкосоединений кубовых красителей. При этом сначала готовят концентрированный раствор лейкосоединения, называемый маточным кубом, а из него — рабочие растворы. Для приготовления маточного куба краситель затирают в теплой воде до получения однородной суспензии, разбавляют водой до необходимого объема (50 л на 1 кг красителя), добавляют гидроксид натрия и при постоянном перемешивании вводят гидросульфит натрия.

Крашение щелочно-восстановительным способом осуществляется при оптимальной для каждого красителя температуре. В зависимости от красящих свойств кубовые красители разделены на четыре группы.

В группе 1 объеденены красители с оптимальной температурой крашения 25 °С — 30 °С. Красители этой группы обладают наиболее низким сродством лейкосоединений к целлюлозному волокну и хорошей выравнивающей способностью. Красители окрашивают материал в присутствии электролита.

Красители группы 2 лучше всего сорбируются при температуре 45 °С — 50 °С. При крашении этими красителями электролит целесообразно добавлять только при получении окрасок средних и темных тонов.

Красители группы 3 обладают повышенным сродством лейкосоединений к целлюлозному волокну и плохой выравнивающей способностью. Лучшая сорбция этих красителей достигается при температуре 50 °С — 60 °С. Добавка электролита в начальной стадии процесса нежелательна.

Красители группы 4 характеризуются большим сродством лейкосоединений к волокну и высокой скоростью сорбции в начале процесса. Оптимальная температура крашения составляет 60 °С — 65 °С. Введение электролита в красильную ванну нецелесообразно.

Классический ***щелочно-восстановительный способ*** наиболее прост. Все компоненты вводят до начала крашения, не требуется тщательный температурный контроль, пригодны красители в любой выпускной форме. Однако при крашении этим способом трудно получить равномерную окраску вследствие высокой скорости выбирания лейкосоединений кубовых красителей целлюлозным волокном. Равномерность окраски можно улучшить снижением скорости выбирания лейкосоединения кубового красителя или повышением выравнивающей способности красителя.

Для получения ровных окрасок используют ***суспензионный способ*** крашения. В суспензионных способах крашения используют только тонкодисперсные выпускные формы кубовых красителей (с индексом Д). При двухванном способе крашения материал пропитывают суспензией при температуре не выше 50 °С. Затем восстановление и фиксацию красителя проводят в свежем щелочно-восстановительном растворе при оптимальной температуре. Однако применение суспензионного способа крашения в этом варианте не решает полностью проблемы получения ровных окрасок, так как краситель, даже равномерно нанесенный из суспензии, в процессе восстановления частично десорбируется с волокна и далее крашение осуществляется, как и при щелочно-восстановительном способе. Уменьшить переход красителя с волокна в восстановительный раствор можно путем использования интенсификаторов восстановления. Другим способом борьбы с переходом красителя является обработка текстильного материала после пропитки суспензией красителя раствором роданида калия, повышаю-

щего набухание волокна. После этого проводят обработку восстановительным раствором.

Чаще используют ***однованный суспензионный способ крашения***, который отличается от двухванного тем, что после окончания пропитки суспензией в ванну вводят восстановитель и щелочной агент и крашение продолжают, как при щелочно-восстановительном способе. Невосстановленный кубовый краситель хорошо выбирается волокном на стадии пропитки суспензией красителя при температуре 85 °С — 90 °С в присутствии гидроксида натрия в течение 30–40 мин. Затем температуру ванны снижают до оптимальной, вводят гидросульфид натрия, требуемый по рецепту, и крашение продолжают.

Преимущество способа — получение более ровной окраски, но применение его возможно только на аппаратах, снабженных змеевиком или рубашкой, которые позволяют проводить расхолодку ванны. В этом случае процесс удлиняется на 20–30 мин за счет расхолодки. Хорошая ровнота крашения достигается при одновременном введении в красильную ванну суспензии красителя, гидроксида натрия и гидросульфита. Крашение начинают при температуре 18 °С — 20 °С. По мере повышения температуры краситель постепенно восстанавливается с образованием лейкосоединения и выбирается волокном. Температуру повышают со скоростью 1 °С/мин до оптимальной, при которой крашение продолжается еще 30 мин.

При использовании высокотемпературного варианта этого способа красильная ванна содержит суспензию красителя, диспергатор НФ, гидроксид натрия и восстановитель. Если используют красители, склонные к перевосстановлению, в состав дополнительно вводят глюкозу или нитрит натрия и триэтаноламин. В качестве восстановителей применяют диоксид тиомочевины, гидросульфит с добавкой формальдегида или ронгаль НТ. Крашение начинают при температуре 15 °С — 20 °С, затем быстро повышают температуру до 115 °С. При этой температуре процесс проводят в течение 30 мин, затем температуру понижают до 65 °С — 70 °С, добавляют гидросульфит натрия (1,5 г/л) и продолжают процесс еще 10 мин.

Лейкокислотный способ крашения является разновидностью суспензионного, так как лейкокислота кубового красителя обладает подобно исходному пигменту незначительным сродством к хлопку. Окрашиваемый материал пропитывают суспензией лейкокислоты в течение 20–30 мин при температуре 60 °С, затем добавляют гидроксид натрия и гидросульфит и крашение продолжают еще 40 мин. Для приготовления суспензии лейкокислоты готовый маточный куб медленно при перемешивании вливают в раствор, содержащий диспергатор НФ и уксусную кислоту в количестве, необходимом для нейтрализации гидроксида натрия и установления pH 5,5–6.

Отличительной особенностью лейкокислотного способа является незначительное влияние концентрации щелочи и восстановителя в проявительной ванне на фиксацию красителя волокном. Роль восстановителя заключается только в поддержании красителя в восстановленной форме.

Заключительная стадия крашения — окисление восстановленного красителя в исходную нерастворимую форму. От скорости окисления лейкосоединений зависит распределение красителя в волокне и прочность окраски к трению. При замедлении окисления окраска получается менее интенсивной и прочной. Универсальным окислителем лейкосоединений кубовых красителей является пероксид водорода. Наиболее жестких условий окисления требуют красители с низким сродством к целлюлозе. Кра-

сители с высоким сродством лучше окислять легкодействующими окисляющими агентами, возможно окисление кислородом, содержащимся в холодной проточной воде.

Для стабильности оттенка окраски необходимо проведение операции мыловки. При периодических способах крашения мыловку рекомендуется проводить при температурах, максимально приближенных к 100 °С в растворе моющего препарата концентрацией до 2 г/л в течение 20–30 мин.

Непрерывные способы крашения хлопчатобумажных тканей кубовыми красителями

***Щелочно-восстановительный* способ** в непрерывных процессах используют для получения очень светлой окраски.

По этому способу ткань при температуре 40 °С — 60 °С пропитывают предварительно восстановленным в щелочной среде кубовым красителем, отжимают, запаривают при температуре 100 °С в течение 30–60 с, окисляют в воздушном зрельнике, затем на промывной линии окончательно окисляют до исходного пигмента, мылуют и промывают. Используя данный способ, очень трудно получить равномерную окраску средних и темных тонов вследствие высокой скорости выбирания тканью лейкосоединения красителя. Для крашения хлопчатобумажных тканей в средние и темные тона предпочтительно использовать суспензионный способ, который обеспечивает получение равномерной окраски любой интенсивности, допускает применение любых смесей кубовых красителей и позволяет получить равномерно окрашенные партии тканей практически неограниченной длины.

Для этого способа пригодны только тонкодисперсные выпускные формы красителей: порошки и пасты с индексом «Д». Из этих двух форм в крашении с промежуточной сушкой лучше использовать пасты, так как они содержат меньшее количество ПАВ, чем порошки, и поэтому менее склонны к миграции.

Суспензионный двухванный способ с промежуточной сушкой заключается в том, что ткань плюсуют суспензией красителя при температуре 40 °С — 45 °С, сушат, затем вновь пропитывают щелочно-гидросульфитным раствором на плюсовке, пропускают через запарную камеру, где в атмосфере насыщенного пара при температуре 102 °С — 105 °С при отсутствии кислорода происходят восстановление и фиксация красителя, затем проводят окисление, мыловку, промывку. В качестве ингибитора миграции используют альгинат натрия, манутекс, ламитекс. Пропитку щелочно-восстановительным раствором проводят при температуре 20 °С — 25 °С. Проявительный раствор содержит гидроксид натрия, гидросульфит и электролит (чаще используют хлорид натрия). Из плюсовки ткань поступает в запарную камеру, далее проходит воздушный зрельник, где частично окисляется. Полное окисление достигается в промывных ваннах: при промывке холодной проточной водой и в растворе окислителя в кислой среде. В качестве окислителя чаще всего применяют пероксид водорода. После окисления ткань промывают теплой водой, мылуют при температуре, близкой к температуре кипения, раствором моющего препарата, промывают горячей и холодной водой. На выходе ткань высушивают на сушильных барабанах.

Суспензионный двухванный способ без промежуточной сушки можно осуществить на линии, состоящей из двух плюсовок, запарной камеры и промывной части. Нанесение на ткань достаточного количества гидросульфита и едкого натра возможно при соответствующей разнице между отжимами на первой и второй плюсовках. Повышению поглощения способствует прохождение ткани, оплюсованной суспензией краси-

теля, после первой плюсовки через воздушный зрельник. При этом волокно набухает и впитывает влагу, унесенную из первой плюсовки, что увеличивает возможность выбирания раствора из второй плюсовки. Перепад степени отжимов на первой и второй плюсовках должен быть максимальным.

Важным преимуществом способа является исключение промежуточной сушки, что способствует снижению опасности появления на ткани брака, связанного с миграцией красителей при сушке. При этом в меньшей степени проявляется структурная неравномерность ткани и достигается экономия электроэнергии, пара и затрат труда.

Недостатки способа — трудность получения насыщенных окрасок, сход красителя в проявительный раствор, сложность управления процессом.

Однованный суспензионный способ крашения характеризуется тем, что ткань пропитывают суспензией красителя, содержащей восстанавливающий агент и щелочь, запаривают, окисляют, мылуют и промывают. Необходимым условием для способа являются использование плюсовки малого объема (10–15 л), обеспечивающей быстрое обновление раствора и смешение суспензии красителя и щелочно-гидросульфитного раствора непосредственно перед подачей раствора в плюсовку.

При этом важно выбрать такой восстановитель, чтобы ограничить или полностью исключить восстановление красителя в плюсовке. В качестве восстановителя используют диоксид тиомочевины или смесь его с гидросульфитом натрия, частично дезактивированным формальдегидом. Можно применять ронгалит с введением катализаторов восстановления.

Лейкокислотный способ крашения близок к суспензионному двухванному. Однако в отличие от суспензионного для лейкокислотного способа пригодны красители в любой выпускной форме, так как краситель сначала восстанавливается до натриевой соли лейкосоединения, а затем избыточная щелочность нейтрализуется до образования лейкокислоты. Способ сравнительно прост и может быть реализован на аппаратах, состоящих из плюсовки, воздушного зрельника и промывного агрегата. Самой трудной операцией является приготовление стабильной суспензии кубовой лейкокислоты. Для стабилизации суспензии в раствор вводят диспергатор, например диспергатор НФ, в количестве 1–5 ч на 1 ч красителя. Нейтрализация должна производиться при интенсивном перемешивании.

В процессах крашения кубовыми красителями используют следующие текстильные вспомогательные вещества, которые могут попадать в сточные воды предприятия:

- восстановители: преимущественно дитионит натрия (гидросульфит) и производные сульфоксиловой кислоты;
- окислители: пероксид водорода, бихромат калия, перборат;
- щелочные агенты: карбонат натрия, гидроксид натрия;
- электролиты: хлорид натрия;
- диспергаторы: входят в состав выпускных форм красителей и используются при приготовлении красильных растворов;
- синтетические моющие средства: анионактивные или неионогенные ПАВ.

2.2.2.5 Нерастворимые азокрасители

Нерастворимые азокрасители синтезируют на волокне в результате реакции азосочетания азо- и диазосоставляющих. Сущность способа заключается в последова-

тельной пропитке ткани сначала щелочным раствором азосоставляющей, а затем раствором диазосоставляющей. При этом в результате реакции азосочетания на волокне образуется нерастворимый азокраситель.

К достоинствам красителей относят экономичность, хорошую устойчивость окрасок к мокрым обработкам и свету, к недостаткам — плохую устойчивость к трению, трудоемкость технологии, ограниченность гаммы цветов.

В качестве азосоставляющих в настоящее время применяют азотолы, в качестве диазосоставляющих — диазоли. Диазоли представляют собой стабилизированные стойкие соли диазотированных азоаминов.

Крашение этими красителями представляет собой сложный процесс, который включает в себя ряд деликатных шагов:

- приготовление раствора нафтолята в процессе горячего растворения (нафтол растворяют кипячением с помощью каустической соды) или способом холодного растворения (нафтол солюбилизируют спиртом или целлозольвом, каустической содой и холодной водой). Для некоторых нафтолов добавление формальдегида также необходимо для предотвращения образования свободного нафтола;

- нанесение нафтолята на волокно с помощью периодического или набивочного способа;

- получение диазотированного основания реакцией с нитритом натрия и соляной кислотой (эту стадию можно избежать при использовании быстрорастворимых солей);

- образование азоидного красителя в волокне путем пропускания текстиля, предварительно пропитанного раствором нафтолята, через ванну, содержащую диазотированное основание или быстрорастворимую соль (добавление буферных агентов необходимо для контроля pH);

- последующая обработка путем промывки материала для удаления избыточного нафтола из волокна.

Окрашивать текстильные материалы нерастворимыми азокрасителями, синтезируемыми на волокне, можно периодическим и непрерывным способами.

При периодических способах крашения чаще используют азотолы АНФ, ХА, Ч, обладающие наибольшим сродством к целлюлозному волокну, но не исключено применение менее субстантивных азотолов (А, ОТ, ОА, ПА, МНА). Для повышения выбирания азотола волокном в ванну вводят электролит (хлорид натрия или сульфат натрия) в концентрации до 10 г/л для высокосубстантивных азотолов и до 50 г/л для азотолов пониженной субстантивности. Электролиты вводят постепенно в 3–4 приема: первую порцию через 15 мин после начала крашения, последнюю — за 15 мин до окончания азотолирования. Оптимальные температуры при проведении процесса азотолирования выбирают в зависимости от используемых азо- и диазосоставляющих. Последующее азосочетание проводят при температуре не выше 20 °С — 25 °С.

На практике крашение путем синтеза азопигментов осуществляют непрерывными способами по двум схемам:

- плюсование азотолом, плюсование диазосоставляющей, мыловка, промывка, сушка. Такая схема без промежуточной сушки очень экономична;

- плюсование азотолом, сушка, плюсование диазосоставляющей, мыловка, промывка, сушка.

Для азотолирования ткани применяют плюсовки с небольшим (15–20 л) объемом ванны с двукратным погружением. Температура пропиточного раствора составляет

35 °С — 90 °С. Обязательные условия азотолирования: применение прозрачных растворов азотолов, а также постоянная щелочность растворов.

При крашении с промежуточной сушкой ее лучше проводить в воздушных сушилках. Сушка на барабанах допустима, но необходимо обернуть тканью первые барабаны. Температура сушки составляет 60 °С — 80 °С.

Растворы диазолей чувствительны к колебаниям температуры и разлагаются при температуре выше 30 °С. Реакцию азосочетания проводят при температуре не выше 25 °С. Процесс сочетания завершается в зрельнике. Окрашенную ткань тщательно промывают и мылуют.

При крашении без промежуточной сушки обязательным условием является обеспечение нормального жидкостного баланса проявительной ванны. Для этого требуется создание перепада отжимов 25 % — 30 % между ваннами с азотолом и раствором диазоля. Отжим после азотолирования составляет 75 % — 80 %, а при последующем проявлении 100 % — 110 %.

В состав проявительного раствора при крашении непрерывным способом рекомендуется вводить 1–3 г/л диспергатора НФ.

2.2.3 Крашение шерсти

Шерсть может быть окрашена следующими красителями:
- кислотными;
- хромовыми;
- металлокомплексными 1 : 1 и 1 : 2;
- активными.

2.2.3.1 Кислотные красители

Кислотные красители являются соединениями анионного типа, и в общем виде формула кислотных красителей имеет тот же вид, что и для прямых красителей, Кр(SO_3Na)n. По химической структуре кислотные красители относятся к различным группам. Большей частью это сульфопроизводные моноазо- или дисазокрасителей, антрахиноновых, триарилметановых.

Кислотные красители окрашивают белковые (шерсть, натуральный шелк) и полиамидные волокна. Кислотные красители, обладают сродством к указанным волокнам, сорбируются на поверхности волокна, диффундируют через субмикроскопические поры вглубь волокна и закрепляются на активных центрах его внутренней поверхности силами межмолекулярных связей, главным образом ионных связей, образующихся между ионизированными аминогруппами волокнообразующего полимера и отрицательно заряженным анионом красителя. При наличии в молекулах кислотных красителей гидрокси- или аминогрупп, а также больших алкильных остатков красители могут фиксироваться на волокне и путем образования водородных связей, а также силами Ван-дер-Ваальса.

При взаимодействии кислотных красителей с волокном наибольшее значение имеют ионные связи, поэтому накрашиваемость волокна в данном случае зависит от числа и доступности аминогрупп в макромолекуле полимера, а также от положительного заряда волокна, который в свою очередь определяется кислотностью красильной

ванны. Шерсть, шелк и полиамидные волокна окрашивают кислотными красителями из кислых ванн.

Кислотные красители значительно различаются между собой по скорости перехода на волокно, по выравнивающей способности и по устойчивости получаемых окрасок к мокрым обработкам. Эти свойства красителей тесно связаны с их сродством к волокну и диффузионной способностью. Кислотные красители принято подразделять на три группы: хорошо-, средне- и плоховыравнивающиеся.

Хорошовыравнивающиеся красители обладают относительно малым сродством к волокну и высокой диффузионной подвижностью, плоховыравнивающиеся — высоким сродством и малой диффузионной подвижностью; средневыравнивающиеся занимают среднее положение между красителями первых двух групп. Наибольшую практическую ценность имеют плоховыравнивающиеся кислотные красители, так как дают возможность получения окрасок наиболее устойчивых к мокрым обработкам и к валке.

Крашения кислотными красителями ведут из кислых сред, которая создается минеральной кислотой (например, серной) для хорошовыравнивающихся, органической (уксусной) для средневыравнивающихся и потенциально кислой солью (сернокислый аммоний или уксуснокислый аммоний) для плоховыравнивающихся кислотных красителей. Выбирание красителей можно регулировать pH красильной ванны, введением в нее нейтральных электролитов; соблюдением определенного температурного режима крашения; добавкой в красильную ванну выравнивателей, что особенно важно при использовании плоховыравнивающихся красителей.

Уменьшение кислотности красильного раствора, а также введение в ванну хлорида или сульфата натрия способствуют замедлению выбирания красителя и повышению ровноты окраски.

Выравнивающие агенты играют важную роль в кислотном окрашивании. К этой категории относится ряд неионных, катионных, анионных и амфотерных поверхностно-активных веществ. В ванны с плоховыравнивающимися красителями рекомендуют добавлять выравниватели, в качестве которых могут быть использованы анионоактивные (диспергатор НФ, сульфонол различных марок) и катионоактивные (выравниватели АН и С12), а также некоторые неионогенные ПАВ, например препарат ОС-20, синтанол ДС-10.

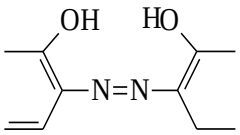
Шерстяное волокно и ткани окрашивают кислотными красителями по периодической схеме: замачивают водой при 40 °С, затем в ванну вводят раствор красителя и сульфата натрия и половинное по рецепту количество кислоты, доводят до кипения и выдерживают ткань в кипящем растворе в течение 40 мин. Далее вводят вторую половину необходимого количества кислоты и продолжают крашение еще 40 мин в кипящей ванне, затем охлаждают и ткань тщательно промывают. Кислоту вводят в два приема для снижения начальной скорости поглощения красителя и получения более равномерной окраски.

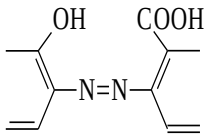
2.2.3.2 Хромовые красители

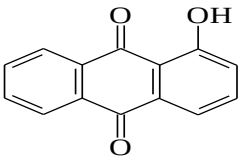
Кислотно-протравные (хромовые) красители по химическому строению и свойствам близки к кислотным красителям. Они растворимы в воде и окрашивают белковые волокна из кислых ванн подобно обычным кислотным красителям. Однако в отличие от последних они имеют специфическое строение, а именно содержат в своем составе

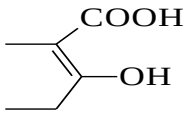
определенные комплексообразующие группировки, способные к образованию комплексов с d–металлами. Благодаря этому краситель приобретает меньшую растворимость, повышается его светостойкость, что обеспечивает повышение устойчивости окрасок к различным видам физико-химических воздействий.

Для комплексообразования с ионами металлов могут служить следующие группировки:









Комплексообразующим металлом обычно служит хром, который наносится на волокнистый материал в составе хромовой протравы. При крашении шерсти в качестве протравы используют дихроматы калия или, реже, натрия или аммония ($K_2Cr_2O_7$, $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ и $(NH_4)_2Cr_2O_7$). Поэтому часто эти красители называют хромовыми.

Участвующий в реакции комплексообразования атом хрома (III) взаимодействует как с красителем, так и с белковым веществом шерсти. В состав комплексов могут входить и координационно-связанные молекулы воды.

Крашение шерсти хромовыми красителями можно осуществлять с предварительным, последующим или одновременным хромированием.

Крашение с предварительным хромированием находит ограниченное применение из-за длительности процесса. При хромировании шерстяного волокна используют растворы дихромата калия, содержание которого составляет не более 25 % — 50 % от массы красителя. С целью предотвращения разрушения шерсти при восстановлении хрома (VI) до хрома (III) в раствор вводят слабые восстановители, например: тиосульфат натрия, тиомочевину (тиокарбамид), тиоцианат аммония, муравьиную или щавелевую кислоту (1 % — 1,5 % от массы волокна). Обработку шерсти начинают при 40 °С, в течение 1 ч раствор нагревают до кипения и хромируют при кипении около 1,5 ч. Затем волокно тщательно промывают и окрашивают в условиях, принятых для обычных кислотных красителей.

Наиболее широкое распространение получил способ крашения с последующим хромированием. Крашение шерсти по этому способу осуществляют в растворе, содержащем (в % от массы волокна): 0,5 % — 3,0 % красителя, 10 % сульфата натрия, 3 % — 5 % уксусной кислоты (30 %–ной). Красильный раствор нагревают до кипения в течение 30–40 мин и красят при этой температуре еще 45 мин. Затем ванну охлаждают до 70 °С — 80 °С и вводят раствор дихромата калия (0,5 % — 1,5 % от массы волокна). Хромирование проводят при кипении в течение 20–30 мин. После этого ванну охлаждают и промывают окрашенное волокно.

Для крашения с одновременным хромированием применяют лишь определенную группу так называемых однохромовых красителей, которые могут фиксироваться волокном в нейтральной или слабокислой среде до образования в красильной ванне труднорастворимых комплексов. К ним обычно относятся моноазокрасители, содержа-

щие две гидроксильные группы или гидроксигруппу и аминогруппу в ортоположениях к азогруппе и имеющие такие заместители, как атомы галогенов, нитрогруппы.

Крашение шерсти однохромовыми красителями осуществляют в слабокислой среде при pH 6; вместо дихромата калия в качестве протравы применяют дихромат аммония, который труднее восстанавливается и медленнее вступает в реакцию комплексообразования. В результате этого краситель успевает перейти из раствора в волокно до того, как начнется образование труднорастворимого комплекса в красильной ванне. Вместо дихромата аммония можно применять смесь дихромата калия и сульфата аммония. При нагревании происходит разложение соли аммония, выделяющийся при этом аммиак улетучивается, вследствие чего ванна становится слабокислой (pH 5–7). В состав красильного раствора входят: краситель, дихромат калия, сульфат натрия и сульфат аммония.

Крашение начинают при 30 °С — 40 °С, в течение 30 мин раствор нагревают до кипения и красят еще 30–40 мин. По окончании крашения ванну охлаждают и промывают окрашенное волокно.

Применение хромовых красителей сопряжено с определенной экологической опасностью, так как при их использовании в сточные воды попадают ионы Cr^{6+}, которые участвуя в окислительно-восстановительных процессах, губительно действуют на живые организмы водоемов. В связи с этим в ряде стран применение хромовых красителей запрещено, а в других, в том числе и в России, существуют законы, регламентирующие содержание солей хрома в сточных водах. Строгие экологические нормы требуют совершенствования технологий крашения хромовыми красителями и более высокой технологической дисциплины при их применении.

Наиболее кардинально решить экологические проблемы, связанные с загрязнением водоемов солями хрома, можно путем замены хромовых красителей на металлсодержащие.

2.2.3.3 Металлокомплексные красители

Металлосодержащие красители представляют собой готовые внутрикомплексные соединения моноазокрасителей с металлами — хромом или кобальтом. В зависимости от числа молекул красителя, приходящихся на 1 атом металла, различают комплексы состава 1 : 1 или 1 : 2.

Кислотные металлсодержащие красители, являющиеся комплексами состава 1 : 1, позволяют получать окраски с более высокой светостойкостью и устойчивостью к мокрым обработкам, чем обычные кислотные красители. Их применяют для крашения шерсти, полиамидного волокна и их смесей в средние и светлые тона. С увеличением интенсивности окраски ее устойчивость к мокрым обработкам и трению снижается.

Вследствие наличия в их молекулах сульфогрупп такие красители хорошо растворимы в воде и диссоциируют на ионы подобно обычным кислотным красителям. Они могут взаимодействовать с полиамидными и белковыми волокнами путем образования как ионных связей между сульфогруппами красителя и ионизированными аминогруппами, а также амидными группами волокна (как при крашении обычными кислотными красителями), так и координационных связей между атомом хрома и неионизированными амино- и гидроксигруппами.

Крашение проводят в сильнокислой среде при pH 1,9–2,2. В этих условиях практически все аминогруппы волокна ионизируются, в результате чего образование координационных связей с атомом хрома становится невозможным. На этой стадии красители закрепляются на волокне только ионными связями и сохраняют диффузионную подвижность, что и способствует выравниванию окрасок. При промывке окрашенной шерсти кислота удаляется, часть аминогрупп волокна снова переходит в неионизированное состояние. При этом возникают необходимые условия для комплексообразования, что и влечет за собою более прочное закрепление красителя в полимере. Поскольку крашение в сильнокислых растворах при повышенных температурах в течение длительного времени приводит к разрушению волокна, в красильную ванну обычно вводят выравниватели, что позволяет несколько снизить кислотность ванны и получать ровную окраску.

Крашение шерстяного волокна осуществляют следующим образом. В красильную ванну, нагретую до 40 °С — 50 °С, вводят выравниватель и серную кислоту. Шерсть замачивают в этой ванне, затем вливают раствор красителя. В течение 30–40 мин ванну нагревают до температуры кипения и красят в этих условиях не менее 1,5–2 ч. Далее ванну охлаждают, окрашенное волокно тщательно промывают, причем в последнюю промывную воду для нейтрализации остатков кислоты добавляют 25 %–ный водный аммиак (1–2 мл/л) и 5 %–ный раствор ацетата натрия (1–2 мл/л).

Кислотные металлосодержащие красители, являющиеся комплексами состава 1 : 2, применяют для крашения шерсти и полиамидного волокна, а также для печати по шерстяным и полиамидным тканям. Крашение красителями этой группы проводят в нейтральной или слабокислой среде, что способствует сохранению механической прочности волокна.

Натриевые, калиевые и аммониевые соли этих комплексов умеренно растворимы в воде. Повышению растворимости красителей способствует введение в их молекулы сульфонамидных (—SO_2NH_2) или метилсульфонильных (—SO_2CH_3) групп.

В качестве металлов-комплексообразователей при получении этих красителей обычно используют хром или кобальт, реже — никель, железо. Краситель удерживается волокном силами Ван-дер-Ваальса и водородными связями. В кислой среде образуются также и ионные связи между положительно заряженными центрами волокна (+NH_3) и отрицательно заряженным комплексом красителя. Однако этот процесс может осуществляться при pH 5–6, что очень важно для предотвращения деструкция волокна.

Для получения равномерных окрасок при крашении шерсти и полиамидного волокна комплексами состава 1 : 2 иногда применяют выравниватели типа препарата ОС-20. Кроме того, скорость перехода красителя из красильной ванны на волокно регулируют изменением температурного режима.

Крашение такими красителями осуществляют красильной ванны, pH которой составляет 5,5–6. В красильную ванну, нагретую до 30 °С — 40 °С, вводят растворы сульфата или ацетата аммония или уксусную кислоту и выравниватель и обрабатывают в ней волокнистый материал в течение 15 мин. Далее в ванну подают раствор красителя, медленно нагревают красильную ванну до температуры кипения и красят в этих условиях не менее 1 ч. По окончании крашения волокнистый материал тщательно промывают теплой и холодной водой.

Недостатками первого поколения металлокомплексных красителей комплекса 1 : 2 является их низкая растворимость и сложность получения равномерных окрасок

на текстильных материалах. С целью устранения этих недостатков различными зарубежными и отечественными анилинокрасочными предприятиями в настоящее время производятся металлосодержащие красители комплекса 1 : 2, включающие одну или две сульфогруппы. Растворимость таких красителей достигает 50–80 г/л. К отечественным металлсодержащим красителям с сульфогруппами относятся дешеры и совеланы.

2.2.3.4 Активные красители

Активные красители применяют для крашения не только целлюлозных волокнистых материалов, но и белковых и полиамидных волокон. В реакцию с активными красителями вступают в основном непротонированные аминогруппы этих волокон.

Крашение белковых и полиамидных волокон чаще всего проводят в две стадии. На первой стадии в кислой среде (добавка уксусной кислоты, сульфата аммония, ацетата аммония) волокно приобретает положительный заряд и анионы активных красителей подобно анионам кислотных красителей сорбируются ионизированными аминогруппами с образованием ионных связей. Краситель, перешедший на волокнистый материал, в дальнейшем образует с ним ковалентную связь. Эта реакция легче идет в нейтральной или слабощелочной среде, поэтому на второй стадии крашения в красильный раствор вводят щелочные реагенты.

Крашение шерстяных текстильных материалов осуществляют специально разработанными красителями, активными центрами которых являются бромакриламидные или дифторхлорпиримидиновые группировки, а также красителями с металлокомплексными хромофорными системами.

Бромакриламидные красители, в частности Ланазоли (Швейцария), отличаются высокой устойчивостью окрасок даже в насыщенных тонах, яркостью и чистотой оттенков. Эти красители содержат, как правило, более одной сульфогруппы, что обеспечивает им высокую растворимость в воде. Оптимальные значения pH при крашении шерсти ланазолевыми красителями составляют 4,5–5; эти красители можно применять при температурах около 80 °С и выше 100 °С. Отечественной промышленностью для крашения шерсти выпускаются специальные красители с маркой «Ш», которые содержат в молекуле монохлотриазиновую и β-оксиэтилсульфонильные группы.

Для повышения ровноты окрасок шерсти активными красителями широко используют выравниватели; иногда хорошие результаты дает модификация самих красителей. Так, например, в этилсульфонильную группу винилсульфоновых красителей вводят группировку $–N(CH_3)\ CH_2CH_2SO_3H$, которая при pH 5 и 100 °С медленно отщепляется, способствуя образованию в красителе группы, реагирующей с волокном. Постепенная фиксация красителя позволяет получать ровную окраску.

Крашение шерстяных текстильных материалов активными красителями можно осуществлять периодическими (волокно, лента, пряжа, ткань, трикотаж) или полунепрерывными (лента, ткань) способами. Технологии периодического крашения активными красителями всех типов близки и отличаются только режимами нагрева и значениями pH красильных растворов. Красильные растворы имеют следующий состав, в % от массы волокна: активный краситель или смесь красителей — 1–4, выравниватель — 1, аммоний сернокислый — 2, натрий сернокислый — 5–10, уксусная кислота — до pH 5–6. Крашение шерсти начинают при температуре 35 °С — 40 °С, затем красильный рас-

твор нагревают до 80 °С — 100 °С и продолжают крашение 60–90 мин. После полного выбирания красителя красильную ванну охлаждают до температуры 80 °С, вводят 2 % — 4 %–ный раствор аммиака до pH 8–8,5 и обрабатывают окрашиваемый материал в течение 10–15 мин, затем окончательно промывают теплой и холодной водой и высушивают.

В качестве выравнивателей для равномерного окрашивания шерстяного волокна можно применять катионактивные и неионогенные препараты, а также их смеси, например выравниватель АН.

Полунепрерывный способ крашения шерстяных тканей осуществляется следующим образом: шерстяная ткань или лента пропитывается при комнатной температуре раствором, содержащим (г/л): активный краситель — Х, мочевину — 300, смачиватель — 10, гидросульфит натрия — 10 и уксусную кислоту до pH 5–5,5. Введение гидросульфита натрия и повышенное содержание мочевины необходимо для частичного разрушения поверхностного чешуйчатого слоя шерсти и лучшего проникания красителя. После 100%-го отжима ткань накатывается в ролик, обертывается полиэтиленовой пленкой и выдерживается при температуре 20 °С — 25 °С в течение 24–28 ч. После этого материал обрабатывается водным раствором аммиака при pH 8–8,5 в течение 10–15 мин при температуре 80 °С для дополнительной фиксации красителя и более полного удаления незафиксированного красителя.

2.2.4 Крашение шелка

Шелк окрашивают теми же красителями, что и шерсть, за исключением металлокомплексных красителей комплекса 1 : 1. Иногда используют прямые красители.

Натуральный шелк окрашивают прямыми красителями в слабощелочной, нейтральной или слабокислой средах. Прямые красители закрепляются не только посредством сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей, но и ионными связями.

В светлые тона шелк красят в слабощелочном растворе, содержащем 2 % — 3 % (от массы материала) 60%-го олеинового мыла и, иногда, 5 % — 10 % хлорида натрия, или в нейтральной ванне без добавки соли; в средние и темные тона — в нейтральной ванне в присутствии электролита. Крашение начинают при 40 °С, постепенно нагревают раствор до 90 °С — 95 °С и красят при этой температуре 1 ч. Затем ткань промывают теплой и холодной водой и обрабатывают в течение 15 мин в ванне, содержащей 5 г/л 30%-ной уксусной кислоты.

Кислотные красители для крашения натурального шелка применяют ограниченно, так как большинство из них образуют на этом волокне недостаточно устойчивые окраски и уступают в этом отношении прямым и тем более активным красителям. Крашение шелка проводят, как правило, в присутствии 30%-ной уксусной кислоты (2 % от массы материала) при температуре около 95 °С. Крашение шелка плоховыравнивающимися красителями рекомендуют проводить в присутствии ацетата аммония при 60 °С — 70 °С.

Активными красителями проводят крашение пряжи из натурального шелка и тканей для получения гладкого крашения, а также фона под вытравную печать. Лучшие результаты на натуральном шелке достигаются при использовании бромакриламидных и монохлордифторпиримидиновых красителей.

Крашение натурального шелка преимущественно осуществляется периодическим способом, реже полунепрерывным. По периодической схеме крашения можно осуществлять в зависимости от типа красителя в слабощелочной (щелочной способ) или слабокислой (кислотный способ) среде. В качестве щелочного агента обычно используют карбонат натрия (~2 г/л), который вводят за 30–40 мин до окончания крашения, а в качестве кислотного реагента — муравьиную кислоту, которая, как правило, вводится порциями в течение всего времени крашения. После окончания крашения натуральный шелк промывают в холодной проточной воде, в растворе СМС при температуре 85 °С — 95 °С, теплой воде и проводят операцию «оживка» в растворе, содержащем 3–4 мл/л 30%-ной уксусной кислоты при температуре 30 °С.

Окрашивать шелковые ткани активными красителями можно и по полунепрерывной технологии, рекомендуемой для шерсти. Особенность заключается в составе плюсовочного раствора, который не содержит гидросульфита натрия и уксусной кислоты, так как фиксация красителя на шелке происходит в слабощелочной среде. При этом pH среды и продолжительность выдержки роликов с тканью определяются реакционной способностью красителя. Кроме того, в конце крашения не требуется обработка раствором аммиака. Заключительной стадией, как и при других способах, является «оживка».

2.2.5 Крашение текстильных материалов из синтетических волокон

2.2.5.1 Крашение полиамидных текстильных материалов

Полиамидными называются синтетические волокна, получаемые из полимеров, состоящих из повторяющихся простых структурных элементов:

полиметиленовые цепочки из групп -CH_2 в этих волокнах связаны между собой аминокислотными группировками — NH-CO- (ПА 6 и ПА 6,6).

Полиамидные синтетические волокна обладают ценными свойствами, близкими к свойствам натуральных белковых волокон — шерсти и шелка. Они легко окрашиваются различными видами красителей: дисперсными, а также кислотными, металлокомплексными (комплекс 1 : 2), активными и даже прямыми красителями. Однако на практике чаще всего используются кислотные красители.

К недостаткам полиамидных волокон относится неравномерность их структуры, которая после окрашивания проявляется в виде порока, называемого полосатостью окраски. Химической причиной полосатости является различное количество концевых аминогрупп, возникшее в результате различной длины полимерных цепей в волокне. Она проявляется особенно при крашении кислотными красителями. Для снижения этого негативного эффекта используют выравниватели конкурентного характера: анионоактивного синферол АН экстра, катионоактивного — выравниватель А, синтегал В7, синтегал В 20.

Крашение текстильных материалов из полиамидных волокон специально подобранными кислотными красителями чаще осуществляют по периодическому способу. Технология крашения полиамидных материалов отличается от крашения шерсти тем, что первая стадия крашения осуществляется в слабощелочной среде (pH 9–10), и только в конце процесса крашения в красильную ванну вводится уксусная кислота. Крашение начинается с замачивания текстильного материала из полиамидных волокон

в теплой воде при температуре 30 °С — 40 °С, затем в ванну последовательно вводятся растворы аммиака, выравнивателя, красителя. Собственно, крашение начинается при постепенном повышении температуры в течение около 60 мин до кипения и продолжается при температуре кипения 40–50 мин, после чего следует введение уксусной кислоты до pH 5–5,5 и обработка в кислой среде в течение 15–20 мин в остывающей ванне, затем идет окончательное охлаждение и промывка.

Прямые красители

Полиамидные волокна можно окрашивать прямыми красителями в нейтральной или слабокислой ванне. Режим крашения аналогичен режиму крашения натурального шелка, однако более гидрофобное полиамидное волокно медленно окрашивается прямыми красителями, в связи с чем продолжительность крашения увеличивается. Получаемые окраски обладают высокой устойчивостью к мокрым обработкам, хотя вследствие замедленной диффузии краситель почти не проникает внутрь волокна и локализуется во внешнем слое.

Дисперсные красители

Дисперсные красители, используемые для полиамидных волокон, представляют собой в основном азосоединения и производные антрахинона.

Обычно крашение полиамидных волокон и изделий из них осуществляют дисперсными красителями по периодическому способу без интенсификаторов, при температуре ниже 100 °С. Краситель диспергируют в теплой воде и вводят в красильную ванну, содержащую неионогенный диспергатор. Крашение начинают при 30 °С — 40 °С, постепенно ванну нагревают до 80 °С — 95 °С, красят при этой температуре не менее 1–1,5 ч и еще 15 мин в остывающей ванне. Далее промывают окрашенное волокно теплой и холодной водой, а при получении насыщенных окрасок промывают в растворе моющего вещества при 30 °С — 50 °С. Крашение полиамидных тканей можно осуществлять по плюсовочно-запарному способу (для получения светлых и средних окрасок) или термофиксационному способу (для получения интенсивных темных окрасок).

Таблица 2.45 — Технология крашения текстильных материалов из полиамидных волокон дисперсными красителями по периодическому способу

№	Операции	Компоненты раствора	Концентрация, г/л	Температура, °С	Время обработки, мин	Примечание
1	Замочка	Смачиватель Аммиак водный 25%-ный, мл/л	0,5–2 * 0,5	40–50	15	
2	Введение красителя	Краситель, % массы волокна	0,1–2 **	40–50	30	
3	Нагревание			50–95	30	
4	Крашение			95	60–90	
5	Расхолодка и слив			95–50	30	
6	Промывка	Теплая вода		40–45	60	Два раза по 30
		Холодная вода		15–20	30	

* В зависимости от вида ПАВ краситель вводят в два приема.

** При крашении в черный цвет до 4 %.

Кислотные красители

Вследствие низкого поглощения красителей полиамидным волокном на нем не всегда возможно получение насыщенных интенсивных окрасок. Из кислотных красителей используют специальные марки моносульфопроизводных красителей, обозначенных индексом «ПА» (для полиамида). Такие красители имеют только одну сульфогруппу, т. е. молекула красителя занимает в волокне всего один активный центр. Если же использовать красители с двумя или тремя сульфогруппами, то одной молекулой красителя могут блокироваться два или три активных центра полимера, что приведет к получению менее интенсивных окрасок. При крашении текстильных материалов из полиамидного волокна необходимо применять выравниватели.

Крашение текстильных материалов из полиамидных волокон специально подобранными кислотными красителями чаще осуществляют по периодическому способу. Технология крашения полиамидных материалов отличается от крашения шерсти тем, что с целью достижения равномерных окрасок и в виду неустойчивости полиамидных волокон к воздействию кислот первая стадия крашения осуществляется в слабощелочной среде (pH 9–10) и только в конце процесса крашения в красильную ванну вводится уксусная кислота. Крашение начинается с замачивания текстильного материала из полиамидных волокон в теплой воде при температуре 30 °С — 40 °С, затем в ванну последовательно вводятся растворы аммиака, выравнивателя (ализариновое масло, ивалон К и пр.), красителя. Собственно, крашение начинается при постепенном повышении температуры в течение около 60 мин до кипения и продолжается при температуре кипения 40–50 мин, после чего следует введение уксусной кислоты до pH 5–5,5 и обработка в кислой среде в течение 15–20 мин в остывающей ванне, затем идет окончательное охлаждение и промывка. После крашения в темные тона окраску закрепляют с помощью специальных катионоактивных закрепителей отечественного производства (тексоклен БЗУ-М) или импортного (гидрокол KAN-200, базолан F, цибатекс PA/PN, прекорезерв PA, неофикс ПА, найлофиксан P/PM и др.).

Кислотные металлокомплексные красители

Для крашения полиамидных волокон используют металлокомплексные красители, которые позволяют получать устойчивые к мокрым обработкам окраски от светлых до темных тонов.

Наиболее часто применяют красители комплекса 1 : 2. К достоинствам металлокомплексных красителей 1 : 2 относится высокая светостойкость окрасок. Такими красителями окрашивают полиамидные текстильные материалы из нейтральных или слабокислых ванн по периодическому способу, текстильный материал пропитывают составом, в который входят: выравниватель, уксусная кислота, сульфат аммония, повышают температуру до 95 °С, выдерживают 60 мин, после чего расхолаживают до 60 °С, вводят краситель, поднимают температуру до 95 °С, красят 60–90 мин, затем промывают неионогенными ПАВ и карбонатом кальция, далее промывают теплой водой.

Активные красители

Активные красители, используемые для шерсти, можно применять и для крашения полиамидных текстильных материалов. Процесс крашения проводится в слабокислых условиях (pH 4,5–5). Крашение начинают при 20 °С — 45 °С, а затем температуру повышают до кипения. На стадии последующей обработки используют неионогенные поверхностно-активные вещества и бикарбонат натрия или аммиак.

Наиболее эффективно использовать для колорирования полиамидных волокон специально синтезированные активные дисперсные красители. Они нерастворимы в воде и подобно обычным дисперсным красителям в слабокислой среде (pH4) равномерно и полно прокрашивают полиамидное волокно, а затем при подщелачивании ванны до pH 10,0–10,5 ковалентно фиксируются полимером. В результате на волокне образуется ровная и прочная окраска. Активными группами в молекулах дисперсных активных красителей чаще всего являются следующие: галогеналкиламиногруппы, галогенацильные, галогеналкиламиносульфонильные, галогенгетероциклические группировки. В результате использования дисперсных красителей с активной группой снижается экологическая нагрузка на сточные воды.

2.2.5.2 Крашение текстильных материалов из полиэфирных волокон

Полиэфирные волокна относятся к числу трудноокрашиваемых, что определяется следующими факторами: компактностью структуры; гидрофобным характером волокна; высоким электроотрицательным потенциалом волокна, не позволяющим его окрашивать анионными красителями; отсутствием в макромолекулах полиэтилентерефталата достаточного количества функциональных групп кислотного и анионного характера, способных химически взаимодействовать с красителями. Полиэфирные волокна (ПЭФ) окрашивают главным образом дисперсными красителями.

Для крашения полиэфирных текстильных материалов в настоящее время применяют высокотемпературные способы. Окрашивание полиэфирных материалов в атмосферных условиях (ниже 100 °С) в прошлом осуществляли с помощью переносчиков, в качестве которых применяли фенолы, ароматические кислоты, первичные амины и др. Большинство переносчиков относится к числу летучих, иногда токсичных соединений, что загрязняет рабочую атмосферу красильных цехов, осложняет очистку сточных вод и требует очень тщательной отмывки окрашенных материалов от остатков этих веществ. Поскольку эти вещества являются экологически вредными, в настоящее время окрашивание полиэфирных текстильных материалов проводят при высоких температурах –125 °С — 135 °С под давлением для периодических способов крашения и при температурах 200–210 °С для непрерывных термозольных способов.

Для крашения полиэфирных волокон чаще всего используют высокотемпературный процесс, осуществляемый в аппаратах автоклавного типа, работающих под избыточным давлением. В состав красильной ванны, помимо красителя, вводят диспергатор НФ и уксусную кислоту (до pH 5–5,5). Крашение начинают при 40 °С, за 30–45 мин ванну нагревают до 130 °С и красят при этой температуре 45–60 мин. После крашения волокно промывают и обрабатывают щелочным раствором восстановителя, например раствором дитионита натрия и гидроксида натрия. Восстановительная обработка и последующая промывка окрашенного материала обеспечивают наиболее полное удаление с поверхности волокна незакрепившегося красителя и улучшение устойчивости окраски к трению.

В процессе крашения возможны миграция олигомеров из полиэфирного волокна в красильный раствор и образование агломератов с красящим веществом, которые затем осаждаются на красильном оборудовании, особенно опасными являются триммеры этилентерефталата.

При осуществлении непрерывных способов крашения изделий из гидрофобных синтетических волокон дисперсными красителями особое значение приобретает быстрое разрыхление структуры волокна под действием высоких температур.

Из непрерывных способов крашения наибольшее распространение получил способ «термозоль», в основе которого лежит термическое воздействие на структуру волокна (нагревание до 180 °С — 220 °С). В этих условиях увеличивается частота и амплитуда тепловых колебаний отрезков цепей макромолекул, что вызывает увеличение числа и объема пор в структуре волокна. Одновременно значительно возрастает кинетическая энергия молекул красителя, что также способствует их переходу с поверхности внутрь волокна.

Ткань пропитывают при 80 °С составом, содержащим дисперсный краситель, г/л, загуститель (альгинат натрия), диспергатор, равномерно высушивают с целью исключения миграции красителя и подвергают термообработке в среде горячего воздуха при 180 °С — 220 °С в течение 30–90 с, промывают и сушат.

Загуститель вводят в пропиточную ванну для увеличения количества наносимого на ткань красильного раствора и предотвращения миграции красителя в процессе сушки окрашиваемого материала. Данный способ пригоден для крашения тканей из полиамидных и полиэфирных волокон в основном в светлые и средние тона. Для крашения по этому способу могут быть использованы дисперсные красители, устойчивые к сублимации при 180 °С — 220 °С.

2.2.5.3 Крашение текстильных материалов из полиакрилонитрильных волокон

Полиакрилонитрильные (ПАН) волокна являются гидрофобными и содержат анионные группы в молекуле. В результате они могут быть окрашены дисперсными и катионными красителями.

Дисперсные красители

Дисперсные красители используются для получения светлых или средних оттенков. Методы окрашивания соответствуют тем, которые используются для текстильных материалов из полиэфирных волокон. Однако крашение можно проводить при температурах <100 °С без переносчиков. Кроме того, из-за хороших миграционных свойств дисперсных красителей выравнивающие агенты не требуются.

Катионные красители

Полиакрилонитрильные волокна окрашивают катионными красителями чаще всего по периодическому способу. Краситель замешивают в пасту с 30%-ной уксусной кислотой и разбавляют горячей водой (90 °С). Волокно обрабатывают в водной ванне, содержащей уксусную кислоту и выравниватель, при 50 °С в течение 10 мин. Далее вводят раствор красителя, устанавливают нужное значение pH и затем нагревают красильную ванну до 85 °С со скоростью 1 °С в минуту. Иногда в красильный состав вводят глауберову соль. Далее еще более медленно (1 °С за 5 мин) продолжают нагревать красильный раствор до температуры кипения и красят волокно при этой температуре в течение 45–60 мин. После крашения ванну медленно (для сохранения эластических свойств волокна) охлаждают до 70 °С и затем промывают волокно водой.

В настоящее время разработаны и непрерывные способы крашения полиакрилонитрильных волокон. По непрерывному способу красят гребенную ленту, ткань, бар-

хат, ковры, высокообъемную пряжу. Такие способы, основанные на использовании интенсификаторов процесса, например резорцина и этиленкарбоната, способствующих, с одной стороны, снижению температуры стеклования волокна, а с другой — диспергированию и растворению красителя. Волокно пропитывают в течение 30 с при 90 °С — 95 °С в растворе, содержащем краситель, уксусную кислоту (до pH 4,5), выравниватель, интенсификатор (резорцин, или этиленкарбонат, или пропиленкарбонат). Для получения равномерной окраски в красильный раствор добавляют устойчивый в кислых средах неионогенный загуститель (мейрогум, индалку или сольвитозу). После отжима волокно запаривают при 100 °С — 105 °С в течение 1–2 мин, промывают горячей водой (70 °С — 80 °С), обрабатывают раствором моющего средства при 70 °С — 75 °С, снова промывают горячей (50 °С — 60 °С), теплой и холодной водой.

2.2.5.4 Крашение текстильных материалов из ацетатных и триацетатных волокон

В отличие от других регенерированных волокон целлюлозы, ДАЦ и ТАЦ являются гидрофобными, и поэтому они могут быть окрашены дисперсными красителями в условиях, аналогичных крашению ПЭФ-волокна.

Материалы из ацетатных волокон окрашивают дисперсными красителями по периодическому способу. Текстильный материал замачивают в растворе, содержащем смачиватель, гексаметафосфат натрия, уксусную кислоту до pH = 6–6,5, и выдерживают при температуре 40 °С в течение 10 мин, далее вводят краситель, затертый с диспергатором, нагревают до 80 °С и красят в течение 40–60 мин, после этого следует промывка моющим средством, а затем обработка антистатическим препаратом.

Текстильные материалы из триацетатных волокон окрашивают дисперсными красителями.

2.2.6 Крашение смеси волокон

Смеси натуральных и синтетических волокон становятся все более популярными в текстильной промышленности, поскольку это позволяет сочетать благоприятные технологические свойства синтетических волокон с уникальными свойствами натуральных волокон.

К наиболее распространенным смешанным текстильным материалам относятся ткани и трикотаж из смеси целлюлозных (хлопок, лен, вискоза) и полиэфирных волокон, из смеси шерсти с полиэфирным, полиакрилонитрильным или полиамидным волокнами. При производстве эластичных тканей и трикотажа к таким смесям добавляют в качестве третьего компонента полиуретановые нити (лайкра, спандекс и др.); при изготовлении тканей для нарядной женской одежды к традиционной смеси полиэфир — вискоза добавляют натуральный шелк, шерсть или лен.

Крашение волокнистых смесей всегда является более продолжительным и более сложным процессом, чем окрашивание индивидуального волокна. При окрашивании смесевых волокон могут применяться следующие варианты колористического оформления смешанных текстильных материалов:

- крашение с целью получения ровной однотонной (одноцветной) окраски, когда все компоненты в смеси имеют одинаковую окраску по интенсивности и оттенку;

- резервирование окраски на одной из волокнистых составляющих смеси, когда другие остаются незакрашенными;

- получение меланжевого эффекта, когда волокнистые составляющие имеют разную окраску. При этом разница в окраске может быть только по интенсивности или более существенной — по интенсивности и яркости.

Сложнее всего реализовать первый вариант колорирования («тон в тон») смешанных текстильных материалов. В этом случае возможны два пути:

- изготовление смешанных текстильных материалов из индивидуально окрашенных в один цвет волокнистых составляющих;

- колорирование уже готовых текстильных материалов (тканей, трикотажных полотен, нетканых материалов).

При окрашивании «тон в тон» иногда можно использовать один и тот же краситель для разных волокон. Когда нужно использовать красители разных классов, процесс крашения легче контролировать в том случае, если выбранные красители имеют сродство только к одной из волокнистых составляющих. Крашение текстильных материалов из наиболее распространенных смесей волокон будет рассмотрено в следующих разделах

2.2.6.1 Колорирование текстильных материалов из смеси полиэфирных и целлюлозных волокон

Целлюлозно-полиэфирные ткани имеют широкую область применения, практически используются для всех типов одежды и постельного белья. В качестве целлюлозного компонента могут быть использованы хлопковые волокна, льняные и вискозные штапельные волокна. Предпочтительное вложение волокнистых составляющих в ткани составляет 67 : 33 % (ПЭТФ : целлюлоза), для текстильных изделий бельевого назначения — 50 : 50 % и 20 : 80 %. Эти соотношения позволяют производить ткани сорочечного ассортимента любой плотности, трикотаж, костюмные, платьевые и плащевые ткани.

В процессах крашения смешанных тканей полиэфирную составляющую окрашивают дисперсными красителями, а целлюлозное волокно обычно окрашивают активными, кубовыми, сернистыми, прямыми красители или нерастворимыми гидроксиазокрасителями. Пигменты применяют для крашения таких материалов в светлые тона. На практике обычно применяют смеси дисперсных красителей с кубовыми или с активными.

Водные дисперсии дисперсных красителей проявляют неустойчивость в присутствии высоких концентраций электролита, а также склонны к щелочному гидролизу и разрушаются в щелочных растворах восстановителей. Поэтому крашение дисперсными красителями предпочитают проводить в интервале pH = 4,5–5,5, а удалять поверхностно закрепленный дисперсный краситель с целлюлозных волокон смешанных текстильных материалов обработкой щелочным раствором восстановителя.

Периодические методы крашения широко распространены для получения на смешанных текстильных материалах из целлюлозных и полиэфирных волокон окрасок любой интенсивности и цвета с помощью комбинации дисперсных и одного из пяти классов красителей анионного типа, окрашивающих целлюлозные волокна.

Если на производстве имеются красильные аппараты периодического действия, работающие под давлением (позволяет красить при температуре >100 °С), то наиболее целесообразно проводить крашение на них. Из аппаратов автоклавного типа могут быть использованы специальные модификации красильной барки, красильно-роликовой машины, аппараты навойного типа и эжекторные.

Крашение смесью прямых и дисперсных красителей осуществляют по классической двухванной технологии: сначала закрашивают дисперсным красителем ПЭФ-составляющую при температуре 130 °С в течение — 10 мин, затем удаляют поверхностно закрепленный дисперсный краситель с целлюлозной и ПЭФ-составляющих с помощью щелочно-восстановительной операции. Вместе с операцией нейтрализации цикл составляет 90 мин. Далее следует окрашивание целлюлозной составляющей прямыми красителями при температуре 90 °С с последующими двумя промывками холодной водой (~2–10 мин). Весь цикл крашения составляет 6 ч.

Ускоренная однованная технология предполагает, что прямые и дисперсные красители вносят одновременно в ванну в начале процесса и повышают температуру до 130 °С для закрашивания ПЭФ-составляющей дисперсными красителями, далее снижают температуру до 80 °С — 90 °С, добавляют электролит и вновь снижают температуру до 60 °С — 70 °С и дают две холодные промывки. Общее время всего цикла однованного совмещенного способа крашения составляет 4 ч, т. е. на 2 ч короче, чем двухванного.

Крашение смесью активных и дисперсных красителей целлюлозно-полиэфирных текстильных материалов осуществляется по четырем методам периодического крашения:

- классический двухванный способ, по которому сначала красят дисперсными красителями ПЭФ-составляющую по обычной схеме крашения текстильных материалов из этих волокон, затем проводят щелочно-восстановительную очистку текстильных материалов от поверхностно закрепленного красителя. Далее красят целлюлозную составляющую активными красителями по обычной схеме крашения этих волокон данным классом красителей. В заключении проводят мыловку с целью удаления гидролизованного активного красителя;

- двухванный (менее классический) способ, по которому сначала красят активными красителями целлюлозную составляющую по обычной схеме, при этом упрощается операция мыловки (двойная промывка теплой водой для удаления щелочи и электролита). После этого следует крашение ПЭФ-составляющей дисперсными красителями по обычной схеме. На этой стадии крашения при температуре выше 100 °С полностью удаляется гидролизованный краситель. Общий цикл крашения по этой схеме составляет 7 ч. Ограничением в этом методе является выбор дисперсных красителей, не требующих щелочно-восстановительной обработки;

- однованный (ускоренный) совмещенный способ (1). Дисперсные и активные красители вводятся в красильную ванну одновременно, pH выдерживают в пределах 6,5. При достижении температуры 80 °С в ванну вводят электролит (Na_2SO_4 — по рецептуре для активных красителей) и повышают температуру до 130 °С для окрашивания ПЭФ-волокон. После этого снижают температуру до 80 °С и добавляют щелочной агент для фиксации активных красителей на целлюлозном волокне и проводят операцию мыловки. Для этого способа выбирают дисперсные красители, образующие дис-

персии, устойчивые при добавках большого количества электролита. Общий цикл крашения по этому способу составляет 5 ч;

- однованный совмещенный ускоренный способ (2). Дисперсные и активные красители вводятся в красильную ванну одновременно, где поддерживаются с помощью буферной системы pH = 9,0–9,5 и повышают температуру до 125 °С. При этом одновременно происходит окрашивание обеих составляющих красителями обоих классов. Только немногие дисперсные красители устойчивы даже в слабощелочной среде. Способ основан на большей зависимости реакционной способности активных красителей от температуры, чем от pH среды. Общий цикл крашения по этому способу составляет 5 ч.

Из непрерывных способов крашения целлюлозно-полиэфирных тканей наиболее значимыми являются способы крашения смесью дисперсных и активных красителей по термозольной технологии и смесью дисперсных и кубовых.

Для осуществления термозольного способа крашения смесью дисперсных и активных красителей применяют специально отобранные красители обоих классов. Для дисперсных красителей важна высокая степень фиксации в щелочной среде, для активных — высокая степень фиксации в условиях термообработки. Из активных красителей для термозольного крашения наиболее пригодны монохлортриазиновые красители. Наиболее экономичным является однованный способ термозольного крашения тканей из смеси волокон дисперсными и активными красителями. Для успешного проведения однованного процесса крашения необходимо особенно тщательно подбирать красители. Для расширения пригодности дисперсных красителей желательно снизить щелочность красильной ванны, так как для многих из них при введении в рабочий раствор щелочей наблюдается не только уменьшение фиксации, особенно при крашении в темные цвета, но и ухудшение устойчивости окраски. В качестве щелочного агента рекомендуется применять гидрокарбонат натрия. Технология крашения проста: ткань плюсуют раствором, в который, помимо красителей, входят: мочевина, гидрокарбонат натрия, альгинат натрия, смачиватель. После плюсования и сушки ткань подвергают термообработке, а в течение 1–1,5 мин при 200 °С промывают и высушивают.

Двухванный способ термозольного крашения смесью дисперсных и активных красителей включает: плюсование ткани раствором активного и дисперсного красителей без щелочного агента в присутствии диспергатора, мочевины, загущающего вещества, сушку, термическую обработку при 195 °С — 200 °С, плюсование раствором гидроксида натрия в присутствии хлорида натрия, запаривание ткани при 103 °С — 105 °С, промывку, сушку. В данных способах используют готовые смеси красителей импортного производства, что существенно уменьшает трудности при подборе близких по цветовым характеристикам красителей различных классов. К таким красителям относятся следующие: резакотоны (ф. «Байер», Германия), ремароны (ф. «Хехст», Германия), процилены (ф. «БАСФ», Германия) и др.

Технологический процесс крашения тканей из смеси полиэфирных и целлюлозных волокон по термозольному способу смесями дисперсных и кубовых красителей включает: плюсование ткани суспензией красителя, промежуточную сушку, термообработку при 200 °С — 210 °С, в процессе которой дисперсный краситель фиксируется на полиэфирной составляющей, восстановительную обработку для кубового красителя, запаривание при 102 °С — 105 °С, окислительную обработку, промывку, сушку. Эти

красители могут быть использованы также для высокотемпературного крашения пряжи и тканей из полиэфирных и целлюлозных волокон в аппаратах автоклавного типа.

По аналогичной технологии используют готовые смесовые композиции кубовых и дисперсных красителей: коттестрены (ф. «БАСФ», Германия), резитрены (ф. «Байер», Германия), теракотены (ф. «Сиба», Швейцария), унитроны (ф. «Сумито Кемики» Япония), полицелы (ОАО «Краситель», Украина).

2.2.6.2 Колорирование смеси шерсти и полиэфирных волокон

Ассортимент текстильных материалов из смеси шерсти и полиэфирных волокон в основном изготавливается в трех видах:

1) смесь шерсть/ПЭФ — 65/35, получаемая из очень хорошо смешанной пряжи, используется для текстильных материалов, идущих в производство мужской одежды;

2) смесь шерсть/ПЭФ — 45/55, получаемая из очень хорошо смешанной пряжи или из двух видов пряжи чистой шерсти и чистого полиэфирного волокна; используется для производства брюк и юбок;

3) смесь шерсть/ПЭФ — 50/50, получаемая из очень хорошо смешанной пряжи или комбинаций двух видов пряжи из чистой шерсти и полиэфирного волокна; используется для производства плиссированных юбок. Эти смеси находят широкое применение для производства тканей и трикотажа.

Используют двухванную или одновванную технологию крашения смесей. Одновванная технология может быть одностадийная и двухстадийная.

В случае двухстадийной технологии сначала красят дисперсными красителями, тогда при более низких температурах (до 105 °С) полиэфир интенсивно окрашивается дисперсными красителями, которые при температуре 105 °С почти полностью (специально выбранные марки красителей) мигрируют на полиэфирное волокно, после этого проводят тщательную промывку и красят шерсть по классической технологии кислотными, кислотными металлокомплексными 1 : 2 или активными красителями.

Технология одновванного, одностадийного способа крашения смесью дисперсных и кислотных или активных красителей включает пропитку красильным раствором. Готовят красильную ванну (pH = 5,5–6), вводя в нее CH_3COOH (30 %), Na_2SO_4, диспергатор и интенсификатор. Текстильные материалы из смеси обрабатывают в течение 10–15 мин в этой ванне при 50 °С — 60 °С, затем добавляют в ванну хорошо диспергированный дисперсный, а затем растворенный кислотный (или активный) краситель. Красят при этой температуре 5–10 мин и затем повышают ее до 105 °С в течение 30–45 мин. Красят при этой температуре 60–90 мин. В заключении проводят мыловку при 70 °С в течение 20–30 мин в присутствии CH_3COOH (30 %) и моющего средства.

2.2.6.3 Колорирование материалов из смеси шерсти и полиамидных волокон

Текстильные материалы из смеси шерсти и полиамидных волокон являются очень популярными, поскольку добавление всего 1 % полиамидных волокон к шерстяной пряже увеличивает ее прочность на разрыв на 4 %. Это свойство смесей используется для производства спортивного трикотажа, детской одежды, военного обмундирования, ковров. Содержание полиамидных волокон в смеси достигает 20 %. Шерсть и полиамидные волокна относительно близки по химическому строению, поскольку, как и

натуральный шелк, все белковые соединения являются полиамидами, в которых аминокислоты соединены многократно повторяющейся –CO-NH-амидной связью.

Полиамидные и белковые волокна могут быть окрашены красителями одного класса, поскольку будут иметь к ним сродство в силу близкого химического строения.

В таблице 2.46 дан перечень групп красителей, которые можно использовать для крашения текстильных материалов из смеси шерсти и полиамидных волокон, и их предпочтительный выбор в зависимости от требуемой интенсивности окраски.

Таблица 2.46 — Выбор вида красителей, обеспечивающих качественную окраску из смеси шерсти и полиамидных волокон

№	Вид красителей	Интенсивность окраски		
		светлые тона	средние тона	глубокий цвет
1	Кислотные	+	+	
2	Металлокомплексные 1 : 1	+	+	+
3	Металлокомплексные 1 : 2			+
4	Отдельные марки кислотно-хромовых			+

При использовании кислотных красителей выбирают хорошо выбирающиеся или устойчивые к валке красители. Состав красильной ванны для этих двух групп красителей приведен в таблице 2.47.

Таблица 2.47 — Рецептура крашения кислотными красителями смеси шерсти и полиамидного волокна

Состав красильной ванны (% от массы волокна)	Хорошо выравнивающие красители	Устойчивые к валке
Муравьиная кислота	2–4	1–2
Na_2SO_4 (кристаллический)	10–20	10
Выравниватель анионного типа	3–0,2	4–1
Кислотный краситель	X	X

Крашение начинают при 40 °С, повышают температуру до 100 °С в течение 35–40 мин и продолжают крашение при кипении еще 30–60 мин. Если красильная ванна истощается не полностью, то добавляют 0,25 % — 0,5 % муравьиной кислоты от массы волокна и еще красят 25–30 мин.

Крашение металлокомплексными красителями 1 : 1 начинают при температуре 30 °С — 40 °С в присутствии H_2SO_4 и анионного выравнивателя (2 % — 0,2 %). Затем в течение 30 мин повышают температуру до кипения, красят еще 60–90 мин, после этого нейтрализуют красильную ванну добавкой ацетата аммония CH_3COONH_4 в количестве 6 % — 8 % от массы волокна и ткань промывают.

2.2.6.4 Колорирование смеси шерсти и полиакрилонитрильных волокон

Полиакрилонитрильные волокна очень близки к шерсти по теплоизоляционным и физико-механическим свойствам и поэтому широко используются в смесях с шерстью, повышая их формоустойчивость и улучшая физико-механические свойства смешанных

текстильных материалов. Наиболее употребляемые в практике смеси шерсти и ПАН-волокон: 70/30, 60/40, 50/50, 40/60.

Колорирование текстильных материалов из смеси шерсти и ПАН проводят с целью получения следующих эффектов:

- однотонового эффекта;
- двухтонового эффекта;
- эффекта окрашивания только одной компоненты смеси.

Для этой цели используют следующие классы (группы) красителей:

- кислотные и металлокомплексные (1 : 1, 1 : 2) для окрашивания шерсти;
- катионные для окрашивания полиакрилонитрильных волокон.

Крашение начинают при 70 °С и ведут его 15–20 мин в присутствии катионного красителя, затем добавляют 3 % H_2SO_4 (96%-ной) и 5 % муравьиной кислоты (85%-ной) от массы волокна, повышают температуру крашения до 80 °С в течение 10–15 мин, добавляют металлокомплексный краситель, повышают температуру до 100 °С в течение 40 мин и красят еще 60 мин. На этой стадии весь катионный краситель мигрирует с шерсти на полиакрилонитрильную составляющую. После этого охлаждают ванну до 60 °С со скоростью 1 °С в минуту и дают тщательную промывку.

Если предъявляются высокие требования по устойчивости окраски к мокрым обработкам, то металлокомплексные красители 1 : 1 заменяют на комплекс 2 : 1. В этом случае сначала закрашивают ПАН катионными красителями в присутствии уксусной кислоты 30%-ной — 3 % от массы волокна (pH = 4–5). Повышают в течение 30–40 мин температуру с 80 °С до кипения и красят при ней 60 мин. Затем охлаждают ванну до 60 °С — 70 °С, добавляют $(NH_4)_2SO_4$ или CH_3COONa 2 % — 3 % от массы волокна и через 5 мин вводят металлокомплексный (2 : 1) краситель и красят при кипении еще 60 мин. В заключении цикла охлаждают ванну до 60 °С и тщательно промывают текстильный материал.

2.2.6.5 Колорирование материалов из смесей полиамидных и целлюлозных волокон

Поскольку полиамидные волокна имеют сродство почти ко всем красителям, используемым для целлюлозы, существуют различные возможности для окрашивания этой смеси:

- прямые и дисперсные красители (pH 8);
- кислотные или 1 : 2 красители с комплексными металлами (pH 5–8);
- активные красители.

Наиболее часто трикотаж, ткани и готовые изделия такой смеси волокон окрашивают прямыми или активными красителями. Условия нанесения являются типичными для каждого класса красителей. Они уже были описаны в конкретных разделах.

2.2.6.6 Крашение пигментами смешанных текстильных материалов

Пигменты используются в непрерывном крашении для получения светлых и пастельных тонов. К основным проблемам при крашении пигментами относятся получение мягкого грифа ткани при высокой устойчивости окрасок к трению и достижение равномерности окрасок за счет исключения миграции пигмента и связующего. Для нивелирования первого недостатка в красильные ванны вводят мягчители. Для снижения

степени миграции красителя ткань подсушивают с помощью ИК-ламп, а также используют специальные ингибиторы, которые должны быть очень эффективными и должны обеспечивать снижение миграции при низких концентрациях их в растворе, чтобы не придать ткани излишнюю жесткость.

Технология крашения, совмещенного с заключительной отделкой, строится следующим образом: ткань плюсуют при температуре 30 °С — 40 °С композицией, содержащей пигмент, мягчитель, пленкообразующий компонент, сеткообразующий компонент, катализатор, антимигрант, пеногаситель, затем ткань сушат и термофиксируют при температуре 140 °С — 150 °С в течение 3–4 мин.

В настоящее время появилась новая концепция непрерывного крашения пигментами, разработанная фирмой CIBA. Для крашения используют лишь один продукт — JrgaphorSPD, который содержит в себе и пигмент, и все необходимые добавки. Для получения готового к использованию и устойчивого красильного раствора достаточно смешать JrgaphorSPD с водой. Далее технология строится по традиционной схеме.

2.3 Печатание текстильных материалов

2.3.1 Суть процесса печати по текстильным материалам

Печатание можно рассматривать как локальное окрашивание текстильного материала с помощью загущенных растворов или суспензией красящих веществ, которые называются красками. Печатная краска представляет собой композицию, включающую краситель, ТВВ и загуститель.

Технология процесса печати состоит из следующих стадий:

- приготовление печатной краски;
- нанесение печатной краски на ТМ на тканепечатном агрегате;
- сушка в печатной сушилке;
- фиксация в специальных термокамерах или зрельниках;
- промывка и сушка текстильного материала (не применяется при печати пигментами).

При описании различных методов печати выделяют печать пигментами, которые не имеют сродства к волокну, и печать с помощью красителей (активных, кубовых, дисперсных и т. д.).

2.3.2 Пигментная печать

Пигменты — водонерастворимые красители органической и неорганической природы, которые также нерастворимы в растворах кислот и щелочей.

Пигменты для текстильной промышленности маркируют индексом «ТП» и представляют собой водные дисперсии, содержащие 15 % — 20 % красящего вещества. Они не проявляют сродства к волокну и закрепляются на ткани с помощью приклеивания к внешней поверхности элементарных волокон с помощью специальных связующих веществ, образующих при тепловой обработке полимерную пленку.

Качество напечатанных пигментами текстильных материалов в основном зависит от используемых печатных составов, основными компонентами которых, кроме пигмента, являются связующее вещество (пленкообразующий компонент), фиксатор (сеткообразующий компонент), мягчитель, эмульгатор, загуститель.

К связующим предъявляют специальные требования:

- пленка связующего должна обладать хорошей адгезией к частицам пигмента и волокну;

- должна быть тонкой, бесцветной, эластичной;

- не должна растворяться в воде, растворах кислот, щелочей;

- должна быть устойчива к действию света, тепла, окислителей, не должна изменять своих свойств со временем.

Подобрать индивидуальные соединения, удовлетворяющие всем требованиям, сложно. Поэтому чаще всего применяют комбинацию из термопластичного полимера в виде латекса (пленкообразующий) и термореактивного полимера (сеткообразующий). В качестве пленкообразующих используют ПВА, эфиры ПАК, производные бутадиена, производные полиуретана. Применяют полимеры или готовую композицию из латексов. В качестве сеткообразующих используют ПТРС, в основном это производные мочевины (карбамол без марки, диэтиленкарбамолмочевина). Недостатком применения таких сеткообразующих компонентов является высокое содержание формальдегидов на напечатанных тканях. В настоящее время на их основе получены препараты — бесформальдегидные и малоформальдегидные, в которых метилольные группы этерифицированы. В состав печатной краски также могут входить мягчители, эмульгаторы, пеногасители и другие вещества, улучшающие печатно-технические свойства составов.

Технология печати пигментами всех текстильных материалов проста: нанесение печатного состава, как правило, на машинах с сетчатыми шаблонами (плоских или ротационных — в зависимости от вида печатаемого материала); сушка в печатных сушилках соответствующих печатных машин; термическая обработка в зрельниках в среде перегретого пара или на линиях термической обработки сухим горячим воздухом при температуре 140 °С — 160 °С в течение 2–4 мин.

Преимущества пигментной печати очевидны:

- универсальность, возможность применения для колорирования ТМ любого волокнистого состава;

- исключение из технологического цикла промывки и сушки, что обуславливает малоотходность и малозатратность;

- многовариантность технологий и художественно-колористических решений;

- широкая цветовая гамма и высокая устойчивость получаемых расцветок к мокрым обработкам и свету;

- простота в техническом исполнении;

- пригодность любых видов печатного оборудования: от плоской фотофильмпечати до ротационной с высокими скоростями печати.

2.3.3 Печать красителями

Процесс традиционно начинается с приготовления печатной краски. Помимо красителя, печатная краска содержит загуститель и различные вспомогательные вещества, которые можно классифицировать по их функциям следующим образом:

- окислители (например, м-нитробензолсульфонат, хлорат натрия, пероксид водорода);

- восстановители (например, дитионит натрия, сульфоксилаты формальдегида, диоксид тиомочевины, хлорид олова (II));

- гидротропы, такие как мочевина;

- солюбилизаторы красителей, которые представляют собой полярные органические растворители, такие как глицерин, этиленгликоль, бутилгликоль, тиодигликоль и т. д.;

- пеногасители (например, соединения кремния, органические и неорганические сложные эфиры, алифатические эфиры и т. д.);

- интенсификаторы (например, соли калия, триэтаноламид).

Для печати одного рисунка обычно требуется от 5 до 14 различных печатных красок (в некоторых случаях применяется до 20 различных печатных красок). Все необходимые ингредиенты дозируются и смешиваются на автоматической смесительной станции.

На многих производствах принято фильтровать печатную краску перед использованием. Данная операция необходима для дальнейшего предотвращения забивания печатного шаблона.

После приготовления печатную краску наносят на конкретные участки текстильного материала, используя один из следующих методов:

- прямая печать;

- вытравная печать;

- резервная печать.

В процессе прямой печати печатную краску наносят на белый или окрашенный в светлые тона текстильный материал, при этом на ткани можно получить белоземельный рисунок, полугрунтовый либо грунтовый.

При вытравной печати на предварительно окрашенную ткань наносят специальную вытравную краску, содержащую компонент, разрушающий краситель окрашенной ткани (окислитель или восстановитель), который начинает действовать на стадии тепловой обработки. В результате получают белые узоры на цветном фоне. Если в вытравной состав добавить краситель, устойчивый к деструктирующему компоненту, то можно получать цветные узоры.

Резервная печать осуществляется посредством нанесения на белую ткань специального резервного печатного состава, после чего текстильный материал поступает на крашение или грунтовую печать, при этом краситель фиксируется на всей площади ткани, за исключением тех мест, на которых нанесен состав, препятствующий фиксированию красителя. Таким методом можно получать цветные или белые узоры в зависимости от того, содержит или не содержит резервирующий состав устойчивый к нему краситель. Пример получения резервных оттенков: по азотолированной и высушенной ткани печатают составами, которые содержат резервирующий агент, препятствующий образованию на волокне нерастворимого азокрасителя при последующей пропитке ткани раствором диазоля. В качестве резервирующих веществ применяют восстановители (сульфиты калия, натрия и т. д.) или потенциально кислые соли (ацетаты цинка, железа и др.). Для получения цветных рисунков в состав резервной печатной краски вводят диазоль в таком количестве, чтобы он полностью связал весь азотол и при пропускании через раствор диазоля другого цвета, в местах нанесения печатной краски образуется цвет, соответствующий диазолю в резервной печатной краске.

Существует несколько методов получения узорчатой расцветки на ткани:

- ручная набойка;
- аэрография;
- полихроматическое крашение или бесконтактное нанесение краски;
- флок-печать;
- термопечать;
- печать на машинах с медными гравированными валами;
- печать на машинах с сетчатыми шаблонами.

Первый способ малопроизводителен и дорог, используется при производстве штучных изделий и реставрационных работах. Рисунок получается с помощью деревянных ручных форм. Эти формы называются манерами.

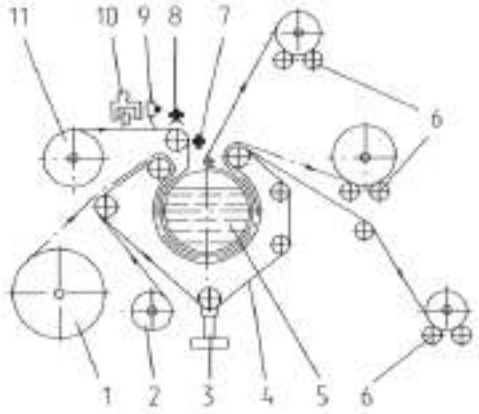
При втором способе печати краска распыляется на ткани аэрографом-пульвелизатором. Однако при этом трафареты быстро загрязняются.

Полихроматическое крашение мало применяется в широкой практике. Основано на разбрызгивании из специальных сопел тонких струй растворов разных цветов на движущееся полотно. Программированное нанесение краски осуществляют на ковровые и напольные покрытия. Для производства необходимы каретки с сопловыми устройствами и ЭВМ.

Флок-печать (флокированная печать) — это своеобразный способ узорчатой расцветки тканей, представляющий собой получение рельефных флокированных рисунков из короткого ворса, называемого флоком. Ворс ориентированно наносится на расправленное полотно ткани (основу), поверхность которой предварительно покрывается тонким слоем полимерного клея, например поливинилхлоридом, затем ткань подвергается сушке и термической обработке, способствующей прочному закреплению ворса на ее поверхности. Важным процессом является предварительная химическая подготовка ворса к флокированной печати. Она включает промывку (удаление замасливателя), крашение, активизацию ворса, сушку и просев. Для нарезки ворса используются различные химические волокна, в частности вискозные, полиамидные, полиэфирные, акриловые и ацетатные. Активизация ворса — это химическая обработка его препаратами, обеспечивающими восприятие ворсом электрического заряда в электростатическом поле. Поиски оптимальных условий активации еще продолжаются. В частности, находят применение из органических веществ катионактивные ПВА, из неорганических веществ различные электролиты и др.

Термопечать — это перевод рисунка на ткань с бумажной подложки методом термообработки. Этот способ применяется в шелковой отрасли. Перенос осуществляется на машинах двух типов: термопрессы и термокаландры (см. рисунок 2.32).

Под воздействием температуры дисперсный краситель сублимируется и диффундирует из текстильной подложки в волокно. Нет необходимости в дальнейшей обработке, такой как фиксация и промывка, что исключает попадание красителя в сточные воды. Переводная печать — один из способов оптимизации производственных процессов, способствующих повышению эффективности технологических процессов и снижению материалоемкости.



1 — ткань; 2 — бумага, выполняющая роль прослойки; 3 — натяжное устройство; 4 — прижимная лента; 5 — обогреваемый маслом цилиндр; 6 — накатное устройство; 7, 8 — устройство для регулирования подачи ткани и бумаги; 9, 10 — ножевые устройства для боковой и поперечной резки бумаги

Рисунок 2.32 — Технологическая схема термокаландра

Достоинством этого метода перед традиционной печатью является снижение капитальных затрат на оборудование, сохранение производственных площадей, высокое качество готовой продукции, а главное — практически полное отсутствие сточных вод, так как ткани после перевода рисунка не требуют промывки.

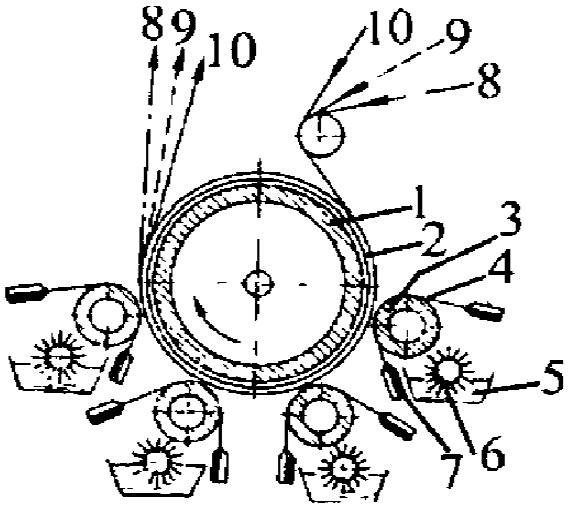
Нанесение печатной краски на текстильные материалы в первых трех способах осуществляется на печатных машинах с помощью гравированных металлических валов или сетчатых шаблонов. Печатные машины с гравированными валами используются для печатания узких хлопчатобумажных, вискозных, штапельных и хлопкополиэфирных тканей с небольшим вложением полиэфирной составляющей.

Такие машины работают на высокой скорости печати (120–150 м/мин), надежны в работе, срок службы валов большой. Способ незаменим для глубокой печати, особенно на плотных тканях. Вместе с тем они имеют недостатки: высокая степень натяжения ткани при печати, невозможность использования для шелка, трикотажа, льна. Большое давление в жале валов может повредить ткань с легкодеформируемой структурой. Большая металлоемкость и дороговизна меди, большая масса, высокая трудоемкость изготовления валов и длительность процесса переналадки машины при смене рисунка снижает КПВ.

Печатные машины выпускаются многовальными с четным числом валов. Наибольшее распространение получили 6-, 8-вальные машины максимально до 16 валов.

Основным рабочим органом являются вращающиеся гравированные валы, которые прижимаются к ткани. Валы могут иметь выпуклую или углубленную гравюру, из которой краска переносится на материал. Валы с рельефной (выпуклой) гравюрой применяются для печатания обоев, пленки, клеенок, линолеума, т. е. для гидрофобных материалов. В текстильной промышленности для печатания тканей применяют валы с

углубленной гравюрой. Схема тканепечатной машины с медными гравированными валами приведена на рисунке 2.33.



1 — грузовик, покрытый слоем лапинга; 2 — лапинг (кирза); 3 — ткань, подлежащая печатанию; 4 — чехол для предохранения кирзы от загрязнения краской; 5 — кирза (бесконечное полотно из специальной резины с ПХВ-покрытием; кирза обеспечивает нужную эластичность грузовику и заменяет лапинг); 6 — печатный вал; 7 — корыто, в котором вращается щетка, служащая для нанесения краски на вал; 8 — ракля для удаления печатной краски с негравированных участков вала; 9 — контрракля — служит для очистки вала от пуха и краски, заносимой с тканью, и устанавливается только у передних валов

Рисунок 2.33 — Схема тканепечатной машины с медными гравированными валами

Печатные валы устанавливаются на подвижные подшипники и прижимаются винтом упора к грузовику. Грузовик своего привода не имеет и вращается за счет прижимаемых к нему печатных валов. Валы обеспечивают транспортировку ткани, кирзы и чехла. Печатные валы имеют толстые стенки и изготавливаются из красной меди (качество лучше, но дороже) или из стали, на поверхность которой гальванически наносится слой меди толщиной 2–10 мм или же прессованием надевается медная рубашка толщиной 10–15 мм. Цилиндр насаживается специальным прессом на стальной шип, который служит осью цилиндра. Длина окружности цилиндров одного рисунка должна быть строго одинаковой. Раппорт рисунка укладывается по длине вала целое число раз. Способы нанесения рисунка на вал (гравирование) разнообразны: ручная гравировка, фотомеханические, фотохимические, «МЭГА» (механический электронно-гравировальный аппарат). Гравирование валов осуществляют в граверной мастерской.

Печатные валы располагаются вокруг грузовика, покрытого слоем специальной ткани — лапинга, и прижимаются к нему с помощью специального устройства. Краска наносится на печатный вал вращающейся щеткой, установленной в корыте с загущенным раствором красителя. К печатному валу по ходу вращения прижимается ровная, хорошо заточенная пластина (нож) из высококачественной стали, называемая раклей;

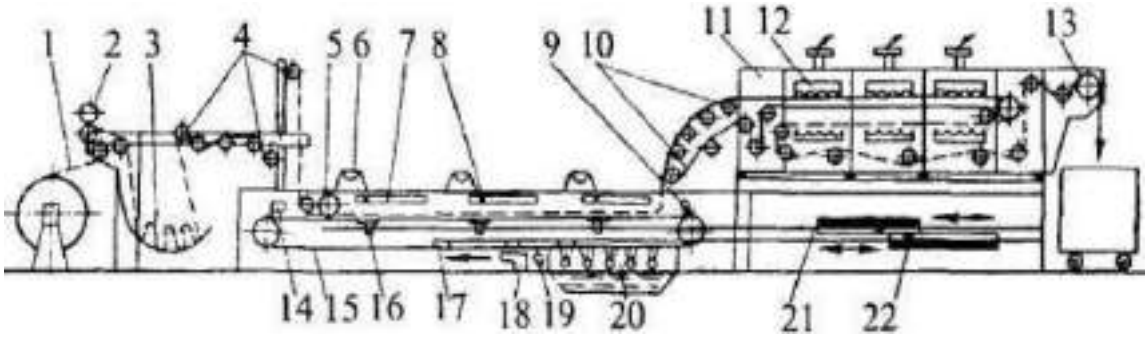
она очищает вал от излишков краски, оставляя ее лишь в углублениях гравюры. С противоположной стороны вала устанавливают другую пластину, называемую контр-раклей, которая служит для очистки печатного вала от загрязнений (пуха), попавших на вал с ткани, и краски.

Для печати с помощью гравированных валов используются тканепечатные агрегаты. На сегодняшний день преобладает бесчехловая печать, и тканепечатный агрегат включает:

- печатную машину с гравированными валами;
- кирзомойно-сушильную машину;
- сушилку для ткани.

Печатаемая ткань накладывался на хорошо натянутую кирзу, которая должна принять на себя избыток краски. Затем загрязненная сторона кирзы промывается, сушится, и кирза снова поступает на печатную машину, на которую она заправлена бесконечным полотном. В кирзомойной машине происходит постоянная промывка кирзы, в результате краситель и другие составляющие печатной краски попадают в стоки. В конце каждой партии корыта вручную освобождаются от остатков печатной краски и моются. Пустые баки из-под краски, щетки, валы, ракля промываются водой. Наиболее универсальными являются печатные машины с сетчатыми шаблонами (см. рисунок 2.34). На них можно печатать всеми классами красителей ткани различного волокнистого состава. По форме сетчатые шаблоны делятся на плоские и цилиндрические. Печатание плоскими шаблонами целесообразно для штучных изделий (платки, салфетки и пр.) небольшой тиражности рисунка. Машинному способу печатания плоскими сетчатыми шаблонами предшествовали ручные и полумеханические способы с помощью кареток, передвигающихся над столом на величину раппорта.

На рисунке 2.34 представлена схема печатного агрегата с плоскими сетчатыми шаблонами.



1 — ткань; 2 — тянульная пара; 3 — лотковый компенсатор; 4 — натяжные и направляющие ролики; 5 — прижимной валик; 6 — бачки для краски; 7 — сетчатые шаблоны; 8 — магнитные роликовые ракли для высушивания полотна; 9 — спрыск; 10 — тканевый конвейер; 11 — сопловая сушилка; 12 — сопла; 13 — тканеукладчик; 14 — приклеивающее устройство; 15 — ленточный транспортер; 16 — магнитные стержни; 17 — вакуум-элементы; 18 — устройство, подающее воздух; 19 — осушающая ракля; 20 — промывная секция; 21 — гидропривод для передвижения; 22 — гидропривод с тягой для магнитных стержней передвижения ленточного транспортера

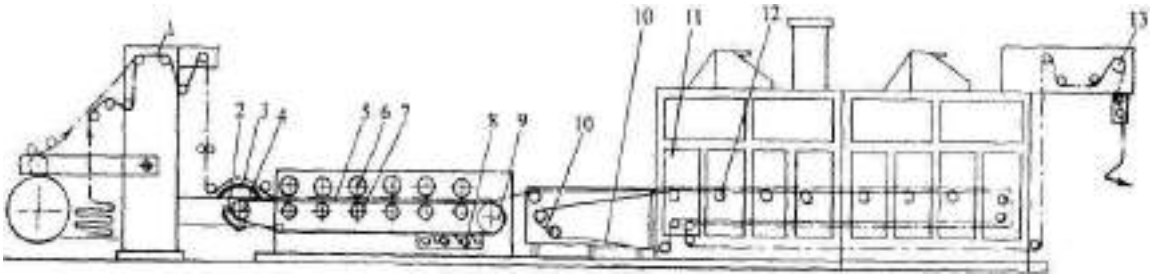
Рисунок 2.34 — Печатная машина со стационарными сетчатыми шаблонами

Печатный агрегат имеет печатный стол в виде конвейера, на котором расположен комплект шаблонов (до 10 шт.). Шаблоны представляют из себя раму с натянутой ситовой тканью (чаще капроновой), на которую нанесена непроницаемая для печатной краски лаковая пленка со свободными от нее участками, соответствующими рисунку. Внутри шаблона размещена ракля, перемещаемая специальным устройством. Печать осуществляется следующим образом: подлежащее печати текстильное полотно наклеивается на транспортер, а затем вместе с конвейером перемещается на длину одного шаблона и останавливается, затем все шаблоны одновременно опускаются на ткань, на сито шаблонов подается печатная краска, которая с помощью ракли протирается через сито шаблонов, затем шаблоны поднимаются, конвейер с тканью опять передвигается, и процесс вновь повторяется. Напечатанная ткань снимается с транспортера и направляется в сушилку. Многоцветность рисунка существенно не влияет на производительность машины, так как все шаблоны срабатывают одновременно. На ряде отечественных фабрик установлены машины фирм «Шторк» (Нидерланды), «Реджиани» и «Мекканотессиле» (Италия), «Ичиносе» (Япония), «Циммер» (Австрия), «Бузер» (Швейцария) и др.

Недостатком печатания на машинах с плоскими шаблонами является низкая производительность.

Значительным шагом вперед в области техники печатания явились разработка и внедрение высокопроизводительных печатных машин с цилиндрическими сетчатыми шаблонами. В этих машинах шаблон представляет собой перфорированный никелевый цилиндр. Выпускаемые во многих странах печатные агрегаты с цилиндрическими шаблонами различаются размещением шаблонов (плоский стол или грузовик), кон-

струкцией ракельного узла и сушилки. Эти печатные агрегаты совмещают в себе основные достоинства плоскопечатных машин с высокой скоростью и непрерывностью процесса печатания гравированными валами. На рисунке 2.35 приведена схема устройства печатной машины с цилиндрическими шаблонами и плоским печатным столом.



1 — ткань; 2 — клеящее устройство; 3 — обогреватель; 4 — натяжной барабан; 5 — ленточный транспортер; 6 — цилиндрические сетчатые шаблоны; 7 — прижимные валы; 8 — промывная установка; 9 — приводной барабан; 10 — тканевый конвейер; 11 — сопловая сушильная машина; 12 — поддерживающие ролики; 13 — транспортирующий ролик тканеукладчика

Рисунок 2.35 — Схема печатной машины с цилиндрическими сетчатыми шаблонами

На рисунке 2.36 представлена система подачи печатной композиции на машинах с цилиндрическими печатными шаблонами. Подающая труба ведет от бака с краской к насосу, оттуда шланг проведен к ракле. Таким образом печатная краска попадает внутрь шаблона. Объем заполнения системы подачи краски к шаблону довольно высок, и, как следствие, количество остатков печатной краски, которое должно удаляться при каждом изменении цвета, также является довольно значительным. Идет модернизация этого вспомогательного оборудования, что позволит снизить количество таких. Еще одна возможность снижения непроизводительных расходов печатной краски, которая реализована на некоторых отделочных фабриках, заключается в восстановлении и повторном использовании этих остатков для составления новых рецептов.

На машинах автоматически выполняются операции намазывания клея на транспортер и приклеивания к нему ткани, съем ткани с транспортера, его промывка с помощью спрысков и щеток, а также сушка. При смене рисунка или его вида раклист промывает шаблоны на специально установленной мойке. Баки из-под печатной краски также моют и сушат перед приготовлением в них новой печатной композиции.

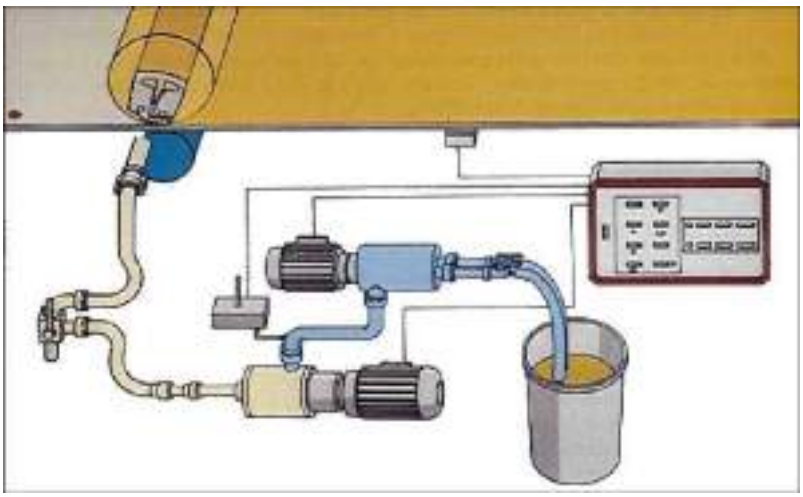


Рисунок 2.36 — Система подачи печатной краски для печатной машины с цилиндрическими шаблонами

Самым новым и перспективным способом колорирования текстиля является струйная цифровая печать. Струйная печать — это технология получения изображения при помощи микроскопических капель чернил, распыляемых печатающей головкой принтера на полотно. В отличие от ротационных и плоских трафаретных машин цифровые используют для печати красители в форме готовых жидких чернил. Специфика применения текстильных чернил заключается в том, что ткань для последующей цифровой печати должна быть определенным образом подготовлена.

Первой струйной машиной является TruColorTCP2500 фирмы Stork, которая была представлена на ITMA в Ганновере в 1991 г. Это была четырехцветная машина, предназначенная для изготовления образцов тканей по заданным рисункам с рабочей скоростью менее 1 $м^2$/ч.

Привлекательным для этих предприятий были следующие достоинства струйной печати:

- неограниченное количество цветов и оттенков в рисунке;
- неограниченная сложность рисунка, вплоть до воспроизводства акварельных рисунков и фотографий;
- почти мгновенное воспроизведение рисунка;
- возможность очень быстрой смены рисунков и колористик;
- практически безотходный выпуск маленьких партий (700–1000 м);
- отличная воспроизводимость.

Недостатки:

- невысокие рабочие скорости порядка 50–150 $м^2$/ч;
- трудоемкость чистки рабочих головок от красок;
- высокая стоимость чернил.

Фирма «Реджиани», выпустившая первую промышленную струйную печатную машину, представила последнюю разработку DREAM (мечта) с рабочей скоростью 150 $м^2$/ч при ширине печатаемой ткани 1,6 м.

Машина Chromotex от фирмы Zimmer создавалась не как адаптация бумажного струйного принтера к текстильному субстрату, а наоборот — как приложение современных цифровых технологий к огромному опыту фирмы в области шаблонной плоской

и ротационной печати. В результате количество наносимой на ткань краски находится на уровне шаблонной печати, что способствует лучшему проникновению краски в толщу ткани, а это особенно важно для тяжелых и плотных тканей специального назначения — автообивочных, мебельных.

Остальные струйные печатные машины различаются по:

- назначению (для изготовления образцов, для эксклюзивной печати — шелковых платков, галстуков, а также промышленного назначения);
- рабочей скорости — от 20 до 150 м^2/ч;
- рабочей ширине — до 3,5 м;
- степени разрешения — до 780 dpi;
- типу (термо-, пьезо-, комби-) и количеству (4–24) рабочих головок;
- количеству базовых цветов красок-чернил (4–8);
- программному обеспечению.

Механизм фиксации активных и кислотных красителей из чернил и печатных композиций одинаков. Однако, поскольку чернила содержат лишь сами красители, все остальные текстильные вспомогательные вещества (ТВВ-загуститель, мочевина, щелочной агент и специальные добавки) должны быть нанесены на ткань до цифровой печати. Более того, ткань должна быть высушена и смотана в рулон. Нанесение ТВВ обычно производится плюсованием или трафаретным барабаном. По этой причине процесс подготовки ткани для цифровой печати не требует дополнительного оборудования, поскольку отлично вписывается в стандартный технологический процесс трафаретной печати.

2.3.4 Фиксация красителей на ткани

После печати ткань сушат. Целью последующей стадии фиксации является диффузия максимально возможного количества красящего вещества, которое удерживается загустителем, в волокна, в ряде случаев образование химических связей между красителем и волокном или синтез красителя на волокне.

Это особенно важно, например, для кубовых красителей, которые являются нерастворимыми и переходят в соответствующее растворимое состояние только после реакции с восстановителями во время процесса фиксации.

Фиксация — это обработка напечатанной и высушенной ткани в атмосфере насыщенного или перегретого пара или горячего воздуха при температуре 100 °С — 210 °С в зависимости от класса используемого красителя и волокнистого состава ткани. На этой стадии происходит набухание пленки печатной краски за счет поглощения влаги из паровой среды зрельника, образования высококонцентрированного раствора загустителя — красильной ванны, в которой растворяются краситель и вспомогательные вещества, входящие в состав печатной краски, и из которой происходит процесс крашения ткани. Распределение красителя между волокном и загустителем является важным фактором в определении степени фиксации красителя.

Фиксацию красителя осуществляют в специальных зрельниках или термокамерах. Тип оборудования для фиксации выбирают в зависимости от класса красящего вещества, химической природы волокна и структуры текстильных материалов, а также состава печатных красок и технологии печатания. В промышленности используют зрельники трех типов:

- паровые: восстановительные (ЗВВ, ЗЗ) или окислительные (ЗО);
- мокрого проявления (ЗМП);
- термические, с использовнием в качестве среды для фиксации горячего воздуха (МВРТ) или ИК-лучей (ЛТ).

Восстановительные зрельники предназначены для восстановления красителя во влажной среде (кубовые, активные красители).

Зрельники типа ЗВВ предназначены для вызревания кубовых и других красителей, напечатанных на целлюлозных и вискозных штапельных тканях. Они чаще всего используются после машин с гравированными валами и мало пригодны для обработки ткани, напечатанной на машинах с сетчатыми шаблонами. ЗВВ могут работать как в низкотемпературном, там и в высокотемпературном режиме.

Высокотемпературный режим обеспечивается перегретым паром, который получается с помощью нержавеющих электронагревателей, встроенных в трубу паропровода или пароперегревателя.

Завесные зрельники (ЗЗ) универсальны, они могут применяться для фиксации любых классов красителей, на любых волокнистых материалах, в любой отрасли (шелк, лен, трикотаж). В ЗЗ ткань обрабатывают без натяжения, свободными петлями. Ткань касается роликов только изнаночной стороной, время обработки 1,5–25 мин. Существуют два режима обработки: низко- и высокотемпературный. При низкотемпературном режиме ткань обрабатывают насыщенным водяным паром Т 100 °С — 102 °С, при высокотемпературной обработке используют перегретый пар Т ± 180 °С.

Зрельники завесные выпускаются многими иностранными фирмами: «Ариоли» (Италия), «Шторк» (Голландия), «Киото» (Япония) и др.

На сегодняшний день разработаны новые модификации зрельников, которые работают в одно широкое полотно. В них предусмотрены три режима обработки:

- низкотемпературный;
- высокотемпературный;
- горячий воздух Т до 200 °С.

Зрельники мокрого проявления предназначены для непрерывной пропитки проявительным раствором, сушки в ИК-зоне и фиксации красителя на ткани в паровой среде. Конструкция зрельников позволяет использовать их для обработки хлопчатобумажных, льняных и вискозных тканей. В ЗМП осуществляется фиксация тканей, окрашенных кубовыми красителями по двухфазной технологии или активными красителями.

Зрельники мокрого проявления состоят из пропиточной машины и камеры мокрого проявления (КМП), состоящей из ИК-зоны и паровой камеры с температурой перегретого пара 120–200.

Термические зрельники служат для термической обработки тканей, напечатанных пигментами и активными красителями по термофиксационному способу. Фиксация красителя осуществляется за счет обработки напечатанной ткани горячим воздухом с

температурой 180 °С — 220 °С за 1–3 мин. Серийно выпускаются МВРТ-2/180, МВРТ-3/180-1 (2, 3 — число секций), а также линии типа ЛТ.

2.3.5 Промывка тканей после печати

Последний этап процесса печати заключается в промывке ткани и ее сушке. На этой стадии из ткани вымывается незафиксированный краситель, загуститель и вспомогательные вещества, входящие в состав печатной краски.

При печати нерастворимыми красителями, такими как кубовые красители, эта операция также необходима для превращения красителя в исходное окисленное нерастворимое состояние. В этом случае после промывки холодной водой напечатанный текстильный материал обрабатывают окислителями — перекисью водорода или бихроматом калия. Процесс завершается мыловкой — обработкой раствором поверхностно-активного вещества и карбоната натрия при температуре, близкой к температуре кипения.

Процесс печатания пигментом прост, так как по его окончании не требуется промывки ткани. Это справедливо и для случаев, когда краситель полностью фиксируется на волокне (например, при использовании методов цифровой струйной печати).

2.3.6 Вспомогательные операции по очистке оборудования

В конце каждой партии и при каждом изменении цвета выполняются различные операции по очистке:

- кирзу, к которой ткань приклеивается во время печати, промывают в непрерывном режиме водой для удаления излишков клея и печатной краски;
- печатающие устройства (все системы, отвечающие за подачу и нанесение краски на текстильный материал) очищаются, сначала удаляются остатки краски, а затем шланги, щетки, валы, ракли, корыта, баки и шаблоны промывают водой. В некоторых случаях остатки печатной краски направляются обратно в соответствующие баки для повторного использования;
- оставшуюся печатную краску в баках, в которых готовят краску, обычно перед тем как помыть водой предварительно очищают.

2.3.7 Экологические проблемы

Типичными источниками выбросов для процессов печати являются:

- остатки печатной краски;
- сточные воды, образующиеся в процессе промывки и очистки;
- летучие органические соединения, выделяющиеся при сушке и фиксации.

Остатки печатной краски образуются в процессе печати по различным причинам, и это количество может быть достаточно значительным.

Основными причинами являются, например, неправильно рассчитанное количество печатной краски и приготовление избыточного количества краски для предотвращения дефицита.

Кроме того, при каждом изменении рисунка или его вида необходимо очистить печатное оборудование. Печатные краски остаются на оборудовании из-за их высокой

вязкости, и обычной практикой является использование систем улавливания для их удаления перед промывкой водой.

Другим значительным источником остатков печатной краски является процесс разработки колористами новых видов и рисунков. Иногда такие разработки производятся на серийных станках, что означает высокое удельное количество образующихся остатков.

Существуют методы, которые могут снизить потери печатной краски (см. раздел 4), однако их внедрение в производство ограничено из-за ряда внутренних технологических недостатков используемой на большинстве отделочных фабрик технологии печати. Большинство этих недостатков связаны с переносом рисунка, неизбежным контактом между поверхностью подложки и аппликатором и реологическими свойствами печатной краски, что ограничивает возможность повторного ее использования. Эти проблемы можно решить, внедряя цифровые способы печати (см. раздел 4).

Сточные воды в процессах печати образуются в основном после окончательной промывки ткани после фиксации, очистки систем нанесения в печатных машинах, очистки оборудования и очистки кирзы и транспортерной ленты.

Сточные воды, образующиеся в результате операций очистки оборудования, составляют большую долю общего загрязнения по сравнению с загрязнениями, попадающими в стоки в результате операций промывки текстильного материала.

Загрязняющие вещества, которые чаще встречаются в сточных водах печатного и промывного цехов, перечислены в таблице 2.48.

Таблица 2.48 — Загрязняющие вещества, встречающиеся в сточных водах после печати и промывки тканей

Наименование загрязнения	Источник загрязнения	Эмиссии
Органический краситель	Нефиксированный краситель	Связанные с этим проблемы окружающей среды зависят от типа красителя
Мочевина	Гидротропные средства	Высокий уровень азота способствует эвтрофикации
Аммоний	Пигментные печатные краски	Высокий уровень азота способствует эвтрофикации
Сульфаты и сульфиты	Редуцирующие побочные продукты	Сульфиты токсичны для водных организмов, а сульфаты могут вызвать проблемы с коррозией при концентрации >500 мг/л
Полисахариды	Загустители	Высокий ХПК, но легкоразлагаемый
ПАВ	Эмульгаторы	Слабо подвержены биологическому разложению
Полиакрилаты	Загустители	Труднобиоразлагаемый, но >70 % биоэмульгируемый (метод испытания OECD 302B)
Глицерин и полиолы	Связующее в пигментной печати	

Окончание таблицы 2.48

Наименование загрязнения	Источник загрязнения	Эмиссии
М-нитробензолсульфонат и его соответствующее аминопроизводное	Диспергаторы в составе красителя	Труднобиоразлагаемые и водорастворимые
Поливиниловый спирт	Солюбилизирующие агенты в печатных красках	Труднобиоразлагаемый, но >90 % биоэмульгируемый
Многозамещенные ароматические амины	При вытравной печати кубовыми красителями. При прямой печати активными красителями ингибируют восстановление красителей	Слабо подвержен биологическому разложению и трудно разлагается биоэлементами
Минеральные масла/ алифатические углеводороды	Клей для одеял	Алифатические спирты и углеводороды легкобиоразлагаемы. Ароматические углеводороды труднобиоразлагаемы и трудно поддаются биологическому разложению

2.4 Летучие органические соединения (ЛОС), выделяющиеся при сушке и фиксации напечатанных текстильных материалов

Сушка и фиксация являются еще одним важным источником выбросов в процессах печати. В отработанном воздухе могут встречаться следующие загрязняющие вещества:

- алифатические углеводороды (C_{10} — C_{20}) из связующих веществ;
- мономеры, такие как акрилаты, винилацетаты, стирол, акрилонитрил, акриламид, бутадиен;
- метанол из фиксирующих агентов;
- другие спирты, сложные эфиры, полигликоли из эмульгаторов;
- формальдегид из фиксирующих агентов;
- аммиак (от разложения мочевины и присутствующего аммиака, например, в пигментных печатных пастах);
- N-метилпирролидон из эмульгаторов;
- эфиры фосфорной кислоты;
- фенилциклогексен из загустителей и связующих веществ.

Более полный список загрязнителей, потенциально присутствующих в отработанном воздухе после термообработки при печати, с указанием потенциального источника, приведен в разделе 3.

2.5 Заключительная отделка текстильных материалов

Заключительная отделка — это совокупность процессов обработки текстильных материалов, улучшающих потребительские качества и внешний вид тканей, удлиняющих срок их службы и облегчающих их эксплуатацию в быту.

Различают заключительную отделку общего и специального назначения (специальные виды заключительной отделки). Основной целью отделки общего назначения является улучшение имеющихся свойств ткани, а отделки специального назначение — придание текстильным материалам новых потребительских свойств.

Основными задачами заключительной отделки общего назначения являются: улучшение внешнего вида ткани, придание ей блеска или матовости; придание ткани определенного грифа (жесткости, мягкости, наполненности, драпируемости и др.); повышение износостойкости ткани; придание ткани малосминаемости и малоусадочности; придание ткани стандартных устойчивых размеров по ширине и длине (ширение, усаживание и декатировка).

Целью заключительной отделки специального назначения является придание гидро- и олеофобных свойств, устойчивости к действию микроорганизмов и насекомых, огнестойкости (негорючести), антисептических свойств, грязеотталкивающих свойств и др.

Вид применяемой отделки определяется ассортиментом и назначением данного вида ткани. Для подавляющего числа тканей необходима достаточно высокая износостойкость, определяющая для одежных тканей, и носкость. Кроме того, ткани для верхней одежды должны обладать малосминаемостью, малоусадочностью, наполненностью (добротностью) и, часто, гидрофобностью, а бельевые ткани, наоборот, должны обладать высокой гидрофильностью. Ткани для постельных принадлежностей, помимо высокой износостойкости и гигроскопичности, должны обладать негорючестью. Интерьерные ткани бытового назначения, помимо негорючести, должны обладать рядом других специфических свойств, например гардинно-тюлевые ткани должны обладать светостойкостью и грязеотталкивающими свойствами. Технические ткани (палаточные, брезентовые и др.), как правило, должны обладать светостойкостью, водоупорностью, а в ряде случаев и другими свойствами, например устойчивостью к действию микроорганизмов.

Традиционно технология заключительной отделки строится следующим образом: пропитка аппретирующим составом, отжим до 80 % — 100 %, подсушка, сушка, ширение, фиксация (если необходима). Промывка тканей после термообработки является заключительной операцией некоторых видов отделки и необходима в случае, если используются формальдегидсодержащие предконденсаты термореактивных смол или на ткани имеются остатки не вступивших в реакцию химических соединений.

Для точного дозирования количества нанесенного аппрета на текстильный материал и снижения экологической нагрузки в отделочном производстве отделочную композицию можно наносить в виде пены, а также использовать пропиточную машину с гравированным валом, на которой при аппретировании тканей густыми и вязкими растворами обеспечивается вдавливание отделочного раствора в структуру ткани из углубленной гравюры вала и дозирование количества наносимого аппрета с помощью ракли, роль которой играет обрезиненный вал с регулируемой степенью прижима. Ин-

тенсифицируют процесс пропитки посредством предварительного запаривания текстильного материала.

Процесс заключительной отделки текстильных материалов обычно строится по непрерывной схеме.

2.5.1 Отделки общего назначения целлюлозных текстильных материалов

Основным более распространенным видом отделки общего назначения является малосминаемая отделка, придающая несминаемость изделиям из целлюлозных волокон (х/б, лен), гидратцеллюлозных волокон (вискоза), а также тканям с вложением химических волокон до 50 %.

В процессе эксплуатации текстильные изделия подвергаются сложному комплексу внешних воздействий, которые приводят к образованию на ткани нежелательных складок, заломов и других деформаций. Чтобы изделие не сминалось и дольше сохраняло красивый внешний вид и форму, оно должно быть выполнено из материала, обладающего малой сминаемостью. Под малой сминаемостью волокнистого материала понимают способность его быстро восстанавливать исходную форму и расправлять складки после прекращения действия сминающей нагрузки. Этот показатель характеризуется углами восстановления ткани после ее смятия по основе и по утку или суммой этих углов и выражается в градусах. Испытания можно проводить как с сухой, так и с влажной тканью.

Малосминаемость текстильного изделия определяется упругоэластическими свойствами волокна, которые в свою очередь тесно связаны с его молекулярной и особенно надмолекулярной структурой.

Склонность текстильных материалов к изменению линейных размеров предопределяется рядом факторов и в первую очередь химической природой волокна, структурой пряжи и характером переплетения ткани. Гидрофильные волокна, к числу которых относятся все целлюлозные материалы, сильно набухают в воде и водных растворах. Ткани, изготовленные из гидрофильных волокон, более склонны к изменению линейных размеров, чем ткани из волокон гидрофобной природы, которые в воде практически не набухают и не изменяют своих размеров. У природных волокон сминаемость высокая и в сухом, и в мокром состоянии, поэтому задача заключительной отделки улучшить эти свойства. Это достигают за счет применения специальных препаратов и соблюдения технологических условий, причем можно достичь разного эффекта отделки:

- МС — малосминаемость в сухом состоянии;
- ЛГ — легкое глажение (придается малосминаемость в мокром состоянии);
- ЛУ — легкий уход (придается малосминаемость и в мокром, и в сухом состоянии);
- ПУХО — противоусадочная химическая отделка (придаются противоусадочные свойства, но не малосминаемость);
- ФОРНИЗ — формирование малосминаемых изделий (придается в два этапа на отделочной фабрике и в швейном производстве готовым изделиям).

Препараты, применяемые в отделке общего назначения, делятся на два типа:

- латексы и эмульсии — ПВА, ПЭ, ПВС, полиакриламид и другие препараты на основе полиакриловой кислоты;

- простые мономерные соединения, растворимые в вводе и имеющие активные группы, которые при определенных условиях могут образовывать химические связи с активными группами волокна или между собой — предконденсаты термореактивных смол — сшивающие реагенты (ПТРС).

По химическому строению все многообразие сшивающих реагентов можно разделить на следующие группы:

- альдегиды;
- N-метилольные препараты;
- винильные соединения;
- эпоксисоединения;
- производные акриламида;
- диизоцианаты;
- поликарбоновые кислоты.

Для придания волокнистым материалам свойств несминаемости до недавнего времени использовали в основном би- и полифункциональные высокоформальдегидные вещества, обладающие повышенной химической активностью. При внесении в волокно они в определенных условиях могут вступать в реакцию с гидроксильными группами макромолекул целлюлозы, блокируя их или образуя между смежными макромолекулами поперечные связи.

Наиболее радикальным подходом к решению проблемы выделения формальдегида в заключительной отделке является разработка качественно новых сшивающих агентов. Исследования в этой области ведутся в двух основных направлениях: разработка препаратов с минимально возможным содержанием формальдегида и получение бесформальдегидных сшивающих агентов.

В качестве низкоформальдегидных препаратов применяют метиловые эфиры мочевиноформальдегидных конденсатов, а также производных пропиленмочевины, карбаматов и диметилолдигидроксиэтиленмочевины (ДМДГЭМ) Ткани, отделанные N-метоксиметильными соединениями, выделяют значительно меньше формальдегида, чем ткани, обработанные соответствующими неэтерифицированными препаратами при сохранении высокого эффекта несминаемости, хорошей устойчивости к гидролизу и к действию активного хлора. В качестве низкоформальдегидных препаратов, наряду с метиловыми эфирами N-гидроксиметильных соединений, применяют производные гликолей и многоатомных спиртов.

Сравнительные исследования устойчивости отделки ДМДГЭМ, этерифицированной этиленгликолем, метиловым или изопропиловым спиртом, показали, что ткани, обработанные гликолированной ДМДГЭМ, отличаются меньшим содержанием формальдегида. В то же время при обработке тканей этерифицированными препаратами наблюдаются меньшие потери прочности под действием хлора и машинной стирки, чем при обработке немодифицированной ДМДГЭМ.

К отечественным препаратам этой группы относятся отексид Д-2, представляющий собой диэтиленгликолевый эфир 4,5 дигидроксиэтиленмочевины, и отексид НФ, являющийся метиловым эфиром диметилолдигидроксиэтиленмочевины.

В настоящее время разработаны низкоформальдегидные отделочные препараты, представляющие собой этерифицированные карбаматы. Обработанные непромытые целлюлозные ткани содержат менее 300 мкг/г формальдегида при использовании

метиловых эфиров карбаматов и менее 200 мкг/г при использовании гликолиевых эфиров карбаматов.

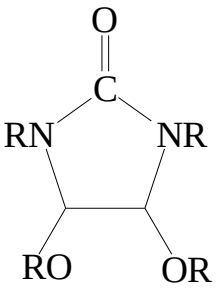
Минимальное содержание свободного формальдегида на ткани позволяют добиться препараты, модифицированные гликолями. В качестве ультранизкоформальдегидного препарата была предложена этерифицированная, модифицированная диэтиленгликолем ДМГМ, которая применяется преимущественно при скоростной высокотемпературной фиксации.

Отделка этим препаратом отличается хорошей устойчивостью к действию хлора, светостойкостью, белизной, устойчивостью к гидролизу, но в значительной степени зависит от pH ткани.

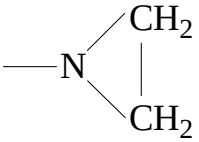
Помимо вышеописанных модифицированных N-гидроксиметильных препаратов, для низкоформальдегидной отделки могут применяться и другие соединения, например производные имидазолидинона и другие импортные препараты, состав которых не расшифровывается фирмами-производителями.

Внедрение все более жестких норм на содержание свободного формальдегида способствует развитию бесформальдегидной отделки. В качестве бесформальдегидных препаратов для отделки тканей используются соединения различного химического строения, функциональные группы которых способны реагировать с гидроксильными группами целлюлозы с образованием поперечных связей.

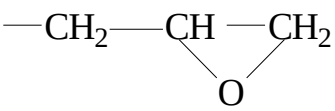
Примеры реакционноспособных групп:



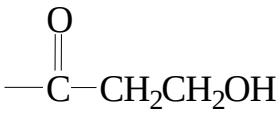
Гидрокси- или алкоксигруппа этиленмочевины (-OR, где R = H или алкил)



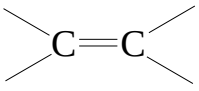
Группа этиленимина (азиридина)



Эпоксигруппа



Группа β-гидроксиэтиленкетона



Винильная группа

—SO_2—CH_2CH_2OH Группа линейного β-гидроксиэтилсульфона

Однако некоторые из указанных соединений (линейные сульфоны, этиленимины) отличаются токсичностью, другие — помимо этого, недостаточно активны (эпоксиды), и все они являются дорогостоящими продуктами, что затрудняет их промышленное ис-

пользование. Кроме того, отделка этими препаратами изделий из чистого хлопка уступает по качеству обработке N-гидроксиметильными соединениями.

В настоящее время наиболее перспективными бесформальдегидными отделочными препаратами являются продукты присоединения диалкилмочевин или циклических мочевин к глиоксалю. При взаимодействии 1 моля циклической мочевины с 1–3 молями глиоксаля получаются эффективные бесформальдегидные препараты для отделки тканей.

Наибольший интерес для придания бесформальдегидной отделки представляют азотсодержащие препараты, получаемые из продуктов взаимодействия диальдегидов с амидами. Это продукты взаимодействия глиоксаля или глутарового альдегида с акриламидом, мочевиной или метилкарбаматом; диалкилмочевин или циклических мочевин с глиоксалем.

Наиболее перспективными из азотсодержащих бесформальдегидных веществ являются продукты присоединения диалкилмочевин или циклических мочевин к глиоксалю. Из отечественных препаратов бесформальдегидный отексид БФ получил самое широкое распространение. Он представляет собой производное глиоксаля, свободное от формальдегида.

Другой вариант решения проблемы бесформальдегидной технологии заключительной отделки целлюлозосодержащих текстильных материалов базируется на использовании поликарбоксилсодержащих кислот, способных сшивать макромолекулы целлюлозы за счет образования поперечных сложноэфирных связей. Впервые возможность осуществления процесса такой отделки была продемонстрирована еще в 1963 г. В последующих работах были подобраны наиболее подходящие поликарбоксикислоты, катализаторы процесса и оптимальные параметры его проведения. В качестве таких сшивающих агентов рекомендуются 1,2,3,4-бутантетракарбоновая кислота, 1,2,3-пропан-трикарбоновая кислота, лимонная кислота, малеиновая и некоторые другие кислоты с числом карбоксильных групп от 4 до 6, при этом предпочтение отдается именно последним. Применение бутантетракарбоновой кислоты в качестве отделочного препарата несколько ограничивается ее высокой стоимостью, а лимонная кислота вызывает пожелтение хлопчатобумажной ткани во время термообработки. Для подавления этого нежелательного эффекта в состав пропиточного раствора вводят полиэтиленгликоли или борную кислоту. Для ускорения реакции сшивки макромолекул целлюлозы с помощью поликарбоксикислот предложено использовать различные катализаторы органического и неорганического происхождения. Наилучшие результаты по показателям отделки тканей достигаются при использовании гипофосфита натрия, который является дорогостоящим продуктом.

Основной проблемой, связанной с применением мало- и бесформальдегидных предконденсатов, является их низкая реакционная способность по отношению к целлюлозе, вследствие чего затрудняется достижение высоких показателей малой сминаемости отделанных целлюлозных материалов, а эффект отделки недостаточно устойчив к действию стирок. Поэтому важен правильный выбор высокоактивных катализаторов процесса фиксации новых предконденсатов, а также добавок текстильных вспомогательных веществ, способствующих снижению потерь прочности и повышению качества отделанных тканей.

В состав отделочной композиции для рассматриваемых отделок обычно входят: предконденсат термореактивной смолы (ПТРС) — сшивающий агент; катализатор (со-

ли металлов); мягчители; пленкообразующие вещества — предконденсаты термопластичных смол; поверхностно-активные вещества в качестве смачивателей.

В зависимости от вида отделки МС, ФОРНИЗ, ПУХО варьируются концентрации компонентов в композиции.

Для аппретирования хлопчатобумажных и льняных тканей бытового назначения наиболее широко используются крахмальные аппреты, в состав которых входят расщепленный (частично переведенный в растворимую форму) крахмал, мыло, глицерин, вода и, иногда, мягчители. При аппретировании бельевых полотен и тканей с белоземельным рисунком для улучшения белизны фона применяют ультрамарин или оптические отбеливающие вещества. Крахмальные аппреты вымываются из ткани в процессе стирки, одновременно с этим исчезает и приданный эффект — наполненность, жесткость, гладкость.

В связи с этим более эффективными являются малосмываемые аппреты, которые, выполняя функции крахмала, достаточно прочно удерживаются на волокне при стирках. Они также улучшают внешний вид тканей, придают им необходимую упругость, шелковистость, значительно повышают стойкость материала к истиранию, создают условия для удобства раскроя полотна и пошива изделия. Малосминаемые аппреты бывают двух видов:

- термопластичные полимеры (отделка МАПС — малосмываемый аппрет с применением пластичных смол);

- термореактивные полимеры (отделка МАРС — малосмываемый аппрет реактивными смолами).

В состав композиций для отделки МАРС входят наполнитель — крахмал или поливиниловый спирт, поливинилацетатная эмульсия и т. д., предконденсат термореактивной смолы, например: отексид НФ или карбамол, катализатор. В этом случае в волокне наполнители (Х) присоединяются к молекуле целлюлозы с помощью мостиков (М) из остатков молекул предконденсата термореактивной смолы: Целл — О — М — Х.

В значительно меньшей степени идет реакция сшивки макромолекул целлюлозы (Целл — О — М — Х— М — О — Целл), это позволяет проводить данный вид отделки практически без потерь прочности текстильного материала.

Композиция для отделки МАПС включает полиэтиленовую и поливинилацетатную эмульсии. Иногда вводят дополнительно мягчители (например, отексин КС, октамон ГП, тексоклен МГФ).

В результате аппретирования повышается добротность и наполненность ткани, увеличивается прочность (на 20 % — 25 %), возрастает устойчивость к истиранию (в 2–15 раз). Эти ценные свойства ткани сохраняются почти полностью после 10–25 стирок.

Устойчивые эффекты каландрирования применяют в отделке хлопчатобумажных тканей саржевого, сатинового, атласного переплетений для уплотнения структуры ткани, улучшенного внешнего вида: придания блеска, серебристости, сообщения добротности. Для получения таких эффектов на ткани необходимо, чтобы в составе пропиточного раствора присутствовали не только ПТРС и катализатор, но и активный наполнитель (крахмал, ПВС, ПВА), который реагирует с ПТРС в процессе образования смолы и обеспечивает требуемый эффект наполненности.

На стадии каландрирования текстильным материалам придается нужная форма поверхности, а на стадии термообработки эта форма фиксируется посредством сшивок макромолекул волокна и отложением на нем смолы, именно в том положении, которое

задано при каландрировании. В зависимости от типов валов каландра на ткани можно получать различные устойчивые к стиркам эффекты:

- тиснение (Т);
- лощение(Л);
- серебристо-шелковистую отделку (СШО);
- несминаемую глянцевую отделку (НГО).

Для получения на ткани устойчивого эффекта используют каландры:

- отделочные, предназначенные для разглаживания и уплотнения ткани, улучшения грифа и придания умеренного блеска;
- фрикционные, в которых варьируется скорость вращения одного вала относительно другого за счет чего ткань приобретает блеск различной интенсивности (от слабого до очень сильного);
- тиснильные, предназначенные для получения выпуклых рисунков на ткани, за счет изменения ее структуры при прохождении между валами, один из которых (металлический) имеет выпуклую гравюру, а другой (мягкий) — выемки соответствующей формы;
- серебристые, предназначенные для придания сатинам отделки СШО, а именно приятного серебристо-шелковистого блеска. На поверхность стального вала серебристого каландра нанесена гравюра в виде параллельных штрихов, наклоненных под углом 7°–26,5°, количество штрихов на 10 мм составляет 95–98 штук. Для максимального эффекта необходимо, чтобы штриховая гравировка в наибольшей степени перекрывала структуру переплетения ткани. Для сатинов это условие выполняется при использовании металлических валов с углом наклона гравировки 12°–16°.

При получении различных эффектов каландрирования особое внимание уделяют остаточной влажности ткани после сушки. При пересушке ткань теряет механическую прочность при каландрировании, становится жесткой. При отделке ткани с повышенной влажностью остаточная влага замедляет процессы смолообразования и сшивки. Рекомендуется остаточная влажность перед пропусканием ее в каландр хлопчатобумажных тканей, подвергаемых отделке СШО — 8 % — 10 %, тиснению — 10 % — 15 %, лощению — 10 % — 12 %.

2.5.2 Специальные виды отделки

В зависимости от назначения текстильного материала при заключительной отделке придают тканям из различных волокон новые специфические свойства: способность отталкивать воду и противостоять масляным и другим загрязнениям, огнестойкость, бактерицидность, устойчивость к гниению. Такие виды отделок относятся к специальным, так как их осуществляют в большинстве случаев при обработке тканей специального и технического назначения. Несколько реже специальным видам отделок подвергают ткани бытового назначения.

2.5.2.1 Гидро- и олеофобная отделка

В зависимости от устойчивости ткани к намоканию в воде различают водонепроницаемую и водоотталкивающую (гидрофобную) отделки. Водонепроницаемая отделка, применяемая для технических тканей (палаточные, брезентовые, парусиновые и др.), достигается путем покрытия поверхности ткани сплошной воздухонепроницае-

мой пленкой. Водоотталкивающая отделка применяется для одежных, плащевых, спортивных и других тканей бытового назначения, в которых требуется сохранение открытой пористости и воздухопроницаемости ткани. Поверхность гидрофобизированных тканей не смачивается водой, хотя ткань пропускает водяные пары и воздух. Это достигается путем нанесения гидрофобизирующего препарата на поверхность отдельных волокон и нитей с сохранением открытой структуры ткани.

Для придания тканям водоотталкивающих свойств наиболее часто используют следующие соединения:

- эмульсии парафинов и восков, содержащие соли алюминия или циркония (например, аламин 520 (Россия), персистоль Е (Германия) и др.);

- кремнийорганические соединения (силиконы), известные в России как силиконовые эмульсии;

- органические комплексы хрома или алюминия с высшими жирными кислотами — хромолан (Россия), импермин G (Германия) и др.;

- метилольные производные различных соединений, содержащие длинные алкильные цепочки (например, продукты конденсации метилолмеламина с N-оксиметилстеариламидом — фоботекс ФТЦ (Швейцария), аламин С (Россия));

- пиридинсодержащие производные высших жирных спиртов и кислот типа четвертичных аммониевых солей;

- фторсодержащие соединения.

Эмульсии парафина и восков с солями алюминия и циркония могут использоваться не только для водоотталкивающей отделки, но и для водонепроницаемой. Практическое применение имеет двухванная технология осаждения на текстильном материале водонерастворимого мыла. Для этого на ткань наносят раствор мыла, а затем во второй ванне обрабатывают солью алюминия, в результате происходит обменная реакция с образованием нерастворимой гидрофобной пленки.

Четвертичные аммонийные соединения (ЧАС) в качестве гидрофобной части содержат остатки жирных высших кислот, а катионная пиридиновая форма обеспечивает их растворимость и одновременно играет роль активного центра в реакции с целлюлозой. Наиболее часто из этих препаратов применяют N-метил-N-стеариламидаметиленпиридиниум хлорид. Такие препараты можно использовать для придания гидрофобных свойств полиамиду, шерсти, натуральному шелку. Однако после фиксации ЧАС на текстильных материалах последние необходимо промывать для полного удаления пиридина, который затем попадает в стоки.

Для придания гидрофобности в настоящее время широко используются различные кремнийорганические соединения, которые могут применяться в виде водорастворимых мономеров и в виде олигомеров, растворимых в органических растворителях и используемых обычно в виде водных эмульсий. В ряде случаев кремнийорганические соединения применяют совместно с предконденсатами термореактивных смол. При этом кремнийорганические препараты могут взаимодействовать с предконденсатами и образуют в волокне смолу, в состав которой входят оба компонента. Применяют два типа кремнеорганических гидрофобизаторов:

- силиконаты — препараты, растворимые в щелочных водных растворах (например, АМСР-3);

- алкилполисилоксаны, нерастворимые в воде, используются в виде водных эмульсий.

Комплексные соединения хрома и алюминия в настоящее время выводятся из производства в связи с их негативным влиянием на экологию.

Производные меламина, этиленмочевины и высших жирных кислот

Гидрофобизаторы на основе этиленмочевины реагируют с целлюлозой при температуре сушки, без катализатора и побочных продуктов не выделяются. Ковалентная связь препаратов этого типа с целлюлозой обеспечивает устойчивость гидрофобного эффекта к стиркам и химической чистке.

Для олеофобной отделки могут применяться различные фторорганические соединения — низкомолекулярные перфторорганические кислоты, амины, спирты, олефины и высокомолекулярные, к которым относятся различные типы фторсодержащих полимеров и сополимеров на основе акриловой и метакриловой кислот, а также фторсодержащие полиуретаны.

Высокая степень олеофобности обеспечивается лишь при наличии плотной пленки фторсодержащего препарата на поверхности волокна, образованной ориентированным наружу слоем фторированных углеводородных радикалов. Для получения олеофобности ткань плюсуют фторсодержащим препаратом, высушивают и подвергают термообработке при температуре 150 °С в течение 5 мин, после чего следует заключительная промывка. Термообработка необходима для придания тканям, наряду с олеофобностью, также высокой гидрофобности.

Таблица 2.49 — Примеры составов для гидрофобной отделки текстильных материалов и их влияние на экологию

Состав раствора	Используемое оборудование	Эмиссии в сточные воды
Состав № 1 Хромолан Уротропин Уксусная кислота 80%-ная	Плюсовка, агрегированная с сушильно-ширильной барабанной машиной	Соли хрома
Состав № 2 Аламин С Уксусная кислота 40%-ная Хлорид аммония Хлорид магния, гибрат или сульфат алюминия	Пропиточно-полимеризационные линии, включающие одну или две плюсовки, сушильную машину, автомат для правки утка, сушильно-ширильную машину, термическую камеру конвективного типа или радиционную термическую камеру с инфракрасными излучателями	ЧАС Азот аммиачный
Состав № 3 Аламин С Предконденсат термореактивной смолы Уксусная кислота 40%-ная Хлорид аммония или хлорид магния гидрат	Пропиточно-полимеризационные линии, включающие одну или две плюсовки, сушильную машину, автомат для правки утка, сушильно-ширильную машину, термическую камеру конвективного типа или радиционную термическую камеру с инфракрасными излучателями	Формальдегид Магний

2.5.2.2 Придание текстильным материалам устойчивости к действию микроорганизмов

Биоцидная отделка текстильных материалов — это заключительная отделка волокнистых материалов биоцидными веществами с целью придания текстилю антимикробных, противоаллергенных или репеллентных свойств.

В зависимости от используемых препаратов и объекта их воздействия биоцидные отделки подразделяются на следующие виды:

Антимикробная отделка, препятствующая размножению и росту на текстильном материале колоний микроорганизмов (бактерий, грибов, вирусов) и, таким образом, позволяющая текстилю выполнять функцию «защитного барьера» для кожи человека от попадания на нее патогенных микробов извне.

Противогрибковая отделка (ПГО) — частный случай антимикробной отделки, но в ПГО основной задачей является сдерживание роста плесневых и других микрогрибов на текстильном материале. В случае ПГО речь идет о профилактике грибковых заболеваний кожи человека.

В антимикробной и противогрибковой отделке различают следующие термины: санитария, дезинфекция, деодорирование (предотвращение возникновения запаха).

Антигнилостная отделка — защищающая текстильный материал при его контакте с землей и водой от микроорганизмов, вызывающих гниение волокна и таким образом предотвращающая разрушение материала.

Противоаллергенная отделка — препятствующая размножению на текстильном материале микроскопического пылевого клеща (экскременты которого являются аллергеном) и таким образом выполняющая профилактические функции.

Репеллентная отделка — придающая текстилю свойство отталкивать кровососущих насекомых, являющихся переносчиками вирусных инфекционных заболеваний.

В зависимости от целей защиты биоцидные отделки выполняют следующие функции:

- гигиеническую — предотвращение возникновения неприятного запаха, вызываемого продуктами жизнедеятельности бактерий. Профилактика транзита (попадания) микроорганизмов на кожу человека;
- защиту текстильного материала от повреждения;
- репеллентную — защиту от насекомых.

Все антимикробные препараты делятся на две группы:

1) Мигрирующие (не только по текстильному материалу, но и способные частично переходить с субстрата на кожу человека и в воду при стирке). Это, например, все препараты на основе триклозана.

2) Немигрирующие (не переходящие в процессе эксплуатации текстильного изделия на кожу человека и в сточные воды). К ним относятся препараты на основе серебра, а также вещества, образующие прочную ковалентную связь с волокном.

Для репеллентной перманентной отделки на данный момент применяют импортные препараты на основе перметрина.

Изделия из целлюлозных волокон и шерсти склонны к **деструкции** под действием микроорганизмов — бактерий и грибков плесени. Синтетические волокна более устойчивы, однако и они подвержены действию микроорганизмов, в частности полиэфирное (лавсановое) волокно является наименее устойчивым среди синтетических

волокон к действию микроорганизмов. Поэтому защита от действия микроорганизмов (повышенная долговечность изделий) имеет большое народнохозяйственное значение. Противогнилостная обработка имеет особое значение для тканей специального назначения (палаточные, брезентовые, плащевые ткани, рыбацкие сети и др.).

Для защиты тканей от разрушающего действия микроорганизмов используют два вида препаратов. Препараты, не образующие химической связи с волокном, относят к препаратам первого типа: нерастворимые соединения меди и других металлов, производные фенола, четвертичные аммонийные соли, органические производные серы. Препараты второго типа вступают в химическое взаимодействие с гидроксильными группами целлюлозы с образованием лабильных связей. К ним относятся производные акридинового ряда (риванол и трипафлавин), хлорированные фенолы, присоединяемые ионной связью к привитому сополимеру целлюлозы и поли-2-метил-5-винилпиридина, и некоторые другие соединения.

В настоящее время преобладают способы первого типа, предусматривающие использование бактерицидных веществ. По степени нарастания бактерицидной активности катионы металлов можно расположить в следующий ряд: цинк — свинец — хром — кадмий — медь — серебро — ртуть.

Для противогнилостной обработки целлюлозных материалов наибольшее применение нашли различные соединения меди. Это объясняется тем, что соединения меди защищают ткань от многих известных микроорганизмов.

Из органических соединений, предотвращающих развитие микроорганизмов на целлюлозных материалах, чаще других используют салициловую кислоту, салициланилид, а также производные фенола и оксидифенила. Салициловую кислоту и ее производные применяют преимущественно для защиты текстильных материалов от плесени.

Технологический процесс включает пропитку ткани раствором салициланилида и сушку на сушильной барабанной или сушильно-ширильной машине.

Наиболее эффективная защита целлюлозных материалов от действия различных микроорганизмов, как грибов, так и бактерий достигается при нанесении на волокно комбинации антисептиков, например, соединений меди и оксидифенила или медно-хромово-таннидных препаратов.

Медно-хромово-таннидный комплекс образуется непосредственно на целлюлозном материале при обработке его двухванным способом. В первой ванне ткань обрабатывают раствором дубильного экстракта, отжимают, подсушивают до определенного влагосодержания, затем обрабатывают во второй ванне раствором медного купороса и хромпика, выдерживают на воздухе, промывают и сушат. Однако все перечисленные препараты увеличивают содержание в сточных водах отделочных предприятий количество меди и других металлов, что негативно сказывается на санитарно-химических показателях сточных вод.

Современная противогнилостная отделка хлопчатобумажных и смесовых тканей осуществляется по технологии Sanitized. Принцип действия препаратов Санитайзед для противогнилостной отделки основан на разрушении метаболических процессов в клетке нежелательных микроорганизмов, вызывающих появление плесени грибка. Таким образом останавливается способность микроорганизмов к функционированию, росту и воспроизведению. Отделка обеспечивает устойчивый противогрибковый, бакте-

риостатический эффект, защищающий от дрожжей плесени, грибков и водорослей, грамположительных и грамотрицательных бактерий.

2.5.2.3 Защита шерсти от повреждения насекомыми.

Шерсть повреждается не только микроорганизмами, но и насекомыми. Она служит средой обитания насекомых типа кератофагов, к которым относятся платяная моль различного вида и жучки (кожееды). Для предотвращения повреждения шерсти используют специальные ТВВ по различным технологиям.

Во-первых, рекомендуется использовать для химической модификации шерстяного волокна формальдегид. Образующиеся в результате его использования поперечные сшивки увеличивают не только биостойкость шерсти, но и устойчивость к термоокислительной деструкции. Данный способ является эффективным, но прктически не используется на сегодняшний день из-за строгого регламентирования содержания свободного формальдегида на текстильных материалах и в рабочих зонах машин.

Во-вторых, используют антиметаболиты-вещества, усваивающиеся организмами насекомых и нарушающие в них обмен веществ. К антиметаболитам относят имидазол и бензолсульфонамид.

Третий способ основан на использовании препаратов, препятствующих развитию микроорганизмов на шерсти.

Молеустойчивую отделку совмещают обычно с крашением шерстяных текстильных материалов, в таком случае используют хлорсодержащие препараты, содержащие в молекуле трифенилметановые, сульфо- или сульфамидные группы.

2.5.2.4 Противосвойлачиваемая отделка шерсти

При жидкостных водных обработках шерстяных изделий происходит изменение их линейных размеров и свойлачивание, что существенно ухудшает внешний вид изделий, а также меняет линейные размеры шерстяного трикотажа до невозможности использования шерстяного изделия. Противосвойлачиваемая отделка шерсти препятствует усадке за счет свойлачивания, изменяя фрикционные свойства шерстяных волокон путём частичного нанесения на поверхность волокна полимера.

На практике для указанных целей используются окислители, разрушающие чешуйчатый слой шерсти: газообразный хлор, водный раствор хлора или гипохлорит натрия, хлорамин Т, натриевая соль дихлоризоциануровой кислоты, пероксид водорода, пероксомономерная кислота, перманганат калия. Разрушение чешуйчатого слоя шерсти данными веществами не только подавляет её свойства к свойлачиванию, но и повышает диффузионную проницаемость.

Противосвойлачиваемость может придаваться на разных стадиях производства текстильной продукции. Наиболее распространена технология обработки гребенной ленты, но также обрабатывают готовые изделия и шерстяную ткань.

Малоусадочная/противосвойлачиваемая обработка шерсти в гребенной ленте проводится непрерывно на линиях барабанного типа с пятью секциями, в каждой из которых лента шерсти проходит вокруг перфорированного барабана, и через волокнистый материал просасывается обрабатывающая жидкость. Циркуляция последней обеспечивает равномерность нанесения.

Одной из самых распространенных технологий обработок является технология «Херкосетт» с операциями следующей последовательности: хлорирование—антихлорирование—промывка—обработка полимером— обработка мягчителем—сушка и термофиксация/Хлорирование — наиболее неприятная из всех операций малоусадочной отделки шерсти, так как может привести к значительному повреждению волокна при недостаточном контроле за её проведением. Токсичность газообразного хлора, выделяющегося из гипохлорита в кислой среде, ухудшает условия труда в цехе. Кроме того, такая обработка вызывает пожелтение белой шерсти и изменение оттенка у окрашенной шерсти. Возможна замена операции хлорирования на обработку другими окислителями (кислого пероксомоносульфата натрия) или ферментами протеолитического характера.**Огнезащитная отделка текстильных материалов**

Огнезащитные обработки можно подразделить на обработки, придающие невоспламеняемость, и на обработки, придающие огнестойкость. Невоспламеняемость придается декоративным обивочным интерьерным тканям, используемым для изготовления занавесей, гардин, штор, а также тканям, используемым для детской, туристической и некоторых видов производственной одежды. Эти ткани не воспламеняются, но при контакте с открытым пламенем разрушаются.

К огнестойким (огнезащитным) материалам относятся материалы, устойчивые к действию высоких температур и способные обеспечить полную защиту от огня. К ним относятся ткани для спецодежды пожарных, сталеваров, литейщиков, противопожарных одеял и др.

Для подавления процесса горения необходимо, чтобы выделяющаяся при горении энергия была меньше теплопотерь в окружающее пространство. Вещества, обеспечивающие выполнение этого условия путем снижения или поглощения выделяющихся при горении энергии, называются антипиренами.

Антипирены для поверхностной или объемной обработки текстильных материалов делятся на две группы. К первой группе относятся огнезащитные составы, представляющие собой различные комбинации буры и борной кислоты, диаммонийфосфаты и другие неорганические соединения. Этот класс соединений находил применение для обработки текстильных материалов (преимущественно целлюлозных), не требующих стирки. С 2006 г. в связи с высокой токсичность ограниченно применение антипиренов на основе вышеуказанных соединений.

Ко второй группе относятся огнезащитные составы, образующие на поверхности текстильного материала нерастворимые соединения, обеспечивающие устойчивость огнезащитного эффекта к многократным стиркам. К наиболее часто применяемым в данном случае соединениям относятся фосфор-, фосфоразот- и фосфоргалогенсодержащие соединения.

Разнообразные препараты и соединения, обеспечивающие огнезащитную отделку, наносят на волокна двумя способами:

1) ткани пропитывают водными растворами защитных веществ и высушивают (иногда эти вещества входят в состав аппрета). Такой способ не гарантирует длительного огнезащитного действия в случае, если защитные вещества легко удаляются с волокна при промывке;

2) ткани сначала пропитывают одним реагирующим веществом, а затем другим, образующим нерастворимые соединения, и промывают. Длительный эффект в этом

случае достигается благодаря осаждению на волокне защитных веществ в виде нерастворимого осадка или пленки.

2.5.2.6 Умягчающая отделка

Рост потребительских требований к одежде (мягкость, гладкость, драпируемость, комфортность и т. д.), высокие скорости на отделочном оборудовании и высокоскоростные швейные машины, особые требования к волокнам на стадии прядения и многое другое определяют актуальность придания волокнам, пряже, ткани мягкости, антифрикционности, которые в полной мере достигаются с помощью специальных препаратов — мягчителей. Технология обработки текстильных материалов мягчителями включает промывку и сушку. Фиксирующая обработка не требуется.

Классификация мягчителей по химическому строению:

- катионного типа;
- анионного типа;
- амфотерные;
- кремнийорганические;
- неионогенные.

Катионные мягчители используются на стадии промывки текстильных материалов. Катионные мягчители являются наиболее широко используемыми в практике и для этого имеются следующие причины:

- низкие концентрации мягчителей на волокне (0,2 % от массы волокон) дают хороший эффект мягчения;
- имеют сравнительно высокое сродство ко многим волокнам и могут быть использованы не только в непрерывных, но и в периодических методах (истощения ванны);
- простая и экономичная технология производства;
- эффект мягчения дополняется объемностью текстиля, но не возникает эффект «зажиренности»;
- хорошие антистатические и антифрикционные эффекты;
- большой выбор структур мягчителей с различными индивидуальными свойствами.

Четвертичные и псевдокатионные мягчители в условиях их применения имеют положительный заряд и могут быть использованы как по непрерывной технологии плюсования, так и по периодической технологии истощения красильной ванны. Дают хороший эффект мягчения на всех видах волокон, но плохо совмещаются (не совмещаются) с другими ТВВ анионной природы (оптические отбеливатели, различные ПАВы), а также склонны к пожелтению в условиях термофиксации. Очень широко используются в практике заключительной отделки текстиля.

Амфотерные мягчители не дают высокого эффекта мягчения, но проявляют хорошие антистатические свойства. Очень хорошо воспринимается при контакте с кожей и поэтому часто используется в гигиеническом ассортименте (полотенце, салфетки).

Анионные мягчители имеют очень ограниченное применение из-за из низкой субстантивности (сродства) к волокнам и низкого эффекта мягчения. Совмещаются только с ТВВ анионного или неионогенного характера; улучшают гладкость и антистатические свойства текстиля, его гидрофильность.

Неионогенные мягчители теоретически не имеют заряда и, следовательно, не должны иметь высокого сродства к волокнам. Их можно использовать в комбинации с другими ТВВ устойчивыми к действию высоких температур, поскольку эти мягчители не вызывают пожелтения текстиля в условиях термофиксации и поэтому подходят для использования в комбинации с оптическими отбеливателями. Основные типы мягчителей для текстиля приведены в таблице 2.50

Таблица 2.50 — Мягчители используемые в процессах заключительной отделки текстильных материалов

№	Тип (природа) мягчителя	Основной эффект	Конечный потребительский эффект
1	Четвертичные соединения	Мягкость, антистатика	Мягкий гриф, объемность, драпируемость
2	Эфиры, амиды жирных кислот	Гладкость	Удобство при пошиве, лучшее прохождение в прядении, вязании, ткачестве, устойчивость к истиранию, устойчивость на разрыв
3	Парафины		
4	Полиэтилены		
5	Амфотерные	Гидрофильность, антистатика	Повышение сорбционной способности
6	Силиконы	Гладкость, мягкость	Хороший мягкий гриф «силиконового» типа

2.5.2.7 Антистатическая отделка

Все текстильные волокна и материалы из них в большей или меньшей степени являются диэлектриками, и поэтому при контакте с другими диэлектриками и проводниками за счет трения способны приобретать устойчивый положительный или отрицательный заряд. Такое явление называется накоплением электрического заряда и, как правило, оказывает вредное воздействие на технологию переработки текстильных материалов и ухудшает их потребительские свойства.

При эксплуатации изделий из текстиля возникновение статического заряда может сказываться отрицательно на самочувствии человека, вызывать дискомфорт при носке (покалывание и прилипание одежды). Во-избежании негативного фактора воздействия статического заряда на ткани различного сырьевого состава и плотности в процессе заключительной отделки наносят антистатики.

Антистатики — препараты, способные снять или снизить до допустимого предела электростатические заряды, накапливающиеся на поверхности текстильного материала в процессе производства и последующей эксплуатации.

По механизму действия антистатики должны увеличивать электропроводность поверхности материала и придавать гладкость, снижая тем самым образование электрических зарядов.

Все текстильные материалы по электризуемости, т. е. по способности накапливать статическое электричество можно условно разделить на 4 вида (см. таблицу 2.51).

Таблица 2.51 — Виды волокнистых материалов и их электризуемость

Электризуемость	Время полупериода стекания заряда с поверхности (τ), с	Удельное поверхностное электрическое сопротивление (ρ_s), Ом	Волокна
Низкая	Менее 0,5	Менее 10^{10}	Целлюлозные
Умеренная	0,5–0,2	10^{11}–10^{12}	Шерстяные, шелковые (натуральные), ацетатные
Высокая	2,0–10,0	До 10^{14}	ПЭФ, ПАН, ПА
Очень высокая	10,0–100	До 10^{15}	ПВХ, Полиолефиновое

Максимальную способность накапливать и сохранять электрические заряды на поверхности имеют гидрофобные синтетические волокна, а натуральные гидрофильные электризуются в меньшей степени и быстрее теряют электрический заряд.

Снизить электризуемость натуральных волокон (хлопок, лен, шерсть, натуральный шелк) можно просто повысив их влажность, поскольку скорость стекания зарядов увеличивается с ростом влажности.

Для гидрофобных синтетических волокон влияние влажности на электростатический заряд очень мало, поэтому необходимо нанесение специальных антистатических препаратов, образующих токопроводящий слой на поверхности волокон. Кроме того, такой слой может сгладить поверхность и снизить трение и тем самым — накопление зарядов на поверхности волокон.

Для антистатической обработки применяют текстильно-вспомогательные поверхностно-активные вещества (*неионогенные, катионоактивные и анионоактивные)*, приготовленные на основе производных жирных кислот или спиртов.

Антистатики бывают перманентного и неперманентного действия.

Антистатики наносят при изготовлении волокон (отделка во время формования), текстурировании, перематывании нити, а также при авиваже и замасливании штапельного волокна, авиваже нитей и пряжи после отбеливания и крашения, авиваже трикотажа и вязаных изделий и аппретировании тканей.

Антистатики в производстве волокон применяются как компоненты препарационных составов, наносимых во время формования синтетических, целлюлозных, но чаще всего ацетатных волокон. Для таких составов используют неионогенные или анионоактивные антистатики, так как катионоактивные из-за сложности их вымывания затрудняют последующее крашение.

Антистатики в формовании (для замасливания шерстяных и целлюлозных волокон) применяются как обычные препараты на основе алеиновой кислоты, нейтральных или минеральных масел, обладающих благодаря эмульгаторам антистатическим действиям, достаточным при больших механических нагрузках во время обработки в прядении, чесании и вытяжке. В то же время для отделки синтетического штапельного волокна при формовании необходимы специальные препараты, обладающие хорошим антистатическим действием также и при низкой влажности воздуха. Часто эти препараты содержат, в виде антистатиков, составы на основе неионогенных и анионоактивных веществ.

В отделке (крашении) для обработки пряжи, вязаных и трикотажных изделий применяются как нестойкие, так и стойкие антистатики. В качестве нестойких антистатиков применяют поверхностно-активные вещества, которые могут действовать как мягчительные авиважные средства, в связи с их хорошей выбираемостью.

Для отделки тканей можно использовать разнообразные антистатики — выбор зависит от препарата, требований к грифу текстильного материала и эффекта антистатической отделки.

Наиболее токсичными из антистатиков являются соединения четвертичного аммония. Сброс этих веществ в сточные воды может привести к к негативным экологическим последствиям.

2.5.3 Экологические проблемы отделки текстильных материалов

Среди процессов отделки текстильных изделий химические обработки являются наиболее значимыми с точки зрения генерируемых выбросов. Например, огнезащитная отделка представляет особый тип отделки как с точки зрения применяемых технологий, так и с точки зрения выбросов. За некоторыми исключениями (например, применение фосфорорганического огнезащитного состава), непрерывные способы данной отделки не требуют промывки после фиксации функционального вещества. Это означает, что возможные выбросы, связанные с загрязнением воды, ограничены системными потерями и водой, используемой для очистки всего оборудования.

Обычно эти потери составляют 1 % — 5 %, исходя из общего количества потребляемой финишной композиции; также в интересах предпринимателя не выливать дорогостоящие вспомогательные вещества. Тем не менее, в некоторых случаях, при обработке небольших партий, могут наблюдаться потери до 35 или даже 50 %. Это зависит от устройства системы подачи раствора, размера плюсовок в составе отделочной линии. В этом отношении, с применением таких технологий, как напыление, вспенивание потери отделочного раствора намного ниже по объему (хотя и более концентрированные с точки зрения активного вещества).

Остатки концентрированных растворов повторно используются, если применяемые вспомогательные отделочные материалы обладают достаточной стабильностью или утилизируются отдельно как отходы, предназначенные для сжигания. Однако слишком часто рабочие растворы сливаются и смешиваются с другими сточными водами.

Несмотря на то, что объемы являются весьма незначительными по сравнению с общим объемом сточных вод, производимых текстильной фабрикой, уровни концентрации очень высоки, содержание активных веществ в диапазоне 5 % — 25 % и ХПК составляет от 10 до 200 г / л.

В случае трикотажных отделочных фабрик, работающих главным образом на небольших партиях, системные потери могут составлять значительную часть общей органической нагрузки. Кроме того, многие вещества трудно биоразлагаются или вообще не разлагаются биологически, а иногда они также токсичны (например, биоциды имеют очень низкую ХПК, но очень токсичны).

Диапазон загрязняющих веществ, которые могут быть обнаружены в сточных водах, варьируется в широких пределах в зависимости от типа применяемой отделки.

В частности, выброс следующих веществ в окружающую среду вызывает серьезные проблемы:

- этиленмочевина и производные меламина в их выпускной форме;
- органо-фосфорные и галогенсодержащие органические соединения (огнезащитные вещества);
- полисилоксаны и производные (мягчители);
- алкилфосфаты и алкилтерфосфаты (антистатики);
- фторосодержащие гидро- и олеофобизаторы и др.

В процессе сушки и поликонденсации выделяются воздушные выбросы из-за летучести самих активных веществ, а также их составляющих (например, мономеров, олигомеров, примесей и побочных продуктов разложения). Кроме того, выбросы в атмосферу (иногда сопровождаемые запахами) связаны с остатками препаратов и выделением их из тканей в процессе хранения (например, полихлорированные диоксины / фураны могут возникать в результате термической обработки текстильных изделий, которые ранее обрабатывались хлорированными носителями или перхлорэтиленом).

Нагрузки на выбросы зависят от температуры сушки или фиксации тканей, количества летучих веществ в отделочном растворе, волокнистых составляющих текстильного материала и вида ПТРС в отделочной композиции. Однако в большинстве случаев выбросы, производимые отдельными компонентами отделочных рецептур, являются аддитивными. В результате общий объем органических выбросов в отработанном воздухе (общий органический углерод и конкретные проблемные соединения, такие как канцерогенные и токсичные вещества) может быть легко рассчитан с помощью коэффициентов выбросов.

Другим важным фактором, который следует учитывать в отношении выбросов в атмосферу, является то, что при сжигании газов (метан, пропан, бутан), используемых для обогрева стентов в отделочном оборудовании, могут наблюдаться выбросы в воздух рабочей зоны цеха предприятия, такие как: несжигаемые органические соединения, CO, NOx, формальдегид. Таким образом, говоря о выбросах в атмосферу, экологическая выгода, получаемая при использовании отделочных композиций на основе безформальдегидных ПТРС, полностью теряется, если горелки в рамных частях натяжного устройства плохо отрегулированы и производят высокие выбросы формальдегида.

Загрязняющие вещества, которые могут встречаться в сточных водах, варьируются в зависимости от применяемых отделочных материалов. Основными вопросами, которые следует отметить, являются: применение средств защиты от моли (выбросы биоцидов) и низкий уровень истощения ванн с мягчителями, которые часто представляют собой ЧАС (выбросы плохо поддающихся биологическому разложению веществ).

Раздел 3. Текущие уровни эмиссии в окружающую среду и потребления ресурсов

3.1 Характерные особенности сточных вод текстильных отделочных предприятий

Серьезным источником веществ-загрязнителей наряду с другими являются отделочные производства текстильной промышленности. Проблема заключается в том,

что в этих производствах используется большое количество химических препаратов, а также образуется много сильнозагрязненных сточных вод.

Технологический цикл красильно-отделочных производств включает ряд влагоемких процессов, основными из которых являются отварка, отбеливание, крашение и промывка текстильных материалов. Сточные воды красильно-отделочных производств отличаются чрезвычайной сложностью их качественного и количественного составов и характеризуются большим содержанием красителей и других сопутствующих органических и неорганических соединений, что обуславливает чрезвычайную сложность очистки данной категории сточных вод.

В целом экологические проблемы текстильной промышленности касаются решения следующих задач:

1) улучшения степени очистки воздуха рабочей зоны и улавливанию вредных веществ и пыли, выбрасываемых в атмосферу в ходе производства;

2) повышение действенности анализа содержания неорганических и органических элементов в сточных водах текстильных предприятий, использование экспресс — методик и выработки технологий, существенно снижающих концентрацию этих веществ до пределов, устанавливаемых международным экологическим нормированием;

3) развития экологической сертификации и нормирования текстильной продукции;

4) при создании новых технологий решение экологических задач на ранних стадиях проектирования.

Говоря о первом, все большее внимание в мировой практике уделяется анализу состава, оценки степени загрязненности и очистке воздуха рабочей зоны. При переработке волокнистых материалов, при крашении волокон и тканей, приготовлении красильных растворов образуется пыль и выделяются вредные вещества, которые оказывают отрицательное воздействие на человека и могут вызвать его отравление.

Сточные воды, отводимые с территории красильно-отделочных производств (КОП) текстильной промышленности подразделяются на:

- производственные, т. е. сточные воды после проведения основных технологических процессов и воды, поступающие от процессов вспомогательных производств (химические станции, красковарки, станции выпарные, котельные и др.);
- бытовые, т. е. сточные воды душевых, санитарных комнат, столовых и др.
- атмосферные, т. е. дождевые и от таяния снега.

Производственные сточные воды составляют основную часть стоков предприятия.

3.1.1 Сточные воды предприятий первичной обработки льна, шерсти и шелка

Текстильные изделия вырабатываются из растительного, животного и химического волокна. В процессе производства образуется большое количество отработанной воды, сбрасываемой в канализацию.

Выделение волокна из стеблей льна производится на заводах первичной обработки путем биохимической мочки подсушенных стеблей, их пропаркой или обработкой щелочами и кислотами. Во всех случаях при этом образуются сильно концентрированные сточные воды.

Волокна животного происхождения — шерсть и шелк — вещества белковой природы. Шерсть содержит примеси шерстного жира, пота и грязи, количество которых до-

стигает в тонкой мериносовой шерсти до 60 %, а в грубой шерсти 25 % — 35 % от ее веса.

Примеси шерсти удаляются на фабриках первичной обработки — путем промывки сырья в мыльно-содовом растворе или синтетическими моющими веществами с последующим полосканием в чистой воде.

Первичная обработка шерсти — растворителями жиров с последующей ее промывкой — позволяет резко снизить концентрацию и количество сточных вод.

В коконной нити натурального шелка содержится примесь клея-серицина, состоящего в основном из аминокислот. Серицин частично (4 % — 6 %) удаляется на фабриках первичной обработки шелка при запарке и размотке коконов и полностью — при химической подготовке суровых шелковых тканей к крашению и отделке.

Сточные воды заводов первичной обработки льна насыщены органическими и минеральными соединениями, экстрагированными из растений, а при обработке льна мочкой — еще и продуктами жизнедеятельности микробов — сброженными жирными кислотами.

В процессе промывки шерсти образуются большие объемы сточных вод — расход воды на 1 т мытой шерсти составляет 25–40 м^3. Согласно принципиальной схеме образования сточных вод в шерстомойном производстве, концентрация загрязнений в стоке напрямую зависит от качества сырья, подаваемого на промывку (от содержания в нем посторонних примесей) и от объема воды, участвующей в процессе. Исключительно высококонцентрированные сточные воды образуются при промывке шерсти моющими веществами. Данные о количестве основных загрязнителей приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 — Состав загрязнений сточных вод при промывке шерсти в кг на 1 т мытой шерсти

Компоненты	Сорта шерсти:		
	тонкая	полутонкая	грубая
Шерстный жир	350	240	40
Жирные кислоты пота	170	170	110
Сода	80	70	50
Мыло	20	15	–
Механические примеси	720	700	260
Волокно	5–12	5–12	5–12

БПК сточных вод достигает 20–22 г/л, причем она харак-теризует всего лишь седьмую часть растворенных органических веществ.

Количество шерстного жира (мельчайшие частицы размером 0,5–6 мк, диспергированные в моющем растворе) в стоке от промывки тонкой шерсти колеблется от 15 до 25 г/л, снижаясь при промывке грубой шерсти до 1–3 г/л.

Сточные воды кокономотальных фабрик содержат много биохимически легко окисляющихся органических веществ.

Характеристика сточных вод предприятий первичной обработки льна, шерсти и шелка приведена в таблице3.2.

Таблица 3.2 — Характеристика сточных вод предприятий первичной обработки льна, шерсти и шелка

Показатели	Заводы первичной обработки льна:		Фабрики первичной обработки шерсти: *			** Коконо-мотальные фабрики
	мочка льна с регенерацией мочильной жидкости	химическая обработка луба льна	тонкой	полутонкой	грубой	
Взвешенные вещества, г/л	1,5–1,7	1,2	15–25	14–36	40–70	0,2–0,3
Сухой остаток, г/л	1,7–2.0	6	35–50	30–50	15–20	1,2
Зольность сухого остатка, %	40	50	35	35	40	50
ХПК, г/л	–	–	50–60	40–50	18–20	–
БПК, г/л	1,8–2,0	0,8	20–22	16–20	4–8	0,8–1
Азот аммонийный, г(л	0,01–0,03	0,04	0,4–0,5	0,4	0,1–0,4	0,03–0,05
Фосфаты, г/л	0,01–0,02	0,06	0,05–0,1	–	0,04–0,1	0,04–0,06
Осадок, % к объему воды **	1,5–3,5	0,1	4–8	–	2–5	0,5–0,8
Жиры, г’л	–	–	12–20	8–10	1–3	0,04–0,2
pH	5–6	7–10	10–11	–	10–10,8	7,2–7,8
Соли калия, г/л	–	–	0,1–0,2	0,1–0,12	0,1–0,13	–

* Сточные воды от промывки тонкой и грубой шерсти, предварительно отпоенные в течение 2 н.

** При отстаивании в течение 2 ч.

В приготовительных отделах ткацких фабрик производится шлихтование нитей суровой или окрашенной пряжи для усиления их прочности и увеличения стойкости к истиранию. Шлихта готовится из крахмала (3 % — 6 % от веса нитей) или его заменителей (карбоксиметилцеллюлоза [КМЦ], поливиниловый спирт), желатина и других специальных компонентов.

В подготовительных цехах камвольных и суконных красильно-отделочных фабрик суровые ткани проходят заварку, замочку, валку, карбонизацию, мокрую декатировку с промежуточными промывками. В качестве реагентов применяют щелочи, нашатырный спирт, уксусную и серную кислоты, синтетические поверхностно-активные вещества.

Состав общих стоков предприятий по переработке растительного волокна более постоянен, чем состав цеховых стоков. Осредненные данные, характеризующих общие стоки, приведены в таблице 3.3

Таблица 3.3 — Характеристика общих стоков предприятий по переработке растительного волокна

Показатели	Хлопчато-бумажные отбельно-красильные (ситцепечат-ные) фабрики	Красильно-отделочные фабрики штапельных тканей	Льнокомбинаты	Льняные брезентовые фабрики
Разведение до исчезнове-ния окраски	1:50–1:250	1:50–1:150	1:40–1:80	1:100
Взвешенные вещества, мг/л	200–400	200–250	225	450–1450
Сухой остаток, мг/л	1200–3000	1000–1200	2000	2600
Зольность сухого остатка, %	45–70	' 50	65	65–70
ХПК, мг/л	600–800	1700–1800	10000–2100	800–1300
БПКполн, мг/л	350–600	300–500	400–800	80–100
pH	9–11	8,5–11	8,2–10,5	4,3–8,5
Азот аммонийный, мг/л Соли, мг/л: хрома меди	– 6–12 3–5	– 3–10 –	– 8–15 –	100–500 4–10 50–300
Синтетические поверхност-но-активные вещества, мг/л	8–10	40–80	30–80	–
Осадок, % от объема воды	0,2–3	0,2–1	0,2–1,6	0,5–5

3.1.2 Сточные воды хлопчатобумажных отделочных производств

КОП предприятий хлопчатобумажной промышленности являются водоемкими производствами. Норма отведения сточной воды составляет 210 м^3 на 1 тонну продукции. При этом сточные воды этих производств отличаются значительной неравномерностью притока и концентраций загрязнений: коэффициент часовой неравномерности общего стока предприятий составляет 1,5–1,75 (см. таблицу 3.4).

Таблица 3.4 — Коэффициент часовой неравномерности общего стока предприятий

Предприятия	Удельное количество сточных вод, м^3/т гот. продукции		Коэффициент часовой неравномерности притока
	Всего	В том числе слабоза-грязненных	
Льняные прядиль-ные фабрики	4,5	–	1,5
Отбельные хлопча-тобумажные фабри-ки	100	25–40	1,1
Ситцепечатные фабрики	275–325	25–40	1,3

Предприятия	Удельное количество сточных вод, м^3/т гот. продукции		Коэффициент часовой неравномерности притока
	Всего	В том числе слабозагрязненных	
Красильно-отделочные фабрики штапельных тканей	250	–	1,5
Заводы первичной обработки льна: мочка льна химическая обработка	10–25 40	– –	2,5 1,5
Льняные комбинаты	250–400	30–40	1,2–2,5

В сточных водах содержатся все вещества, используемые в технологических процессах: отбеливатели, восстановители, мягчители, выравниватели, интенсификаторы и др. текстильно-вспомогательные вещества (ТВВ).

В таблице 3.5 на основе сбора данных с предприятий отрасли приведены основные санитарно-химические показатели сточных вод.

Таблица 3.5 — Санитарно-химические показатели сточных вод хлопчатобумажных отделочных производств

Показатель	Технологические процессы						
	Согласованный норматив, мг/дм^3	Класс опасности	ПДК *	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Предприятие 4
pH	6,0–9,0	–	6,5–9.0	6,0–9,0	–	5,5–6	–
Взвешенные вещества	300	4	280	150	9,2	1,6–21,0	2,809
Сухой остаток	1000	–	1000	–	290	380	319,17
$БПК_5$	300	–	-	75	–	–	2,959
БПКп	–	–	-	-	2,1	–	–
ХПК	500	–	400	180	24	146,4	–
Азот амм.	–	4	–	–	0,4	–	–
Азот общ	50	–	–	20	–	–	–
Фосфор общий	12	–	–	0,63	–	–	–
Сульфаты	1000	4	140	470	38	63	22,33
Сульфиды	1,5	3	1,5	0,5	0,0005	0	–
Хлор / хлорамины	5	2/4	–	0,1	–	–	–
Хлориды	1000	4	400	50	21	18,94	18,667
Нефтепродукты	10	3	0,9	1,74	0,05	0,1–0,3	0,025
СПАВ н/а	10	4		1,22	–	–	–
СПАВ а/а	10	4	0,5	0,270	0,055	1,3	–
Жиры	50	–	–	0,47	–	–	–

Окончание таблицы 3.5

Показатель	Технологические процессы						
	Согласованный норматив, мг/дм^3	Класс опасности	ПДК *	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Предприятие 4
Железо	5,0	4	–	4,7	0,1	–	–
Медь	1,0	3	0,011	0,046	0,001	0,005–0,02	–
Цинк	1,0	3	0,02	0,1	0,01	0,035	–
Кадмий	0,015	2		0,0049	–	–	–
Никель	0,25	2	0,007	Менее 0,15	–	0,158	–
Хром$^{+3}$	0,5	3	0,02	0,0145	0,01	0,035	–
Хром $^{+6}$	0,05	3	0,027	Менее 0,05	0,01	0	–
Соотношение ХПК:БПК$_5$	2,5		–	1,96	–	-	–
Фенолы (сумма)	5	2	–	Менее 0,002	–	–	–
Алюминий	5,0	4	–	Менее 0,04	–	–	–
Марганец	1,0	2	–	0,2	–	–	–
Свинец 0,25	Менее 0,1	1	–		–	–	–
Мышьяк	0,05	1	–	Менее 0,005	–	–	–
Ртуть	0,005	1	–	Менее 0,00005	–	–	–
Летучие органические соединения (ЛОС)	20	–	–	0,005	–	–	–
Полихлорированные бифенилы (сумма ПХБ)	0,001	–	–	0,0001	–	–	–
Нитрат-анион	–	4	–	–	11	–	–
Нитрит-анион	–	4	–	–	0,08	–	–
Фосфаты	–	4	–	–	0,2	–	–
Объем стоков, тыс. м^3/год	–	–	–	–	–	–	229574

Почти третья часть всех стоков хлопчатобумажного отделочного производства формируется в цехе предварительной подготовки к колорированию, где они уже содержат все виды загрязнений: природные (пектины, лигнин, азотсодержащие и воскообразные вещества и др.), случайные (грязь, индустриальные масла, пух) и технологические (шлихта и др. химические реагенты).

Большую долю загрязнений составляет удаляемая с ткани шлихта, образующая 50 % — 60 % всех углеродсодержащих отходов в стоках КОП и требующая на свою биодеструкцию большого расхода кислорода.

В стоки отбельных цехов попадают также все природные спутники целлюлозы — соли тяжелых металлов и галогенсодержащие пестициды, используемые при выращивании хлопка, замасливатели, ПАВ, восстановители и щелочные реагенты.

При отбеливании в сточные воды попадают окислители, комплексоны, ПАВ, а при мерсеризации — щелочные реагенты.

При крашении и печатании х/б тканей основную часть загрязнений сточных вод формируют незафиксировавшиеся красители, доля которых составляет от 10 % до 40 %. При этом при периодическом крашении красильная ванна может быть использована многократно (до 4–5 раз), периодически подпитываясь, и только потом ее сбрасывают или на фабричные очистные сооружения, или в городскую канализацию. При непрерывных методах крашения сточные воды образуются при промывке текстильного материала. Кроме красителей в сточные воды попадают различные ТВВ (ПАВ, окислители, интенсификаторы, электролиты и др.) и закрепители окраски. Так, например, при использовании для закрепления окраски препаратов ДЦУ, ДЦМ, закрепителя устойчивого-2 на оборудовании периодического действия в сточные воды отходит 50 % указанных веществ, на оборудовании непрерывного — 25 %.

При использовании активных красителей в сточные воды попадает 20 % — 40 % (от исходного количества красителя, электролиты, ПАВ, мочевина, которая, сбрасываясь со стоками в водоемы, способствует повышению содержания нитратов.

Применение сернистых красителей приводит к наличию сульфидов в сточных водах красильного цеха. Объем сточных вод сернистого крашения в современных красильно-отделочных производствах х/б предприятий составляет 3 % — 4 % общего объема сточных вод.

При печатании тканей стоки образуются, как и в случае крашения, на стадии промывки текстильного материала после фиксации красителей. Но помимо красителей и указанных выше ТВВ сточные воды печатных цехов содержат различные по природе загустители, т. е. природные или синтетические полимеры, которые требуют дополнительного расхода кислорода для окисления при очистке.

Кроме того, большую долю нагрузки на окружающую среду в печатном цехе вызывают такие подразделения, как красковарка, где образуются сточные воды при мытье различных емкостей. Кроме того, стоки образуются при промывке кирзы на кирзомойных установках в печатных машинах и «черной подкладки» в мойных машинах ММ-200 после нанесения рисунка и обработки в зрельниках.

Цеха заключительной отделки представляют наименьшую экологическую опасность, так как в большинстве современных технологий отсутствует стадия промывки. Кроме того, многие аппретирующие препараты обеспечивают образование ковалентной связи с волокном. Сточные воды цеха заключительной отделки в основном образуются при смене пропиточных растворов в плюсовке и при промывке (1 % от массы применяемого аппрета), если она существует. Таким образом, отход биологически жестких препаратов в сточные воды при заключительной отделке очень мал.

Кроме этого, во всех перечисленных цехах в производственную канализацию сбрасываются сточные воды от промывки технологического и вспомогательного оборудования.

3.1.3 Сточные воды льняной промышленности

В состав льнокомбинатов входят чесальные, прядильные, ткацкие и отделочные производства, цех химической обработки ровницы и крашения пряжи (при мокром способе прядения) или пряжебельный (при сухом способе прядения). Сырьем для производства служит лен и смеси льноволокна с химическими волокнами.

Сточные воды образуются после операций мокрого прядения, варки, отбеливания и крашения ровницы и пряжи; от процессов расшлихтовки и промывки шлихтовального оборудования; от отбелки тканей и промывок после всех процессов; от станций химводоподготовки, котельной и вспомогательных служб.

Состав общезаводского стока льнопредприятий достаточно сложен и зависит от направленности предприятия и объема производства. Как правило, в промстоках присутствуют волокнистые отходы, костра, продукты неполного разрушения пектиновых веществ (пентозаны, лигнин, жиры, воск, белковые и пектиновые вещества, минеральные соли), продукты расщепления нецеллюлозных примесей, хлорпроизводные, органические составляющие, остаточные концентрации химических реагентов, красители, ПАВ, минеральные масла.

Наиболее загрязненным является сток от производства технических тканей, в котором содержатся токсические соединения (соли хрома и меди, красители, пропиточные вещества).

В большом количестве сильнозагрязненные промышленные стоки образуются в прядильном производстве при мокром способе прядения (цех мокрого прядения), в цехе химической обработки ровницы и крашения пряжи и в отделочном производстве.

При мокром способе прядения удельная норма расхода воды зависит от вида обработки ровницы: для суровой — 3,6 л/кг, для химически обработанной — 2,5 л/кг.

Назначение цеха химической обработки — облагораживание (химическая обработка) ровницы, крашение и сушка пряжи. Отварка и отбелка ровницы хлоритным или щелочнопероксидным способом и крашение пряжи осуществляется в аппаратах типа АКД.

Удельный расход воды по цеху химической обработки ровницы и крашения пряжи составляет 108 л/кг. Поскольку после отварки и отбелки ровницы и крашения пряжи сточные воды имеют высокую температуру, в нормативе предусматривается расход воды на охлаждение перед сбросом в канализацию. Воду, имеющую только термальное загрязнение, после охлаждения можно использовать только последовательно или как оборотную.

В отделочном производстве суровая ткань из ткацкого производства поступает в цех, где осуществляется ее отбелка в жгуте или расправленном. Удельный расход воды при отбелке составляет 135 л/кг, а в расправку — 60 л/кг.

Ткани, предназначенные к выпуску гладкокрашеными, красят на красильно-роликовых машинах периодического действия, работающих без давления и под давлением. Удельный расход воды при крашении — 52–68 л/кг.

Удельное водопотребление при крашении и пропитке брезентов составляет 25 л/кг.

Количество образующихся промстоков равно количеству использованной на технологические операции воды (потери незначительные). Загрязненность стоков от ос-

новных технологических процессов по санитарно-химическим показателям приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 — Характеристика стоков от основных технологических процессов

Показатель	Технологические процессы						
	Ед. изм.	Мокрое прядение	Отварка и отделка ровницы на АКД	Крашение пряжи на АКД	Беление в жгуте на ЛЖО-1Л	Беление в расправку	Крашение на красильно-роликовой машине
pH	–	6,5–7,0	8,8–9,6	9,4–10,0	8,0–10,0	8,5–8,9	4,0–4,5
Интенсивность окраски	–	1:50–1:60	1:200–1:350	1:150–1:350	–	–	1:100
Взвешенные вещества	мг/л	1500–2000	350–500	40–55	300–400	100–120	1990
Сухой остаток	мг/л	450–600	2800–4500	600–700	860–1220	380–420	20–30
$БПК_5$	мг O_2/л	240–300	450–550	–	–	–	–
БПКп	мг O_2/л	320–400	770–1100	–	400–450	100–110	1600–1700
ХПК	мг O_2/л	380–450	1300–1700	1200–1600	750–800	230–250	–
Азот амм.	мг/л	1,2–3,0	2,0–3,0	–	–	–	–
Азот общ	мг/л	4,5–10	15–40	–	–	0,4	–
Фосфаты	мг/л	20–28	30–80	10–18	–	1,5	–
Сульфаты	мг/л	25–35	–	–	–	–	–
Хлориды	мг/л	38–45	–	–	150	50	35–45
Нефтепродукты	мг/л	700–1000	–	–	–	–	–

По составу загрязнений промышленные стоки от технологических операций могут быть подразделены на следующие воды:

- маслосодержащие — от цехов мокрого прядения;
- содержащие органические вещества растительного происхождения — от операций отварки и беления;
- содержащие красители разных классов — от операций крашения;
- содержащие соли тяжелых металлов (Cu^{2+} — до 80 мг/л, Cr^{6+} — до 45 мг/л) — от пропитки брезентов.

К наиболее опасным химическим загрязнителям сточных вод в текстильном производстве можно отнести диоксины, присутствие которых, по-видимому, связано с использованием для отбелки тканей водных растворов хлорида и гипохлорита натрия. Диоксины — это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Содержание хлорированных органических соединений в сточных водах текстильных предприятий зависит от вида используемых отбеливающих препаратов. Данные по содержанию хлорированных органических соединений (мг/л) в сточных водах текстиль-

ных предприятий при использовании различных отбеливающих препаратов приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 — Содержание хлорированных органических соединений в сточных водах текстильных предприятий

Тип вырабатываемой ткани	Отбеливающий реагент										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Суровая	28,6	29,7	0,075	8,94	8,4	3,31	0	0	0,23	0,18	0,05
Расшлихтованная	64,0	78,0	0,78	10,32	11,5	5,24	0,74	1,01	0,99	2,98	0,62
Отваренная	16,6	20,7	0,28	7,24	6,23	2,64	0,32	0,34	0,62	1,6	0,41
Расшлихтованная и отваренная	19,6	20,5	0,40	7,14	10,5	2,7	0,34	0,23	0,47	1,98	0,39
Примечание — Отбеливающий реагент: 1, 2 — гипохлорит натрия; 3, 7–11 — пероксид водорода; 4–6 — хлорит натрия.											

Как видно из приведенных данных, беление гипохлоритом натрия дает максимальное содержание галогенированных углеводородов. Достаточно высокий уровень содержания этих углеводородов наблюдается также и при использовании хлорита натрия. Наличие в гипохлоритном отбеливающем растворе примесей растворенного хлора может приводить к его крайне нежелательным реакциям с различными гербицидами (в т. ч. дефолиантами), остаточное количество которых всегда присутствует в хлопчатобумажной ткани. Отбелка с применением пероксида водорода не дает такого высокого уровня содержания галогенированных углеводородов.

Образование диоксинов в сточных водах текстильных предприятий может происходить за счет конденсации хлорфенолов, например, пентахлорфенола, используемого для десикации хлопчатника.

Другим «поставщиком» фенолсодержащих ароматических структур, которые в ходе химических превращений могут превращаться в диоксиновые соединения, являются природные и сопутствующие вещества хлопка: хлорогеновая кислота, флороглюцин, резорцин, пирокатехин и др. Таким образом, токсичные органические вещества поступают, в основном, из отбельного, красильного, зрельного и красковарко-печатного цехов.

Анализ их содержания в сточных водах ХБК проводят одновременно методами газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ) и хромато-масспектрометрии (ХМС). Сочетание именно этих аналитических инструментальных методов обычно используется для определения полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлордибензодиоксинов (ПХДД) и полихлордибензофуранов (ПХДФ).

Сточные воды льнокомбинатов отводятся тремя сетями: высококонцентрированных вод, производственных вод, близких по составу к бытовым и объединяемых с ними, и дождевых стоков. Для очистки сточных вод, образующихся при мочке и пропарке льна, целесообразно применение полей фильтрации или орошения. Предварительное снижение концентрации сточных вод до БПК 1000–1500 мг/л достигается путем их

разбавления другими водами. Применение таких окислителей, как биологические фильтры и аэротенки, не рекомендуется вследствие высокой начальной концентрации сточных вод и стабильности растворенных в них органических веществ. Нагрузка на поля фильтрации и орошения принимается с учетом характера грунтов и вида культивируемых растений, так же как при очистке бытовых вод.

Удовлетворительные результаты получаются при очистке сточных вод в прудах, однако этот метод очистки становится эффективным только при большом предварительном разбавлении сточных вод. Продолжительность их пребывания в прудах должна быть не менее 7–10 суток. Лучшие результаты получаются в случаях применения 2–3 ступеней прудов с перепадами между ними.

Очистку сточных вод от химической обработки луба льна следует проводить раздельно. Наиболее концентрированная часть стоков — варочная жидкость — выделяется и собирается в накопителе или подвергается термической обработке. Усредненные кислые и щелочные промывные воды очищаются на полях фильтрации, рассчитываемых по нормам для бытовых сточных вод.

3.1.4 Сточные воды шерстяных отделочных предприятий

Состав сточных вод отделочных предприятий шерстяной промышленности в значительной степени зависит от профиля производства: тонкосуконное, камвольно-суконное, технических сукон, ковровое, цех крашения ленты камвольно-прядильной фабрики и т. п.

Шерстяные волокна — вещества белковой природы, содержащие примеси шерстяного жира, пота и грязи, количество которых достигает в тонкой мериносовой шерсти до 60 %, а в грубой шерсти 25 % — 35 % от ее веса.

Использование значительных количеств реагентов, красителей, ПАВ и воды происходит в процессах карбонизации и крашения шерстяного волокна и крашения гребенной ленты.

Шерстяное волокно для повышения растяжимости и уменьшения электризации в процессах прядения замасливают эмульсиями (2 % — 6 % от веса шерсти) из кориандрового масла, олеиновой кислоты, триэтаноламина, синтетических поверхностно-активных веществ.

В подготовительных цехах камвольных и суконных красильно-отделочных фабрик суровые ткани проходят заварку, замочку, валку, карбонизацию, мокрую декатировку с промежуточными промывками. В качестве реагентов применяют щелочи, нашатырный спирт, уксусную и серную кислоты, синтетические поверхностно-активные вещества. В приготовительных отделах ткацких фабрик производится шлихтование нитей суровой или окрашенной пряжи для усиления их прочности и увеличения стойкости к истиранию. Шлихта готовится из крахмала (3 % — 6 % от веса нитей) или его заменителей (препарат КМЦ — карбоксиметилцеллюлоза, поливиниловый спирт), желатина и других специальных компонентов.

Состав сточных вод суконных фабрик в значительной мере зависит от вида применяемого крашения. Их общий сток имеет высокую цветность, исчезающую в некоторых случаях при разбавлении до 400 раз.

В сточных водах кислород потребляют в основном продукты распада шлихты и замасливателей олеиновой и уксусной кислоты. При замене крахмала эфирами целлюлозы потребление кислорода значительно снижается.

Осаждение взвешенных веществ из сточной жидкости при ее отстаивании происходит замедленно — объем осадка через 2 ч составляет 0,05 % — 0,7 % от объема отстаиваемой воды.

В сточных водах от крашения шерсти кислотно-хромовыми красителями содержится трехвалентный хром. При выборе метода обработки осадка следует учитывать, что в случаях его сбраживания концентрация трахвалентного хрома не должна превышать 25 мг/л осадка; при механической обработке осадка присутствие в нем хрома не вызывает осложнений.

Крашение волокнистых материалов производится искусственными органическими красителями: прямыми, кубовыми, сернистыми, кислотно-хромовыми и др. Вспомогательными материалами при этом служат поваренная и глауберова соль, сернистый натрий, соляная или уксусная кислота, различные закрепители и синтетические поверхностно-активные вещества.

Поэтому сточные воды могут содержать различные красители: хромовые, металлокоплексные, активные. Помимо красителей, сточные воды содержат кислоты (серную, уксусную), соли (NaCl, Na_2SO_4, Na_2CO_3, NH_4OH и другие), соединения Cr^{+3} и Cr^{+6}, ПАВ и выравниватели. Специфическими загрязнениями сточных вод текстильных фабрик являются синтетические поверхностно-активные вещества.

Применяемые в отделке неионогенные препараты ОП-7 и ОП-10 (производные полиэтиленгликолевых эфиров) и анионактивный препарат сульфанол (алкиларилсульфонат) не разрушаются в процессах биохимической очистки сточных вод. В концентрациях 10–40 мг/л эти препараты затрудняют транспортирование и очистку сточных вод вследствие интенсивного пенообразования на перепадах течения воды и особенно в аэрационных сооружениях, а также из-за торможения биохимических процессов минерализации органического вещества. Анионоактивный препарат ТМС (тонкомоющее средство) начинает оказывать вредное влияние на очистку сточных вод при концентрации свыше 100 мг/л.

Данные о БПК и ХПК на 1 г в растворе некоторых реагентов, применяемых в текстильной промышленности, приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 — БПК и ХПК в г на 1 г реагента в растворе

Реагенты	БПК	ХПК
Метазин	5,5	–
Уксусная кислота	0.9	–
Карбамол	0.6	–
Крахмал	0,5	–
Анионоактивный препарат ТМС	0,5	0,9
сульфанол	0,007	1,7
Неионогенный препарат ОП-10	0,005	2,2

Количество синтетических поверхностно-активных веществ в сточных водах отделочных текстильных фабрик колеблется от 5 до 150 мг/л, однако в связи с расшире-

нием области применения в производстве этих реагентов следует ожидать увеличения их концентрации в сточных водах.

Физико-химический состав сточных вод непостоянен, особенно при работе фабрик на оборудовании периодического действия. Потребление кислорода сточными водами происходит в основном продуктами распада природных примесей к исходному сырью и лишь на 40 % — 35 % —применяемыми в производстве реагентами. Замена крахмала искусственными препаратами при изготовлении шлихты, печатных красок и аппретов приводит к снижению БПК сточных вод на 35 % — 45 %;

Нерастворенные примеси в сточных водах на 20 % — 50 % состоят из органических веществ. Наибольшее количество взвесей содержат сточные воды печатных отделов и красковарок, меньшее — стоки отбельных и красильных цехов.

Объем выпавшего осадка превышает 3 % от объема воды; влажность его составляет 98 % — 99,5 %. В осадке сточных вод сернистого крашения содержится до 20 % — 35 % серы.

Для придания тканям свойств несминаемости их обрабатывают в растворах термореактивных синтетических смол с последующей термической обработкой и промывками.

При отделке камвольных тканей проведение процессов расшлихтовки и промывки приводит к поступлению в сточные воды шлихтующих веществ — поливинилового спирта, полиакриламида, крахмала и продуктов его деструкции, ПАВ. В суконном производстве для проведения валки и промывки используют различные ПАВ и ТВВ. После карбонизации и крашения камвольных и суконных тканей в сточные воды поступают загрязнения, аналогичные указанным ранее для карбонизации и крашения волокна.

В очень небольших количествах в сточные воды могут попадать препараты, используемые для защиты шерсти от кератофагов — моли, ковровых жучков — и препараты для придания специальных свойств.

До недавнего времени для водоотталкивающей отделки использовали хромсодержащий препарат — хромолан (хромстеарилхлорид), разбавленные растворы которого при длительном использовании корродировали незащищенное железо, мягкую сталь и медь. Эти металлы попадали в сточные воды в больших количествах. Также в сточные воды при спуске остатков аппретирующих составов из ванн плюсовок попадали кремнийорганические эмульсии, парафиностеариновые с солями алюминия или циркония (Персистоль Е), эмульсии на основе фторорганических соединений — для маслоотталкивающей отделки, препараты на основе соединений фосфора, фторкомплексы титана и циркония — для огнезащитной отделки.

В качестве молезащитных препаратов используют молантин [3], митин FF, эвлан N, диэлдрин, перметрины различных марок. Эти соединения наносятся на шерстяное волокно при длительном хранении немытой шерсти, а также в отделочном производстве — в процессе крашения или сразу после крашения —при их введении в красильную ванну. Среди указанных молезащитных препаратов экологическим требованием в наибольшей степени удовлетворяют синтетические пиретроиды — перметрины.

Кроме различных химических загрязнителей в сточных водах всех типов шерстяных красильно-отделочных производств присутствует большое количество механических загрязнений (волоконца, нити и пр.).

Осредненные показатели качества сточных вод шерстяных предприятий приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 — Осредненные показатели качества сточных вод шерстяных предприятий

Показатель	Ед. изм.	Значение показателей для предприятий		
		Камвольно-суконный комбинат с крашением волокна и ленты	Тонкосуконная фабрика с цехом крашения волокна	Камвольно-прядильная фабрика с цехом крашения ленты и волокна
pH	—	7–8,5	6–8,5	5–9
Взвешенные вещества	мг/л	150–250	150–250	150–300
Сухой остаток (общее содержание солей)	мг/л	1000–1250	1000–1500	1000–2000
Порог разбавления (до исчезновения цвета)	кратн.	1:150–1:250	1:150	1:200–1:500
$БПК_{полн}$,	мг O_2/л	200–500	200–500	200–500
ХПК	мг O_2/л	400–900	400–1000	500–1000
Азот аммонийный	мг/л	15–20	22–26	15–25
Фосфаты	мг/л	5–6	5–8	5–8
Cr^{+3}		3–6	3–6	5–7
Хлориды	мг/л	100–200	100–200	150
ПАВ	мг/л	40–60	40–60	30–50
Масла и эфирорастворимые продукты	мг/л	20–35	15–30	25–40

Количество красителей, ПАВ, Cr^{+6} и Cr^{+3} может значительно колебаться для сточных вод различных производств. Так, красители могут присутствовать в усредненных сточных водах в количествах 5–15 мг/л, в то время как сточные воды красильных аппаратов (т. е. концентрированный поток) могут содержать красителей до 70 мг/л. Количество ПАВ в среднем составляет 70–100 мг/л. В зависимости от используемых классов красителей хром может и не содержаться в сточных водах, но если применяются хромовые красители, то содержание в концентрированном красильном потоке может достигать, мг/л: Cr^{+3} — до 15, Cr^{+6} — до 50. В промывном потоке содержание хрома значительно ниже и составляет, мг/л: Cr^{+3}–0,03–0,05, Cr^{+6} — до 10.

Таким образом, сточная вода предприятий шерстяной промышленности, содержащая значительные количества загрязнений, должна направляться в сооружения локальной очистки. Основную массу сточных вод шерстомоек составляют концентрированные стоки противоточной промывки (50 %); грязные стоки от очистки барок машин составляют всего лишь 5 %; относительно малозагрязненные воды прямоточного полоскания мытой шерсти >45 %. Ориентировочные данные о составе этих стоков приведены в таблице 3.9.

Изучение влияния сточных вод фабрик первичной обработки шерсти на работу станций аэрации показало, что количество шерстомойных вод в смеси с городскими не

должно превышать 1 %. При большем их количестве в общем стоке необходимо принимать меры по снижению концентрации жира и борьбе с пенообразованием на аэрационных сооружениях и в метантенках.

Для выделения минеральных примесей из сточных вод применяются песколовки с механизированным удалением осадка. В песколовках задерживается 35 % — 40 % всех минеральных примесей к шерсти, поступающей на промывку. Осадок из песколовок обезвоживается на песковых площадках.

Для задержания волокна применяются механизированные волокноуловители.

Выделение шерстного жира из сточных вод противоточной промывки тонкой и полутонкой шерсти производится по флотационно-сепарационному способу в цехах жиродобычи, входящих в основное производство. Выход жира-сырца составляет 50 % — 60 % от начального его количества в воде, поданной на установку. Снижение БПК сточных вод при этом достигает 40 % — 50 %.

После предварительной обработки сточные воды направляются в отстойники, рассчитанные на пребывание в них воды в течение 2 ч. Отстоянная жидкость нейтрализуется до pH = 8–8,5 и направляется для сбраживания в метантенки. Возврат части осадка из отстойников после метантенков и интенсивное перемешивание содержимого камер ускоряет процесс сбраживания.

Выход газа достигает 10 объемов на 1 объем жидкости.

Дальнейшая биологическая очистка шерстомойных сточных вод производится совместно с бытовыми сточными водами и водами от полоскания мытой шерсти. В качестве окислителей применяются аэротенки-смесители с регенераторами.

При повышенных концентрациях НПАВ в сточных водах (свыше 10 мг/л) нормальная работа биологических окислителей нарушается. Поэтому в таких случаях требуется специальная, предварительная обработка промышленных стоков.

3.1.5 Сточные воды отделочных предприятий шелковой отрасли

Сырьем для производства шелковых тканей, в основном, являются химические волокна, а также смесь натуральных и химических волокон. Количество шелковых тканей, изготавливаемых из натурального волокна, незначительно.

В состав комбинатов шелковых тканей входят прядильные, ткацкие и красильно-отделочные производства. Основными водоемкими предприятиями являются комбинаты штапельных тканей с цехами крашения волокна и пряжи, комбинаты шелковых тканей из искусственных и синтетических нитей, тканей с цехами крашения волокна и пряжи, комбинаты шелковых тканей из искусственных и синтетических нитей, и ткацко-отделочные фабрики шелковых ворсовых тканей (меховых и бархатных).

Сточные воды отводятся с помощью трех сетей: производственных загрязненных вод, требующих локальной очистки (после технологических процессов отделочного производства), производственных вод, не требующих предварительной очистки, и хозяйственно-бытовых стоков.

Ткани из химических волокон расшлихтовываются в растворах синтетических поверхностно-активных веществ и промываются. В сточные воды при этом отходят продукты распада шлихты и замасливатели волокна, а также примененные реагенты.

В цехах крашения волокна (вискозное, нитрон, капрон) окрашивают. Поэтому сточные воды могут содержать различные красители: кислотные, активные, катионные,

прямые. Полиэфирное волокно (лавсан) обычно поступает уже окрашенным. Но в некоторых случаях лавсан окрашивают дисперсными красителями на аппаратах типа АКД и тогда в сточные воды поступают и дисперсные красители. Помимо красителей сточные воды содержат кислоты (серную, уксусную), соли (NaCI, Na_2SO_4, Na_2CO_3, NH_4OH и другие), соединения Cr^{+3} и Cr^{+6}, ПАВ и выравниватели.

Среднегодовое количество сточных вод на единицу продукции составляло (по данным 2000 г): для комбината шелковых тканей из искусственных и синтетических тканей — 273 м^3 на 1 т ткани, в том числе производственных сточных вод — 240 м^3 и 32,4 м^3 соответственно; для ткацко-отделочной фабрики шелковых ворсовых тканей — 150 м^3 на 1 т ткани, из них производственных стоков — 120 м^3 и 61,2 м^3 соответственно; для комбинатов штапельных тканей с цехами крашения волокна и пряжи — 210 м^3 на 1 т ткани, производственных — соответственно 190 м^3 и 38 м^3.

Характеристика сточных вод комбинатов по производству шелковых тканей (по данным 2000 г приведена в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Показатель	Еденицы измерения	Значение
Температура	°С	35
Взвешенные вещества	мг/л	150–320
Порог разбавления (до исчезновения цвета)	кратн.	1:100–1:250
Эфирорастворимые продукты	мг/л	10–15
pH	–	7,5–9,0
Остаток: - сухой - прокаленный	мг/л мг/л	1200–1800 600–900
ПАВ	мг/л	40–70
ХПК	мг O_2/л	600–1000
$БПК_{полн}$	мг O_2/л	400–600
Азот аммонийный	мг/л	80–120
Фосфаты	мг/л	4–5

Производственные сточные воды загрязнены смываемыми с тканей шлихтовальными препаратами, незафиксированными красителями, ПАВ, различными химическими отделочными препаратами. Перед биологической очисткой эти сточные воды предварительно очищаются. Применяемые методы очистки описаны ниже в соответствующем разделе. Производственные сточные воды, не имеющие специфических загрязнений (красителей, ПАВ, отделочных препаратов), направляются в канализацию совместно с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Сточные воды кокономотальных фабрик во всех случаях целесообразно сбрасывать в городскую канализацию или очищать их совместно с бытовыми водами фабрик. Полная очистка промышленных стоков достигается на биологических окислителях любого типа. Окислители рассчитываются исходя из начальной концентрации сточных вод и окислительной мощности очистных сооружений. Последняя составляет 250–

600 г/м^3 для биофильтров и до 1000 г/м^3 для аэротенков; поля фильтрации и орошения рассчитываются но нормам для бытовых сточных вод.

3.1.6 Сточные воды отделочных предприятий трикотажной промышленности

Трикотажная промышленность объединяет предприятия по производству бельевого и верхнего трикотажа, чулочноносочных изделий и смешанного ассортимента.

Сырьем для производства трикотажных полотен и изделий служат хлопчатобумажная, шерстяная и полушерстяная пряжа, искусственные и синтетические волокна и нити, т. е. практически все виды текстильных волокон.

Отделка трикотажного полотна состоит из ряда процессов, основными из которых являются беление, крашение, промывка, отжим, сушка, печатание, заключительная отделка.

В состав чулочно-носочных фабрик входят вязальное и красильно-отделочное производства. Для крашения трикотажа из х/б пряжи применяют прямые и активные красители (для чулочно-носочных изделий и бельевого ассортимента), для печати — активные и пигменты; трикотаж из полиамидных волокон окрашивают кислотными и металлокомплексными красителями, а шерстяной трикотаж — кислотными, металлокомплексными, хромовыми и активными красителями. Несмотря на наметившуюся тенденцию перехода к непрерывным способам, до настоящего времени в трикотажной промышленности преобладает оборудование периодического действия.

На фабриках бельевого и верхнего трикотажа и на чулочно-носочных фабриках основными потребителями воды являются красильно-отделочные производства, кондиционеры, компрессоры, котельные.

Сточные воды отводятся тремя сетями канализации: производственных загрязненных, бытовых и дождевых стоков.

Производственные сточные воды подвергаются локальной очистке от синтетических ПАВ, красителей и др. загрязнений, после чего совместно с бытовыми сточными водами направляются на биологическую очистку. Динамика поступления обработанных растворов, в основном, характеризуется залповыми концентрированными сбросами после проведения основных операций: беления, отварки, крашения (длительность процесса от 1,5 до 2 ч). Промывные (слабозагрязненные) сточные воды также имеют залповый характер сброса с промежутками 10–20 мин.

В сточных водах красильно-отделочных производств предприятий трикотажной промышленности обнаружено 53 вида органических соединений, в т. ч. текстильные волокна и различные вещества, удаляемые с текстильных волокнистых материалов в процессах их подготовки. Например, сточные воды одной из трикотажной фабрики Ивановской области имеют в своем составе взвешенные вещества, фосфаты, органические красители, уксусную кислоту, глицерин, синтетические ПАВ, а также замасливатели — олеиновую кислоту, вазелиновое масло и триэтаноламин.

Широкий ассортимент выпускаемой продукции влечет за собой частое изменение технологии отделки, что усложняет очистку сточных вод.

Характеристика сточных вод трикотажного производства приведена в таблице 3.11.

Таблица 3.11 — Характеристика сточных вод трикотажного производства

Показатель	Еденицы измерения	Сточные воды фабрик		
		Верхнего трикотажа	Бельевого трикотажа	Чулочно-носочного
Температура	°С	—	—	
Взвешенные вещества	мг/л	20–60	20–60	20–60
Прозрачность по шрифту	см	3–5	3–5	3–5
Порог разбавления (до исчезновения цвета)	кратн.	1:50–1:350	1:50–1:350	1:50–1:350
pH	—	6,5–10	6,5–10	8,5–10
Синтетические ПАВ	мг/л	120	150	130
ХПК	мг O_2/л	до 800	до 800	до 800
$БПК_{полн}$,	мг O_2/л	400	400	400

70 % — 80 % всего объема потребляемой воды расходуется на процессы промывки волокнистого материала после операций отбеливания и крашения. Основные показатели промывных вод следующие: содержание ПАВ — 25 мг/л, pH — 8,1–8,2; прозрачность — 6–15 см; плотный остаток — 1150 мг/л; ХПК — 25–400 мг O_2/л (слабозагрязненные сточные воды). Содержание красителей в отработанных красильных растворах (при крашении прямыми красителями на барках МКП-1 в средние и темные тона) достигает 0,2–0,3 г/л вследствие неполного их выбирания (не более 75 %).

Аналитические данные по стокам предприятий текстильных отделочных фабрик

Осредненные данные о количестве основных загрязнителей сточных вод предприятий текстильной промышленности (по литературным данным: Г.В.Васильев. ГПИ-1 ГОСПЛАНА) приведены в таблицах 3.12 и 3.13.

Таблица 3.12 — Состав загрязнений сточных вод предприятий текстильной промышленности в кг на 1 т ткани

Компоненты	Хлопчатобумажные ситцепечатные фабрики	Красильноотделочные фабрики штапельных тканей	Льняные комбинаты	Камвольно-суконные фабрики	Шелковые красильно-отделочные фабрики
Примеси сырья	35–50	0,5–1	100–200	5–10	220 *
Шлихта и замасливатель	30–45	20–40	30–45	20–80	20
Красители	5–10	4–6	1–2	4–7	10

Компоненты	Хлопчатобумажные ситцепечатные фабрики	Красильноотделочные фабрики штапельных тканей	Льняные комбинаты	Камвольно-суконные фабрики	Шелковые красильно-отделочные фабрики
Вспомогательные реагенты: - органические - минеральные	60–75 100	90 100	– 75–225	80–150 200–300	65 ПО
Синтетические ПАВ	2–3	10–20	5–15	16–25	15–20
Соли меди и хрома	1–2	–	6–24 **	2–3,5	0,5
Волокно	10–20	5–15	10–15	10–16	3,5
* Ткани из натурального шелка. ** В стоке цехов пропитки брезентов без учета регенерации меди и хрома					

Таблица 3.13 — Количество основных загрязнителей сточных вод предприятий текстильной промышленности

Показатели	Фабрики:		
	камвольные	тонкосуконные	шелковые красильно-отделочные
Разведение до исчезновения окраски	1:80	1:150	1:50–1:100
Взвешенные вещества, мг\л	100–150	175–300	150–300
Сухой остаток, мг/л	1800–2000	1800–2200	1000–2000
Зольность сухого остатка, %	45–75	50–75	50–60
$БПК_{полн}$, мг/л	400–700	–	250–700
pH	7,6–7,8	9,5–10,5	7,8–10,5
Азот аммонийный, мг/л	10–20	10–30	3–25
Соли, мг/л: хрома меди	5–10 1–2	5–10 1–2	0,5–1 –
Синтетические ПАВ, мг/л	100–150	40–60	40–80
Осадок в % от объема воды	0,1	0,2–2,5 *	0,2–1,8
Прозрачность, см	2	1	0,5–2

Удельное количество сточных вод на предприятиях текстильной промышленности зависит от многих условий, поэтому оно весьма непостоянно. Осредненные данные о нормах производственного водоотведения и коэффициентах неравномерности приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 — Осредненные данные о нормах производственного водоотведения и коэфициентах неравномерности

Предприятия	Удельное количество сточных вод в м^3 на 1 т готовой продукции:		Коэффициент часовой неравномерности притока
	всего	в том числе слабозагрязненных	
Отбельные хлопчатобумажные фабрики	100	25–40	1,1
Ситцепечатные фабрики	275–325	25–40	1,3
Красильно-отделочные фаб-рики штапельных тканей.	250	–	1,5
Заводы первичной обработки льна: - мочка льна - химическая обработка	10–25 40	– –	2,5 1,5
Льняные комбинаты	250–400	30–40	1,2–2,5
Фабрики: - брезентовые пропиточные - первичной обработки шерсти - камвольные - суконные - кокономотальные - шелковые (красильно-отде-лочные)	 40 403 220 300–400 165 220–300	 – – – – – –	 1,2 1,3 2 2 1,2 1,5–2

Примечание — При повторном использовании стоков от полоскания шерсти, количество воды, сбрасываемой в канализацию, уменьшается примерно на 30 %.

Характерными особенностями сточных вод отбельно-красильных хлопчатобумажных и льняных фабрик являются их интенсивная окраска, щелочная реакция, высокий плотный остаток и малое количество биогенных элементов.

Физико-химический состав сточных вод весьма непостоянен, особенно при работе фабрик на оборудовании периодического действия. Потребление кислорода в сточных водах происходит в основном продуктами распада природных примесей к исходному сырью и лишь на 40 % — 35 % применяемыми в производстве реагентами. Замена крахмала искусственными препаратами при изготовлении шлихты, печатных красок и аппретов приводит к снижению БПК сточных вод на 35 % — 45 %;

Нерастворенные примеси в сточных водах на 20 % — 50 % состоят из органических веществ. Наибольшее количество взвесей содержат сточные воды печатных отделов и красковарок, меньшее — стоки отбельных и красильных цехов.

Объем выпавшего осадка превышает 3 % от объема воды; влажность его составляет 98 % — 99,5 %. В осадке сточных вод сернистого крашения содержится до 20 % — 35 % серы.

3.2 Характеристика выбросов в атмосферу при работе отделочных производств текстильной промышленности

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха от предприятий текстильной промышленности являются места загрузки и пересыпки сырья, смесители, сушильные барабаны, ворсовальные агрегаты, шлифовальные станки, прядильные и чесальные машины, оборудование для опаливания тканей, окраски или печати текстильного материала, барабаны для специальной обработки изделий. В выбросах предприятий текстильной промышленности присутствуют диоксид серы (3,9 % суммарного выброса в атмосферу), оксид углерода (34,9 %), твердые вещества (11,8 %), оксиды азота (7,4 %), летучие органические соединения — ЛОС (12,6 %), прочие газообразные и жидкие вещества (40,2 %) и др.

Текстильная промышленность имеет дело с волокнистыми материалами: хлопковыми, льняными, конопляными, шерстяными и искусственными, подвергающимися прядению, ткачеству и отделке. Эти материалы разрыхляются, очищаются от примесей, формируются в пряжу, пропитываются, сушатся и ткутся. Все эти процессы сопровождаются образованием большого количества пыли. Состав этой пыли может быть очень разнообразным и зависит от исходного сырья. Кроме хлопковой пыли, агентом загрязнения могут быть и продукты термического разрушения волокон, в результате чего образуются аэрозоли едкого натра, серной кислоты.

В отбельных, печатных, граверных, красильных и аппретурных цехах, кроме пыли выделяются вредные газообразные вещества и пары легколетучих соединений (SO_2, NH_3, оксиды азота, хлорводорода, хрома, аммиак, формальдегид, пары уксусной кислоты и др.).

Для того, чтобы сделать выводы о загрязнении окружающей среды, вызванном наличием в воздухе определенной концентрации пыли, необходимо имеющиеся значения сравнить с предельно допустимыми, которые указаны в нормативах СанПиН 2.1.6.1032–01. Прядильно-ткацкое производство, согласно новой редакции СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 — это 3 класс с санитарно-защитной зоной, равной 300 м. 4 класс с размером санитарно-защитной зоны, равной 100 м — это, например, «производство пряжи и тканей из хлопка, льна, шерсти при отсутствии красильных и отбельных цехов. В таблице 3.15. представлены данные по количеству органической пыли, выбрасываемой в атмосферу из ткацкого цеха одного из предприятий.

Таблица 3.15 — Количество органической пыли, выбрасываемой в атмосферу

Наименования вещества	ПДК н.р., мг/м^3	ПДК с.с., мг/м^3	Класс опасности	Выброс, т/год
Органическая пыль	0,05	0,5	4	12,347

Концентрация пыли, выбрасываемой в воздух из ткацкого цеха, где нарабатываются образцы ткани, не превышает ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов. Для снижения концентрации выделяемой пыли применяются пылеулавливающие установки: тканевые рукавные фильтры, фильтры Ф12НII, ФР-6П-20, ФР-6П-36, циклон. Предусмотрена влажная уборка.

Окончание таблицы 3.17

Анализ данных по выбросам в отделочном шерстяном производстве.Процессы промывки, карбонизации, нейтрализации сопровождаются выделением вредных веществ, перечень которых дан в таблице 3.16. (на основе сбора данных с предприятий отрасли)

Таблица 3.16 — Выбросы в атмосферу отделочного производства

Наименование вещества	Класс опасности	Выброшено в атмосферу т/год	Разрешенный выброс/лимит выбросов т/год
Аммиак	4	6,458	13,640
Сернистый ангидрид	3	367,428	634,800
Серная кислота	2	0,303	0,357
Окись марганца	2	0,003	0,003
Углеводород (керосин)	4	11,406	19,210
Этиловый спирт	4	0,004	0,004
Щелочь	2	0,089	0,089
Масляный туман	3	0,107	0,116

По данным другого предприятия в атмосферу выбрасывается вредных веществ 5,317 т. в год. По отдельным веществам данные приведены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 — Выбросы загрязняющих веществ

Название	Выброшено без очистки, всего	Выброшено без очистки, из них от организованных источников выбросов	В том числе, от технологических и других процессов
Всего	2,661	2,528	1,748
Твердые	0,245	0,154	0,245
Углерод оксид (окись углерода, угарный газ)	1,783	1,759	0,991
Азот (IV) оксид (азота диоксид)	0,231	0,213	0,127
Азот (II) оксид (азота оксид)	0,038	0,038	0,021
Неметановые летучие органические соединения (НМЛОС)	0,294	0,294	0,294
Прочие	0,070	0,070	0,070

Мероприятия по уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу:
- замена в технологии аммиачной воды на концентрированную соду;
- замена неисправных рукавных фильтров на новые;

Окончание таблицы 3.18

- герметичность оборудования и коммуникаций, покрытие специальными средствами, препятствующими испарению, брикетирование или смачивание пылеобразующих веществ;

- сокращение неорганизованных выбросов;

- очистка отходящих газов, паров, пыли с обязательным последующим использованием или обезвреживанием полученных продуктов.

В состав большинства отделочных фабрик входят отбельные цеха, красильно-промывные, печатные с красковаркой и зрельным отделением, а также цех заключительной отделки. Причем практически при каждом цехе имеется своя химстанция, химсклад и химическая лаборатория. Наиболее характерные загрязняющие вещества красильно-отделочных производств (на основе сбора данных с предприятий отрасли) приведены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 — Загрязняющие вещества красильно-отделочных производств

	Отбельный цех	Красильно-промывной цех	Печатный цех	Зрельно-промывной цех	Граверный цех	Цех заключительной отделки
Пыль хлопковая	+	+	+	+		+
Оксид углерода	+	+	+	+		+
Диоксид азота	+	+	+	+		+
Гидроксид натрия	+	+	+	+	+	+
Пероксид водорода	+					
Серная кислота	+	+			+	
Сроводород	+	+				
Диоксид серы	+	+				
Аммиак	+	+	+	+		
Уксусная кислота	+	+	+	+		
Формальдегид	+	+	+	+		+
Аэрозоль компонентов печатной краски			+	+		
Оксид Cr^{+3}					+	
Азотная кислота					+	
Соляная кислота					+	

В **отбельном цехе** хлопчатобумажных отделочных фабрик производится опаливание ткани, беление, мерсеризация, стабилизация. Используется следующее оборудование: газоопальные машины, линии мерсеризации, отварки и беления, сушильные агрегаты, стригальные машины и др. оборудование. В отбельном цехе технологический процесс ведется с применением природного газа, растворов кислот, щелочей, перекиси

водорода, восстановителей и др. Все процессы проводятся при сравнительно высоких температурах.

В связи с этим в атмосферу выделяются следующие ЗВ: пыль хлопковая, зола, оксид углерода, диоксид азота, гидроксид натрия, пероксид водорода, серная кислота и др. вещества, входящие в состав рабочих растворов.

В **красильно-промывном цехе** производится крашение различными красителями (сернистыми, кубовыми, азо-красителями, активными и др.). При этом в атмосферу выбрасывается хлопковая пыль, гидроксид натрия, сероводород, диоксид серы, серная кислота, аммиак, диоксид азота, уксусная кислота, формальдегид и др.

В **печатном цехе** наносится рисунок на ткань, производится ее сушка, запаривание в зрельнике или фиксация в термозрельнике и промывка. При этом в атмосферу выделяется хлопковая пыль, гидроксид натрия, аэрозоль компонентов печатной краски, аммиак, формальдегид, уксусная кислота и др. вредные вещества.

В **цехе заключительной отделки** основными веществами, выделяющимися в атмосферу, являются формальдегид, гидроксид натрия, хлопковая пыль. Многие отделочные препараты для придания малосминаемости, гидрофобности, пониженной горючести содержат свободный формальдегид, часть которого попадает в воздух при сушке. Другая часть формальдегида остается на ткани в свободном и химически связанном виде. При хранении этих тканей на складе, в швейном производстве и у потребителя в изделии выделяется свободный формальдегид, оказывающий в определенных концентрациях вредное воздействие на человека. Многие фирмы разработали и выпускают препараты с пониженным содержанием формальдегида или вовсе без него.

В **граверных цехах** производится хромирование и травление печатных валов. Загрязняющие вещества — оксид хрома (3), азотная, серная и соляные кислоты, гидроксид натрия. Однако с переходом практически всех предприятий на печать с использованием машин с ротационными сетчатыми шаблонами граверные цеха потеряли свою актуальность и необходимость. На отделочных предприятиях печатных машин с гравированными валами осталось считанные единицы.

Наиболее опасны для здоровья населения городов России повышенные концентрации взвешенных веществ: диоксида азота и серы, а также бензола, бензопирена, никеля, кадмия, свинца и др. Такие заболевания, как пневмония, сахарный диабет наиболее часто встречаются при больших загрязнениях среды взвешенными веществами, а формальдегид считается сильным канцерогенным веществом, усугубляющим аллергические и иные нарушения.

Отделочные текстильные предприятия относятся к объектам I категории, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий.

Характер выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в зависимости от направленности предприятий (хлопчатобумажная, льняная, шерстяная, шелковая и др.) мало различается, хотя существуют и специфические особенности выбросов. Перечень и количество вредных (загрязняющих) веществ, разрешенных к выбросу в атмосферный воздух, на каждом конкретном предприятии согласовывается с Роспотребнадзором; Росприроднадзором с Департаментом государственного надзора в пределах утвержденных нормативов ПДВ. В таблице. 3.19. на примере одного из предприятий приведены данные по разрешенному и фактическому количеству выбросов вред-

ных веществ в атмосферу (по данным анкетирования предприятий хлопчатобумажной промышленности).

Таблица 3.19 — Количество выбросов вредных веществ в атмосферу (на основе сбора данных с предприятий отрасли)

Наименование	Фактический выброс за 2016 г.		Норматив на 2016 г.	
	Интенсивность, г/с	Вал, т/год	Интенсивность, г/с	Вал, т/год
1	2	3	2	3
Железа оксид (в том числе пыль металлическая) (тв)	0,0125222	0,027158	0,0125222	0,027400
Марганец и его соединения (тв)	0,0006445	0,000247	0,0006445	0,000263
Натрия гидрооксид	0,0067152	0,091259	0,0089129	0,155400
Оксид олова (в пересчете на олово) (тв)	0	0	0,0000058	0,000001
Свинец и его соединения (тв)	0	0	0,0000106	0,000002
Хром шестивалентный (тв)	0,0000851	0,000297	0,0000887	0,000328
Азота диоксид	0,0314039	0,122540	0,0458133	0,132786
Аммиак	0,0079630	0,1339011	0,0325336	0,413772
Азота оксид	0,0065882	0,010376	0,0066957	0,010531
Кислота серная	0,0017783	0,024705	0,0019754	0,033702
Водород хлористый	0,0013998	0,010482	0,0015232	0,011406
Углерод черный (сажа) (тв)	0,0064658	0,006754	0,0065529	0,006794
Серы диоксид	0,0062143	0,029641	0,0105647	0,032314
Сероводород	0,0001818	0,002171	0,0001999	0,003182
Углерода оксид	0,2341340	0,239817	0,2569306	0,271076
Фториды газообразные (водород фтористый)	0,0003139	0,000062	0,0003139	0,000077
Фенол	0,00000036	0,0000003	0,0000004	0,000000374
Формальдегид	0,0000080	0,000148	0,0000635	0,000869
Карбамид (мочевина)(тв)	0	0	0,0029640	0,013872
Кислота уксусная	0,0062235	0,024178	0,0070508	0,045126
Бензин нефтяной (углеводороды карбюраторных двигателей)	0,0117886	0,006941	0,0117886	0,006941
Керосин (углеводороды дизельных двигателей)	0,0237136	0,030918	0,0428374	0,033678
Пыль хлопковая (тв)	0,0657483	0,956897	0,0739400	1,377030
Пыль абразивная (корунд белый) (тв)	0,0020000	0,014975	0,0020000	0,014975
Пыль крахмала (тв)	0,0706240	1,078235	0,0813022	1,743830

Окончание таблицы 3.19

Наименование	Фактический выброс за 2016 г.		Норматив на 2016 г.	
	Интенсивность, г/с	Вал, т/год	Интенсивность, г/с	Вал, т/год
1	2	3	2	3
Пыль тонко измельченного резинового вулканизата из отходов подошвенных резин (тв)	0,0107644	0,010075	0,0121164	0,011341
Краситель органический активный (тв)	0,0011271	0,001055	0,0012915	0,001209
Взвешенные вещества (зола дров) (тв)	0	0	0, 0014624	0,002106
Всего по предприятию:	0,5055025	2,797072	0,6188324	4,3150994
- в том числе твердых	0,1688543	2,094638	0,1936097	3,1979416
- жидких/газообразных	0,3366482	0,702434	0,4252227	1,117158

Анализ приведенных показателей позволил выделить наиболее значимые для этого предприятия вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу. Это прежде всего пыль хлопковая, пыль крахмала, оксид углерода, диоксид азота, аммиак и натрия гидроксид. Если проанализировать эти выделения по этапам технологического процесса (на примере хлопчатобумажного производства), то можно видеть (см. таблицу 3.20.), что максимальные выбросы в атмосферу оксидов азота и углерода наблюдаются в цехе, где производят крашение, печать и промывку тканей. Формальдегид выделяется в атмосферу в цехе заключительной отделки, где используются мочевино- и меламиноформальдегидные препараты (предконденсаты термореактивных смол), а хлопковая пыль — в отбельном, где ткани подвергаются механическим операциям расправки, стрижки, ширения.

Таблица 3.20 — Выбросы в атмосферу (на основе сбора данных с предприятий отрасли)

Предприятие 1			
Выбросы в атмосферу, т/год (2006 г., Мел.)	Этапы технологического процесса		
Наименование загрязняющего вещества	Опальные машины, линии отварки и беления ЛЖО, «Вакаяма» (отбельная), ЛБС	Химстанции, красковарки, печатная машина «Циммер», красильная машина ЛКС, линия «Вакаяма» (красильная), баки приготовления красок	Линии заключительной отделки «Каландар», «Вакаяма», «Монфост», ЛЗО
Азота оксид	0,11575	0,20544	0,000009
Бензапирен	0,0000003	0,000000432	0,000000118
Натрия гидроксид	0,06547	0,05627	–

Предприятие 1			
Выбросы в атмосферу, т/год (2006 г., Мел.)	Этапы технологического процесса		
Наименование загрязняющего вещества	Опальные машины, линии отварки и беления ЛЖО, «Вакаяма» (отбельная), ЛБС	Химстанции, красковарки, печатная машина «Циммер», красильная машина ЛКС, линия «Вакаяма» (красильная), баки приготовления красок	Линии заключительной отделки «Каландар», «Вакаяма», «Монфост», ЛЗО
Пыль хлопковая	0,05683	–	–
Углерода оксид	2,61889	4,48944	1,20942
Формальдегид	–	–	0,07616

Перечень ЗВ, выбрасываемых в атмосферу, т/год (2010–2016 г.)			
	Предприятие 1	Предприятие 2	
Пыль хлопковая	11,82	0,956897	Отбельный цех, красильно-отделочный цех, ворсовальный участок
Зола хлопкового волокна	1,7506	–	Участок опаливания в отбельном цехе
Пыль абразивная металлическая	0,0355	0,0149	Печать, граверная мастерская, РМЦ
Аэрозоль краски	0,0206	–	Красковарка, химическая станция
Азота оксид	–	0,010376	Механические мастерские, стоянка автотранспорта
Азота диоксид	–	0,122540	Красильно-отделочный цех, химическая станция
Аммиак	–	0,1339011	Печатный цех, красковарка
Пыль крахмала	0,005	1,078235	Отбельный цех, красильно-отделочный цех
Сварочный аэрозоль	0,243	–	Механические мастерские
Марганца диоксид	0,0015	0,000247	Механические мастерские, паросиловое хозяйство
Хрома трехокись	0,0001	0,000297	Печать, граверный участок
Пыль резиновая	0,2282	0,010075	Механические мастерские
Натрия гидроксид	0,5785	0,091259	Отделочная фабрикака, крашение, химстанция, печать, склад химических реактивов
Натрий сульфит-сульфатные соли	0,4966	–	–

Окончание таблицы 3.20

Предприятие 1			
Выбросы в атмосферу, т/год (2006 г., Мел.)	Этапы технологического процесса		
Наименование загрязняющего вещества	Опальные машины, линии отварки и беления ЛЖО, «Вакаяма» (отбельная), ЛБС	Химстанции, красковарки, печатная машина «Циммер», красильная машина ЛКС, линия «Вакаяма» (красильная), баки приготовления красок	Линии заключительной отделки «Каландар», «Вакаяма», «Монфост», ЛЗО
Кислота серная	0,024705	–	Отбельный цех, печать, стоянка автотранспорта, склад химических реактивов
Серы диоксид	0,029641	–	–
Углерода оксид	–	0,239817	Механические мастерские, стоянка автотранспорта, отдел отгрузки
Формальдегид	–	0,000148	Красильно-отделочный цех, печать, химстанция, красковарка
Нефтепродукты	–	0,0378	Стоянка автотранспорта (закрытая)

Хотя по данным предприятия 2 количество ЗВ в воздухе не превышает допустимую норму для здоровья человека, на предприятии разработана и установлена эффективная вентиляционная система, самым простым элементом которой являются фильтрующие мешки, после которых воздух выбрасывается в атмосферу из труб высотой не менее 20 м.

3.3 Отходы отделочных производств

Под отходами производства и потребления следует понимать остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий, которые образуются в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Опасные отходы — отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами — токсичностью, взрыво- и пожароопасностью, высокой реакционной способностью.

Отходы, полученные в ходе производственной деятельности, необходимо разместить, хранить, захоронить или использовать.

В текстильной промышленности остается острой проблема образования отходов производства и потребления. В РФ ежегодно образуется около 7 млрд.т. отходов производства и потребления. На территории страны в отвалах, свалках, полигонах, хранилищах накоплено порядка 80 млрд.т. твердых отходов, в том числе более 1,7 млрд.т.

Продолжение таблицы 3.21

токсичных промышленных отходов. Их количество ежегодно возрастает примерно на 120 млн.т. Отсутствие соответствующих технологий переработки, необходимых мощностей и специального оборудования приводит к тому, что в качестве вторичных ресурсов используется только 22 %, а полностью обезвреживается лишь 3,5 % промышленных отходов. Объем образования отходов в легкой промышленности в 2009 г. составил 6 млн. т и увеличился по сравнению с предыдущим годом на 0,6 %. Общий объем переработанных и обезвреженных отходов составляет соответственно 13 % и 18 % от общего годового объема образования отходов по стране.

К текстильным отходам относятся отходы производства: в виде волокон, пряжи, нитей, лоскутов, обрезков текстильных материалов и отходы потребления в виде бытовых текстильных изделий. К отходам потребления относятся также отходы производственно-технического назначения в виде изношенной спецодежды, скатертей, покрывал, постельного белья, штор, гардин и т. д.

В отделочном производстве отходами являются:

- вязка суровой ткани, тряпка, утиль, лоскут-лапша;
- отработанные автопокрышки (на предприятии имеются свои парки машин);
- стружка и лом черных и цветных металлов (механические мастерские, литейно-механические производства);
- опилки, обрезки, стружки древесины;
- отработанные люминесцентные лампы (из электроцеха);
- отработанные масла, использованные для смазки оборудования;
- протирочный материал, ветошь, промасленная ветошь;
- бытовой мусор;
- осадок сточных вод, который высушивается и хранится в бочках в подсобных помещениях (сточные воды после граверного цеха).

Виды отходов красильно-отделочного производства с указанием классификационных кодов приведены в таблице 3.21.

Таблица 3.21 — Отходы красильно-отделочных производств

Вид отхода (старое название)		Вид отхода (новое название)	
Наименование	Код по ФККО	Наименование	Код по ФККО
Покрышки отработанные	5750020013004	Покрышки пневматических шин с тканевым кордом отработанные	9 21130 01 50 4
Отходы обработки, натуральной чистой древесины, незагрязненные опасными веществами	17110000000004	Опилки и стружка натуральной цистой древесины несортированные	3 05291 11 20 5
Зола древесная и соломенная	3100030011635	Зола от сжигания древесного топлива практически неопасная	6 11900 02405

Вид отхода (старое название)		Вид отхода (новое название)	
Наименование	Код по ФККО	Наименование	Код по ФККО
Отходы аккумуляторов (аккумуляторы щелочные отработанные не разобранные)	9211000013000	Аккумуляторы никельжелезные отработанные, в сборе, без электролита	9 20130 02 62 3
Отходы полиэтилена в виде пленки	5710290101995	Отходы пленки полиэтилена и изделий из нее незагрязненные	4 34110 02 29 б
Обрезки и обрывки тканей хлопчатобумажных	5810110701995	Обрезки и обрывки хлопчатобумажных тканей	3 03111 01 23 5
Ртутные лампы люминесцентные, ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	3533010013011	Лампы ртутные, ртутнокварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	4 71101 01 52 1
Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	9120040001004	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	7 33100 01 72 4
Песок, загрязненный маслами (содержание масел менее 15 %)	3140230301034	Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 16 %)	919 201 02 39 4
Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15 %)	6490270101034	Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	9 19204 02 *0 4
Масла компрессорные отработанные	5410021102033	Отходы минеральных масел компрессорных	4 06166 01 31 3
Масла автомобильные отработанные		Отходы минеральных масел автомобильных	
Лом черных металлов несортированный	3513010001996	Лом и отходы, содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусков, несортированные	4 61010 01 20 5

Окончание таблицы 3.21

Вид отхода (старое название)		Вид отхода (новое название)	
Наименование	Код по ФККО	Наименование	Код по ФККО
Аккумулятора свинцовые отработанные, не поврежденные с неслитым электролитом	92110191130121	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом	9 20110 01 53 2
Лом меди несортированный	3631030101013	Лом и отходы меди несортированные незагрязненные	4 62110 99 20 3
Гальванические шламы (кроме содержащих в своем составе * соединения ртути, мышьяка, свинца, хрома шестивалентного, цианида)	5110000000000	Осадки ванн травления	363 332 00 00 0
Пластмассовая незагрязненная тара, потерявшая потребительские свойства	5710180013005	Отходы полиэтиленовой тары незагрязненные	4 34110 04 51 5
Отходы лакокрасочных средств (тара, загрязненная лакокрасочными материалами)	5550000000000	Отходы тары, упаковки и упаковочных материалов из полиэтилена, загрязненные лакокрасочными материалами	4 38111 00 00 0
Твердые отходы резины	5750010001000	Пыль (мука) резиновая	3 31151 03 42 4

На текстильных предприятиях периодически утверждаются нормативы образования отходов и лимиты на их размещение. В таблице 3.22 приведен примерный перечень отходов, нормативы и лимиты на размещение на период 2012–2016 г. по одному из предприятий.

Таблица 3.22 — Перечень отходов, нормативы и лимиты на размещение (по данным анкетирования)

Вид отходов	Класс опасности	Годовой норматив образования отхода на 2012–2016 г, т в год	Лимиты на размещение отходов (2012–2016 г)		
			Наименование объекта размещения	Лимит на 2012–2016 гг	В т. ч. на 2016 г
Ртутные лампы люминесцентные ртутьсодержащие, трубки отработанные и брак	1	1,377	–	–	–
Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные с неслитым электролитом	2	0,214	–	–	–
Лом меди несортированный	3	0,225	–	–	–
Масла автомобильные отработанные	3	0,039	–	–	–
Масла компрессорные отработанные	3	0,180	–	–	–
Аккумуляторы медные разобранные, неразобранные	3	0,297	–	–	–
Песок, загрязненный маслами (содержание масел ≤ 15 %)	4	0,255	–	–	–
Гальванические шламы (кроме тяжелых Ме)	4	0,408	–	–	–
Обтирочный материал, загрязненный маслами ≤ 15 %	4	1,225	–	–	–
Отходы лакокрасочных средств (тара)	4	17,186	–	–	–
Покрышки отработанные	4	0,176	–	–	–
Мусор бытовых помещений не сортированный (искл. крупногабаритный)	4	132,531	–	–	–
Отходы обработки натуральной чистой древесины, незагрязненные опасными веществами	5	1,630	полигон	1,155	0,031
Лом черных металлов	5	0,473	–	–	–

Окончание таблицы 3.22

Вид отходов	Класс опасности	Годовой норматив образования отхода на 2012–2016 г, т в год	Лимиты на размещение отходов (2012–2016 г)		
			Наименование объекта размещения	Лимит на 2012–2016 гг	В т. ч. на 2016 г
Пластмассовая незагрязненная тара, потерявшая потреб. свойства	5	7,366	полигон	36,830	7,366
Отходы полиэтилена в виде пленки	5	3,138	полигон	15,690	3,138
Твердые отходы резины	5	7,000	полигон	35,000	7,000
Текстильные отходы и шламы (изношенные рукава фильтров)	5	0,149	–	–	–
Отходы растительного волокна (включая очесы, прядильные отходы и расщипанное сырье)	5	24,402	–	–	–
Обрезки и обрывки ткани х/б	5	4,536	–	–	–
Отходы (осадки) при механической и биологической очистке сточных вод (сбросы с решеток)	5	2,441	полигон	12,205	2,441
ИТОГО:		205,279		763,06	152,6

Таким образом, можно видеть, что максимальные нагрузки на ОС представляют отходы лакокрасочных средств (тара), отходы растительного волокна (включая очесы, прядильные отходы и расщипанное сырье) и несортированный мусор бытовых помещений.

3.4 Потребление материальных и энергетических ресурсов

В таблице 3.23 приведены нормы потребления энергоресурсов на оборудовании и процессах на одном из действующих отделочных производств.

Таблица 3.23 — Нормы потребления энергоресурсов на оборудовании и процессах

Линия	Эл.энергия	Вода	Пар	
	кВт/ч	$м^3$	т.	Гкал
ЛКС	35	42	2,3	1,61
Процессы отварки	40	21,5	3,5	2,45

Окончание таблицы 3.23

Линия	Эл.энергия	Вода	Пар	
	кВт/ч	$м^3$	т.	Гкал
Процессы отбеливания	40 *	21,5 *	3,5 *	2,45 *
Процессы мерсеризации	60	18	2,5	1,75
ЛТК	400	28,7 *	4,8	3,36
ЛЗО-1	250 *	6,3 *	1,2 *	0,84 *
ЛЗО-2	195 *	6,3 *	1,2 *	0,84 *
Шторк	90	1,25 *	1,4	0,98
Элитекс	190	0,2 *	1,2	0,84
* Ориентировочные данные.				

Удельные расходы электроэнергии, пара, воды на оборудовании непрерывного действия отделочного хлопчатобумажного производства приведены в таблице 3.24

Таблица 3.24 — Удельные расходы электроэнергии, пара, воды на оборудовании ХБП

Оборудование	Электроэнергия		Пар	Вода
	Установленная мощность электродвигателей, кВт	Расход электроэнергии, кВт *ч/1000 м	Удельный расход пара, кг/1000 м	Удельный расход воды, $м^3$/1000 м
Оборудование для мойки и сушки шерсти				
Линия для мойки шерсти LLUFHB006–100, в т.ч.:		58 кВт 18 кВт 11 кВт	Производительность 2 т с давлением 10 атм.	10–15 т/ т.готовой шерсти
- сушильная секция				
- машина для раздирания колтунов и очистки шерсти от мусора				
- паровой котел				
Оборудование для механической обработки тканей				
Тканеопаливающая машина МТО-180	27,15	5,1	5,9	–
Игловорсовальный агрегат ИВА-36–220	20	22,08	45,5	–
Стригальный пухоочистительный агрегат СПН-180	12	2,05	–	–

Окончание таблицы 3.24

Оборудование	Электроэнергия		Пар	Вода
	Установленная мощность электродвигателей, кВт	Расход электроэнергии, кВт *ч/1000 м	Удельный расход пара, кг/1000 м	Удельный расход воды, $м^3$/1000 м
Контрольно-мерильная машина МКМ-180	0,78	0,05	–	–
Декатир Д-220	1,38	0,94	34,5	–
Машина сушильно-ширильная МШС1–06–180			106,3	–
Оборудование для мерсеризации, отварки и беления				
Машина мерсеризационная Текстима	50,95	17,57	400,0	2,85
Линия мерсеризации ЛМЦ-180–1	412,5	68,66	405	2,5–3,0
Линия мерсеризации Дименза фирмы Беннингер			315	1,9
Линия отварки и беления ЛОБ-180	275,0	28,67	1930,0	8,8
Линия жгутовой обработки ЛЖО-2				
Нафтольно-сушильный агрегат ЛНС-180–2	39,5	13,72	122,0	–
Оборудование для крашения и промывки тканей				
Линия красильно-сушильная термофиксационная ЛКСТ-180–16	607,0	87,2–174,4	985,0	–
Линия красильная Элитекс	495	60,5		
Линия красильно-сушильная с промывкой ЛКС-180–18	168	114,9	692–997	2,16–2,8
Линия промывно-сушильная ЛПС-180–12	100,5	2,94	462,0	2,3
Линия термозольного крашения Вакаяма	–	348,3		
Линия мойно-сушильная ЛМС-180		54,1	290,7	0,77
Оборудование для заключительной отделки тканей				
Линия заключительной обработки ЛЗО-180–1	495,0	60,46	184,9–240,7	–
Линия заключительной обработки ЛЗО-180–2	700	128	319,8	0,3
Линия усадочная ЛАУ-180			493,3	0,79

Анализ оборудования непрерывного действия, используемого в отделочном производстве хлопчатобумажной отрасли, показал, что наибольшие нагрузки на окружающую среду оказывают влажно-тепловые процессы, необходимые для промывки, сушки и фиксации красителей на текстильных материалах.

На примере современного производства флисовых полиэфирных трикотажных тканей в таблице 3.25. показаны характеристики оборудования периодического действия для крашения, промывки, ворсования и печати флисового полотна.

Таблица 3.25 — Характеристики оборудования периодического действия

Тип оборудования	Расход воды		Расход электроэнергии	Расход пара	Расход газа
Крашение, промывка					
Установка для промывки после вязания SINTENSA	5–8 л/кг		–	0,7–1,0 кг/кг	
Красильный аппарат:Dinamica			14–33 кВт		
Печать					
Печатная машина типа UNICA, Reggiani	2 м^3/ч		65–112 кВт (уст.)	Сжатый воздух — 1,8 Нм^3/мин	120 м^3/ч
Мойки шаблонов и ракли			Насос 12 кВт		
Зрельник «MINIVAPO 80»	–		2–4 кВт·ч (100 °С) 130–160 кВт.ч (140 °С — 180 °С)	550–690 кг/ч (100 °С) 650–750 кг/ч (140 °С — 180 °С)	–
Сухая отделка					
Сушильно-ширильная стабилизационная машина ирм“Брюкнер” и “Монфортс	0,02–0,26 м^3/ч		35 кВт/ч	1000–1150 кг/ч	113 м^3/ч 187 м^3/ч (пуск)
Ворсовально-стригальные машины	–		28,4–35,4 кВт (уст.)	–	–
Мерильно-браковочная машина	–		0,6 кВт/ч	–	–

Приведенное оборудование для крашения и печати флисовых тканей является современным и в настоящее время весьма привлекательным. В качестве теплоносителя в печатных и сушильно-ширильных машинах используется природный газ — наиболее экологически чистый вид энергетического топлива, в т. ч. и по выделению оксидов

азота в процессе горения. В продуктах сгорания отсутствуют зола, копоть и такие канцерогены, как бензопирен.

Газовый обогрев имеет следующую выгоду: весьма умеренное потребление газа; значительное снижение издержек производства, связанных с прогревом машины (для подъема температуры до 200 °С надо примерно 15 мин); значительное повышение точности регулировки температуры в сушильной камере (отклонение ± 2,0 °С); независимость от центрального источника пара (паровая котельная); широкий диапазон регулируемых температур (90 °С — 240 °С).

В красильных машинах нового поколения предусмотрена система отсасывания загрязненного воздуха. Принципом системы отсасывания является расположение отверстий для отсасывания вне области нахождения ткани, а именно: в изоляционных плитах у воздуховода. Воздух отсасывается из каждой секции сушильной камеры. Кроме того, все отсасывающие воздухопроводы изготовлены из оцинкованной, профилированной листовой стали таким образом, чтобы предотвратить явление резонанса и снизить уровень шума при отсасывании воздуха.

В этой же машине для подготовки красильных растворов предусмотрен специальный бак MST, который оснащен вертикальным главным насосом и системой быстрого слива красильных растворов. Использование этой опции дает возможность значительного сокращения времени заливки растворов в оборудование и при нагреве воды, в результате достигаются экономические выгоды.

Ворсовальная машина с одиночным барабаном снабжена системой ESS (Система сбережения энергии). Низкое энергопотребление вызвано благодаря инновационному совмещению различных технологий. Mario Crosta изобрела специальную систему сокращения потребления энергии во время производственного процесса. Основываясь на потреблении энергии двигателями ворсования, потребление энергии было значительно сокращено (до 60 %) по сравнению со стандартной системой привода двигателя.

Калькуляция на обработку ткани на одном из отделочных предприятий показала, что третья часть затрат приходится на тепло-, водо- и энергоресурсы (см. таблицу 3.26).

Таблица 3.26 — Затраты на обработку тканей, в руб/100 м

Наименование статей	Подготовка под крашение	Термофиксационный способ крашения	Кубовое крашение
Вспомогательные материалы	2289	3408	4391
Основная з/плата	163	163	163
Дополнительная з./плата	16	16	16
Начисления на з/плату	6,3	6,3	6,3
Пар технологический	430,5	430,5	430,5
ОПР, в т.ч.	673	673	673
Двигательная энергия на техн.	139	139	139
Вода на техническая	208	208	208
Внепроизводственные расходы	19,4	19,4	19,4
Итого обработка	3597,9	4717,9	5699,9

Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий

Переход на принципы НДТ и внедрение современных технологий в промышленном секторе Российской Федерации является необходимым условием создания в стране условий по обеспечению технологического лидерства российской промышленности, модернизации традиционных и формированию высокотехнологичных отраслей производства и расширения позиций на мировых рынках продукции.

В настоящее время нормативно-правовое поле в области перехода на государственное регулирование на основе НДТ представлено Федеральным законом № 7-ФЗ [12], рядом правительственных постановлений и распоряжений [8], [13], [14], [15], [16], а также комплексом национальных стандартов серии «Наилучшие доступные технологии» [3], [4], [5].

В соответствии с определением, приведенным в статье 1 Федерального закона № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды», наилучшая доступная технология — технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения [12]. Это определение идентично определению, сформулированному в Директиве 2010/75/ЕС о промышленных эмиссиях — основном законодательном документе ЕС, устанавливающем обязательность применения НДТ для отраслей экономики, отнесенным к основным загрязнителям окружающей среды и характеризующимся значительным потреблением сырьевых и энергетических ресурсов при производстве [17].

Понятие «технологии» относится как к используемым технологиям производства, так и к способам проектирования, создания, обслуживания, управления, эксплуатации и вывода предприятий из эксплуатации.

Доступные технологии — это технологии, разработанные в масштабах, позволяющих их внедрить в соответствующей отрасли промышленности экономически и технически осуществимым способом с учетом соответствующих материальных затрат и выгод.

Наилучшие технологии — это технологии, позволяющие наиболее эффективным способом достичь общего высокого уровня защиты окружающей среды в целом.

Таким образом, опыт применения НДТ в ЕС непосредственно связан с внедрением в странах — членах Европейского союза системы комплексных природоохранных разрешений для ключевых предприятий — загрязнителей окружающей среды. При этом в Директиве 2010/75/ЕС речь идет о технологии в наиболее широком ее смысле — технологии как совокупности методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы, сырья, материалов, применяемых в процессе производства для получения готовой продукции [17].

В некоторых случаях упоминают НДТ, имея в виду новейшие решения, направленные на защиту одного из компонентов окружающей среды или на решение конкретной проблемы. Это связано с историей вопроса и эволюцией понятия НДТ, а также с тем, что привлекательность идеи внедрения НДТ, призванных обеспечить высокий уровень защиты окружающей среды и экологической безопасности, распространяется

на самые разные отрасли экономики, включая жилищно-коммунальное хозяйство, городское хозяйство, электросети, тепловые сети и т. п.

Для понимания концепции НДТ в целом и направлений ее практического применения в Российской Федерации целесообразно привести перечень критериев, в соответствии с которыми следует оценивать, является ли данная технология НДТ. К числу таких основных, но не исчерпывающих относятся:

- рациональное потребление сырья, материалов и воды (ресурсосбережение);
- обеспечение высокой энергоэффективности;
- применение малоотходных или безотходных процессов;
- характер и уровень негативного воздействия на окружающую среду и возможность снижения удельных значений эмиссий, связанных с процессом;
- использование в технологических процессах веществ, которые в наименьшей степени опасны для человека и окружающей среды, и отказ от использования особо опасных веществ;
- снижение вероятности аварий и инцидентов, связанных с производством;
- возможность регенерации и повторного использования (рециклинга) веществ, применяемых в технологических процессах, в том числе в составе образующихся отходов;
- свидетельства предыдущего успешного применения в промышленных масштабах сопоставимых процессов, установок, оборудования, методов управления;
- сроки ввода в эксплуатацию для новых и существующих установок;
- экономическая приемлемость для отрасли экономики.

В настоящее время при определении НДТ все большее внимание уделяется системам менеджмента. Так, предприятиям практически всех отраслей экономики настоятельно рекомендовано разрабатывать и внедрять системы экологического менеджмента, а также системы энергетического менеджмента, позволяющие учесть приоритеты охраны окружающей среды и повышения энергоэффективности при планировании и осуществлении деятельности хозяйствующих субъектов.

Изменения, внесенные в Федеральный закон № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды» Федеральным законом от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ [12], определяют правовую основу для широкого практического применения в Российской Федерации НДТ и комплексных экологических разрешений.

Для реализации требований Федерального закона № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. в области НДТ необходимо разработать различные нормативные документы, информационно-технические справочники, документы по стандартизации и пр. При этом целесообразно наиболее полно учесть отечественный и международный опыт, накопленный промышленными предприятиями и другими субъектами экономической деятельности.

Определение НДТ в области применения настоящего справочника проводилось на основании Правил определения технологии в качестве НДТ, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по НДТ, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458 [13] и с учетом методических рекомендаций по определению технологии в качестве НДТ, утвержденных приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 665.

При определении технологии, в том числе технологического оборудования, в качестве НДТ учитывались следующие критерии, установленные действующим законодательством Российской Федерации [12]:

- наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции (товара) либо соответствие другим показателям воздействия на окружающую среду, предусмотренным международными договорами Российской Федерации;
- экономическая эффективность внедрения и эксплуатации;
- применение ресурсо- и энергосберегающих методов;
- период внедрения;
- промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов на двух и более объектах в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

На основании указанных Правил определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии [13] и Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии [18] при разработке настоящего справочника НДТ были определены НДТ в следующих производствах, сопряженных с влажностными операциями и обработками волокон, полуфабрикатов (ровницы, ленты, пряжи), тканей, трикотажных полотен и текстильных изделий:

- первичная обработка шерсти;
- первичная обработка шелка;
- первичная обработка льна и котонизация;
- подготовительное производство льняной и льносодержащей ровницы к прядению;
- ватное производство;
- подготовительное и красильное производство нитей и пряжи;
- отделочное производство хлопчатобумажных тканей;
- отделочное производство шелковых тканей;
- отделочное производство льносодержащих тканей;
- подготовительное и красильное производство химических и шерстяных волокон в массе;
- отделочное производство шерстяных камвольных тканей (ОПШрК);
- отделочное производство шерстяных суконных тканей (ОПШрСТ);
- унифицированное отделочное производство тканей различного сырьевого состава;
- отделочное производство трикотажных полотен;
- отделочное производство текстильных изделий.

Технологические показатели в производстве отбеленных, гладкокрашенных, набивных тканей и трикотажных полотен различного сырьевого состава, а также тканей и трикотажных полотен, выработанных на основе отбеленных и окрашенных природных и химических волокон и нитей, а также технологий беления, колорирования (печатания и крашения) и заключительной отделки текстильных изделий, которые определены в качестве НДТ, представлены в разделе 5, а в приложениях В и Г приведены основные технические, экологические и иные показатели технологических процессов, соответствующих критериям НДТ при производстве текстильных изделий. Отнесение технологий к НДТ регулируется приказом Министерства промышленности и торговли

Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 665 «Об утверждении Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии» (далее — Методические рекомендации).

4.1 Технологии, рассматриваемые при определении наилучших доступных технологий при отделке текстильных материалов

Технологии, рассматриваемые при определении НДТ, при производстве текстильных материалов, позволяющие сократить потребление сырья, воды, энергии, снизить эмиссии в окружающую среду и образование отходов, приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 — Перечень технологий, относящихся к НДТ, при производстве текстильных материалов

Технология	Описание	Применяемость
Технологии валки-фулеровки и промывки шерстяных и шерстьсодержащих тканей	4.1	Широко применяется
Технология карбонизации шерстяного волокна в массе и шерстяных материалов	4.2	Широко применяется
Технология щелочной и окислительной варки льняной ровницы на оборудовании периодического действия для мокрого прядения	4.3	Широко применяется на льнокомбинатах
Технология ферментативной расшлихтовки целлюлозных и смесовых целлюлозосодержащих тканей врасправку	4.4	Широко применяется
Технология щелочной отварки и пероксидного беления расправленным полотном, предусматривающая промежуточную кисловочную обработку	4.5	Широко применяется
Технология щелочной отварки и пероксидного беления расправленным полотном без промежуточного кислования для хлопчатобумажных, полульняных и смесовых целлюлозосодержащих тканей с вложением химических волокон не более 50 %	4.6	Применяется
Технология биоотварки и пероксидного беления тканей на основе целлюлозы	4.7	Применяется
Совмещение процессов отварки с горячей мерсеризацией хлопчатобумажных и смешанных тканей по непрерывной плюсовочно-запарной технологии	4.8	Применяется для ограниченного ассортимента под крашение
Технология непрерывного, полунепрерывного и периодического одностадийного пероксидного беления хлопчатобумажных и смешанных тканей и трикотажных полотен	4.9	Применяется

Технология	Описание	Применяемость
Технология непрерывной расшлихтовки и двухстадийного пероксидного беления льняных и льносодержащих тканей с заключительным кислованием	4.10	Широко применяется
Технология маломодульного нанесения рабочих растворов на текстильные материалы	4.11	Применяется
Крашение хлопчатобумажных тканей активными красителями в аппаратах периодического действия	4.12	Применяется
«Холодное» крашение активными красителями по плюсовочно-накатной технологии расправленным полотном	4.13	Применяется редко
Система автоматического дозирования химреактивов и красителей в технологиях отделки тканей	4.14	Применяется на новых предприятиях
Крашение целлюлозных материалов (пряжи, льняных, хлопчатобумажных тканей и изделий) кубовыми красителями в аппаратах периодического действия	4.15	Применяется на новых и существующих предприятиях
Использование высокотемпературного метода крашения полиэфирных текстильных материалов дисперсными красителями на оборудовании периодического действия	4.16	Применяется на новых и существующих предприятиях
Технология крашения ПА пряжи, нитей и трикотажных полотен в аппаратах периодического действия дисперсными красителями	4.17	Широко применяется
Технология крашения шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи, ткани, сукна кислотными металлокомплексными (1:2) красителями	4.18	Широко применяется
Технология крашения целлюлозных материалов, шелка, шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи активными красителями с высокой степенью фиксации	4.19	Широко применяется
Технология крашения смесовых шерсть-полиэфирных материалов с применением активных и дисперсных красителей	4.20	Применяется
Колорирование текстильных материалов и трикотажных полотен (целлюлозных, шерстяных, шелковых) активными красителями	4.21	Применяется на новых и существующих предприятиях
Печать текстильных материалов (целлюлозных, шерстяных, шелковых) пигментами на машинах с сетчатыми шаблонами	4.22	Применяется на новых и существующих предприятиях

Окончание таблицы 4.1

Технология	Описание	Применяемость
Сублимационная переводная печать по синтетическим тканям дисперсными красителями	4.23	Применяется на новых и существующих предприятиях
Цифровая прямая печать текстильных материалов пигментами на принтерах	4.24	Применяется на новых и существующих предприятиях
Технология заключительной отделки текстильных материалов с помощью малоформальдегидных и бесформальдегидных отделочных препаратов	4.25	Применяется
Технология заключительной отделки текстильных материалов на основе акриловых и полиуретановых препаратов нового поколения	4.26	Применяется

4.2 Технологии валки-фулеровки и промывки шерстяных и шерстьсодержащих тканей

Целью промывки камвольной и суконной ткани является удаление из шерстяных тканей загрязнений различного рода, в том числе остатков природного шерстяного жира и минеральных загрязнений, замасливателей и других компонентов, применяемых в прядении, а также природных продуктов и химических препаратов, наносимых на пряжу в процессе ее подготовки к ткачеству (при шлихтовании или эмульсировании). От качества промывки зависит гриф ткани и качество товара в целом. Кроме того, промывка снижает все напряжения, возникающие как вследствие кручения пряжи и нитей, так и в процессе ткачества.

При промывке шерстяных камвольных тканей различного сырьевого состава, осуществляемых в жгуте, происходит дополнительная механическая проработка ткани с целью придания ей характерного «шерстяного» туше.

Типовой режим промывки-валки (валки-фулеровки) для камвольных и суконных шерстяных и шерстьсодержащих тканей с вложением шерстяного волокна более 50 % осуществляется на оборудовании периодического действия или на линиях обработки в жгуте. Состав валочного раствора включает соду кальцинированную и ПАВ или мыльно-содовый раствор. Скорость обработки — от 15 до 30 м/мин. Промывка после валки проводится в трех ваннах теплой водой 45 °С — 50 °С. Продолжительность процесса — 2–4 ч.

Для промывки шерстяных и шерстьсодержащих тканей применяются моющие вещества неионогенные или смеси неионогенных с анионактивными ПАВ. Концентрация моющего препарата в маточных и рабочих растворах поддерживается в зависимости от активной и моющей способности продукта.

В машинах предусмотрена автоматическая подача воды, растворов, регулирование давления, температуры и продолжительности обработки. Однако промывка ткани на машинах периодического действия имеет ряд недостатков: она длительна, требует затраты ручного труда и малопроизводительна.

Более прогрессивен метод непрерывной промывки ткани, так как сокращается внутрифабричный транспорт, повышается съем продукции с единицы производственной площади более чем в 1,5 раза, уменьшается расход пара и электроэнергии более чем в 2 раза, повышается производительность труда и улучшается качество продукции при снижении себестоимости обработки.

Промывка шерстяной и шерстьсодержащей ткани на линии расправленным полотном, например «Бене» (Франция), заключается в промывке-заварке ткани в ваннах при температуре не менее 90 °С (1–5-я секции) и при температуре не менее 60 °С (6–7-я секции). Скорость движения ткани — 26 м/мин. Слив ванны — 1 раз в смену. Продолжительность обработки — 3 мин. Технологическая усадка ткани — до +1,5 %. Давление в жале валов — 2–4 кгс/см. При проведении операции «кисловка» на линии фирмы «Бене» необходимо поддерживать pH = 4,5–5 в седьмой секции.

Для чистошерстяных тканей используется режим промывки-заварки, заключающийся в пропитке ткани горячей водой при 60 °С, обработке ткани паром в автоклаве при 110 °С — 115 °С и охлаждении ткани холодной водой 20 °С — 25 °С. Длительность заварки не превышает 40 с.

4.3 Технология карбонизации шерстяного волокна в массе и шерстяных материалов

Типовой режим карбонизации шерстяного волокна, пряжи или шерстяных тканей, а также тканей с вложением шерстяного волокна более 70 % в сочетании с полиэфирным волокном, а также костюмных полушерстяных тканей с вложением шерстяного волокна до 40 % и до 33 % полиэфирного волокна и до 35 % вискозного волокна заключается в загрузке кип (или иных носителей) в перфорированную корзину, замочке в растворе, содержащем раствор H_2SO_4 (4 % — 6 % от массы материала) и смачиватель — 1,5 г/л. Время обработки (выдерживания в растворе) — 15–20 мин, далее следует отжим на центрифуге до влажности 50 % — 55 % и сушка-выжиг растительных примесей. Выжиг тканей осуществляется в 3-секционной машине. В первой секции проходит предварительная сушка при температуре 65 °С — 80 °С (не ниже 60 °С) в течение 45 мин. Далее следует термообработка для выжига при температуре 105 °С — 110 °С в течение 15 мин и охлаждение. В третьей секции при 70 °С и длительности 10 мин проходит сушка до влажности 1 % — 2 %. Далее следует дробление и трепание (или встряхивание).

Технология карбонизации чистошерстяной пальтовой ткани заключается в пропитке раствором серной кислоты концентрацией 40–50 г/л в присутствии ПАВ 0–1 г/л. Затем происходит удаление из ткани избытка раствора, ткань быстро высушивается при 110 °С — 135 °С и далее проходит зону выжигания при 135 °С — 150 °С и встряхивается. Процесс нейтрализации включает в себя стадии промывки водой, собственно нейтрализацию серной кислоты щелочными реагентами (кальцинированной содой или раствором аммиака) и окончательную промывку водой для удаления продуктов реакции нейтрализации: 1-, 2-, 3-я ванны — проточная вода 18 °С — 20 °С, 4-, 5-, 6-я ванны — кальцинированная сода (2 г/л) или раствор аммиака 25%-ный (11–12 г/л) 18 °С — 20 °С, 7-, 8-, 9-я ванны — проточная вода 18 °С — 20 °С.

4.4 Технология щелочной и окислительной варки льняной ровницы на оборудовании периодического действия для мокрого прядения

Технологии щелочной варки и окислительной варки льняной ровницы являются весьма значимыми для отечественной текстильной промышленности, поскольку обеспечивают получение материалов с уникальными потребительскими качествами и способствуют развитию технологий переработки льняного волокна, являющегося единственным натуральным волокном растительного происхождения, произрастающим на территории РФ. Таким образом, эти технологии экологически оправданы с точки зрения развития технологий переработки натурального сырья, а также получения тканей, не требующих интенсивной отделки и беления с хлорсодержащими реагентами (ткани с цветными нитями, ткани на основе вареной ровницы и ровницы окислительной варки).

По данным технологиям получают полупродукты: вареную и полубелую ровницу, которые прядут по мокрой технологии прядения (вытяжке). По технологии щелочной отварки получают ровницу серебристо-серого цвета. По технологии окислительной варки получается отбеленная ровница. После химической обработки мокрая (влажная) ровница поступает на прядение.

Обработка ровницы производится на специальных перфорированных катушках в аппаратах ОБ-500Л, или АКД, или АКДС, или иных аппаратах котлового типа. Плотность намотки ровницы на перфорированные катушки различных марок составляет 0,36–0,375 г/см^3. Масса партии ровницы зависит от типа применяемых катушек.

Особенности технологических процессов отварки ровницы из волокна промышленных способов приготовления заключаются в том, что волокно, получаемое промышленными способами (моченцовое, паренцовое, луб), отличается по своему химическому составу от стланцевого. Как правило, эти волокна по сравнению со стланцевым волокном содержат меньшее количество целлюлозы.

При варке льняной ровницы концентрация щелочи за счет кальцинированной соды составляет 10–11,5 г/л (в пересчете на едкий натр), а для ровницы из очеса — на уровне 6,5–7 г/л. Потеря массы ровницы при такой обработке составляет около от 12 % до 17 %, для исключения высоких потерь необходимо обеспечивать достаточную промывку после обработки (см. таблицы 4.2–4.4).

Ровница загружается в варочный раствор при 30 °С — 40 °С. Продолжительность обработки ровницы устанавливается в зависимости от степени его огрубения.

Таблица 4.2 — Типовой технологический процесс щелочной варки ровницы

Процесс обработки, состав раствора и параметры	Единица измерения	Стланцевое волокно				Моченцовое волокно	
		Чесаный лен	Очес	Очес с 12 % вискозного волокна	Короткое	Чесаный лен	Очес
Щелочная варка: - кальцинированная сода - бисульфит натрия	г/л г/л	25,0–26,0 0,9–1,0	12,5–13,5 0,9–1,0	9,0–9,5 0,9–1,0	9,0–9,5 0,9–1,0	28,0–30,0 0,9–1,0	17,5–18,5 0,9–1,0

Таблица 4.3 — Технологические процессы варки ровницы

Процесс обработки, состав раствора и параметры	Единица измерения	Стланцевое волокно				Моченцовое волокно	
		Чесаный лен	Очес	Очес с 12 % вискозного волокна	Короткое	Чесаный лен	Очес
Силикат натрия	г/л	0,9–1,0	0,9–1,0	0,9–1,0	0,9–1,0	0,9–1,0	0,9–1,0
Смачиватель	г/л	0,25–0,35	0,25–0,35	0,25–0,35	0,25–0,35	0,25–0,35	0,25–0,35
Щелочность в пересчете на едкий натр	г/л	9,7–10,0	4,8–5,0	3,4–3,7	3,2–3,5	11,2–11,5	6,9–7,2
Продолжительность обработки:							
- подогрев до 98 °С — 100 °С	мин	30–40	30–40	30–40	30–40	30–40	30–40
- обработка при 98 °С — 100 °С	мин	150	120	120	120	150	150
Промывка:							
- горячей водой при 65 °С — 70 °С	мин	20	20	20	20	20	20
- с триполифосфатом 1 раз	г/л	0,5–1,0	0,5–1,0	0,5–0,7	0,5–1,0	0,5–1,0	0,5–1,0
- горячей водой при 65 °С — 70 °С 2 раза	мин	10	10	10	10	10	10
- холодной водой при 10 °С — 20 °С	мин	10	10	10	10	10	10

Процесс обработки, состав раствора и параметры	Единица измерения	Стланцевое волокно				Моченцовое волокно	
		Чесаный лен	Очес	Очес с 12 % вискозного волокна	Короткое	Чесаный лен	Очес
Кислование уксусной кислотой Температура, °С Время обработки Промывка холодной водой при 10–20 °С	г/л °С мин мин	1,1–1,2 25–30 30 10	1,1–1,2 25–30 30 10	1,1–1,2 25–30 30 10	1,1–1,2 25–30 30 10	1,1–1,2 25–30 30 10	1,1-,2 25–30 30 10

Технологические процессы беления ровницы способом окислительной варки, так же как и щелочной варки, проводятся на оборудовании периодического действия (котлы). В составе варочного раствора основными веществами являются: перекись водорода и соединения, создающие необходимую щелочность (кальцинированная сода и силикат натрия). Их концентрация выбирается с учетом вида льняного волокна и способа его получения. Гидроксид натрия для создания щелочности практически не используется из-за возможности котонизации комплексного льноволокна.

Процесс окислительной варки начинают с обработки раствором H_2SO_4 (1,4–1,7 г/л) с добавлением малопенящегося смачивателя 0,25–0,3 г/л при температуре 35 °С — 40 °С в течение 20–25 мин. Такая обработка прекращает жизнедеятельность микрофлоры и способствует удалению ионов железа и других металлов, что обеспечивает устойчивость щелочно-перекисного раствора при окислительной варке.

Нейтрализация остатков кислоты проводится раствором щелочи до остаточной концентрации NaOH 0,1–0,2 г/л.

Окислительная варка проводится в щелочно-перекисном растворе, содержащем следующие компоненты: H_2O_2, силикат Na, кальцинированная сода, триполифосфат натрия (ТФН), сернокислый магний. Обработка начинается с температуры 30 °С — 40 °С, ванна разогревается до кипячения за 40–50 мин. Обработка при температуре 95 °С — 98 °С проводится в течение 60–80 мин. После этого проводится промывка ровницы со спуском обработочного раствора в канализацию. Промывка осуществляется дважды горячей водой с полным заполнением аппарата и циркуляцией воды через толщу паковок ровницы в течение 10 мин. После этого ровница обрабатывается раствором уксусной кислоты концентрацией 0,7–0,8 г/л (для нейтрализации остатков щелочи) и окончательно промывается холодной водой.

В состав раствора вводят 0,3–0,4 г/л триполифосфата для умягчения воды, с тем чтобы предотвратить образование осадков, солей жесткости на поверхности текстильного материала.

Таблица 4.4 — Технологические процессы беления ровницы способом окислительной варки

Показатель	Единица измерения	Стланцевое волокно			Моченцовое волокно	
		Чесаный лен	Очес	Короткое	Чесаный лен	Очес
Предварительное кислование						
Серная кислота	г/л	1,5–2,0	1,5–2,0	1,5–2,0	1,5–2,0	1,5–2,0
Смачиватель	г/л	0,25–0,35	0,25–0,35	0,25–0,35	0,25–0,35	0,25–0,35
Температура раствора	°С	30–35	30–35	30–35	30–35	30–35
Продолжительность обработки	мин	25	25	25	25	25
Нейтрализация раствора после кислования						
Каустическая сода (после нейтрализации)	г/л	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2
Продолжительность обработки	мин	10	10	10	10	10
Окислительная варка (после слива нейтрализованного раствора)						
Сернокислый магний	г/л	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2
Триполифосфат натрия	г/л	0,3–0,5	0,3–0,5	0,3–0,5	0,3–0,5	0,3–0,5
Кальцинированная сода	г/л	20–25	8,5–9,5	4,8–5,0	18–20 4,0–4,2	12,0–13,0 12,5–13
Силикат натрия	г/л	12–13	9–10	10–11	1,65–1,70	
Каустическая сода	г/л	1,45–1,50	1,30–1,35	1,40–1,50	6,5–6,7	1,55–1,60
Перекись водорода (на активный кислород)	г/л	9,2–9,5	4,7–5,0	3,4–3,5		6,2–6,5
Щелочность (в пересчете на едкий натр)	г/л					

4.5 Технология ферментативной расшлихтовки целлюлозных и смесовых целлюлозосодержащих тканей врасправку

Ферментативную расшлихтовку с применением амилаз используют для расшлихтовки тканей различного сырьевого состава, ошлихтованных крахмальной шлих-

той. Степень расшлихтовки контролируется по методу Тежева. После ферментативной расшлихтовки степень удаления шлихты соответствует не менее 7–9 баллам. Для отделочных производств РФ наиболее рациональным является использование ферментов амилолитической активности, способных катализировать реакцию гидролиза крахмала шлихты при температуре от 20 °С — до 60 °С.

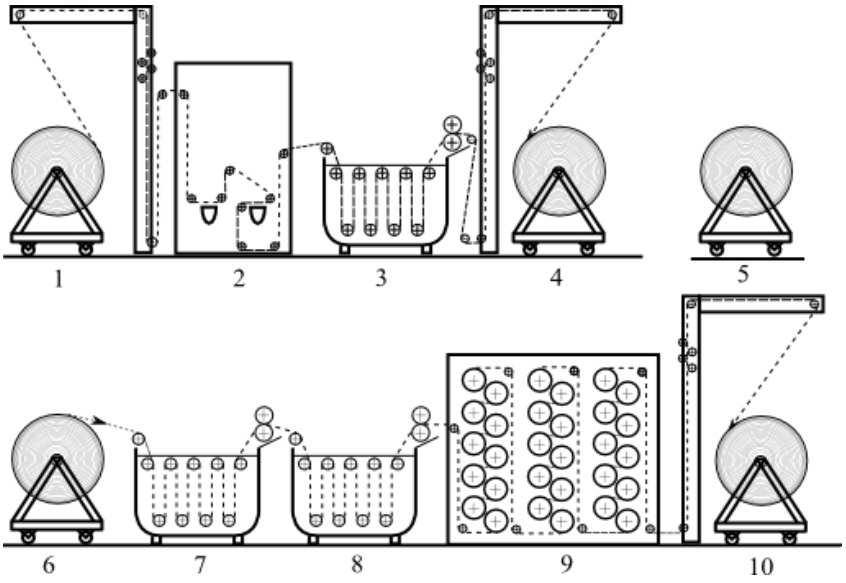
Ферментативную расшлихтовку для малых партий тканей можно проводить на оборудовании навойного типа или джиггерах. Оптимальная температура для обработки составляет 40 °С — 60 °С. После обработки ткани в течение 30–40 мин (или 3–4 прохода по 10–15 мин для джиггеров) следует промывка теплой водой 30 С — 60 °С (1 проход) и холодной водой (0–1 проход).

Для предприятий мощности более 200 тыс. м/сут предпочтительны непрерывные технологии. При работе по непрерывной плюсовочно-накатной технологии пропитку ферментным раствором можно проводить на пропитывающих системах, в том числе совмещенных с газоопалкой.

Температура пропитки соответствует оптимальной температуре для проявления каталитической активности, предпочтительно 40 °С — 50 °С. После пропитки суровой ткани раствором амилаз (0,5–2 г/л) необходим отжим до 100 % — 110 % остаточной влажности и далее намотка в рулон с обертыванием полиэтиленовой пленкой и вылеживанием пропитанной ткани в 1–1,5 ч. Необходимо обеспечивать вращение ролика со скоростью от 5 до 12 об./мин. После выдерживания следует промывка теплой водой в одной, двух или трех машинах при температуре от 20 °С — 60 °С в зависимости от поверхностной плотности ткани и комплектации линии.

Для тканей, выработанных на основе вареной льняной ровницы и пряжи, тканей, выработанных из цветной пряжи (пестротканей), котонинсодержащих смесовых тканей и вискозных штапельных тканей данная операция может быть самостоятельной.

На рисунке 4.1 приведена технологическая схема подготовки целлюлозосодержащих тканей по схеме «опаливавание — ферментативная расшлихтовка — сушка».



1, 10 — рулонораскатная/накатная машина; 2 — газоопаливающая машина; 3, 7, 8 — промывные ванны; 4 — станция вылеживания; 9 — сушильная барабанная машина

Рисунок 4.1 — Технологическая схема подготовки целлюлозосодержащих тканей по схеме «опаливавание — ферментативная расшлихтовка — сушка»

Для хлопчатобумажных материалов, таких как бязь, вафельные полотенечные ткани, фланель, сатин, поплин и др., следует щелочная отварка и пероксидное беление. Для смесовых хлопкополиэфирных тканей, хлопчатобумажных тканей типа миткали и бязи возможно проведение одностадийного пероксидного беления.

Для льняных и полульняных тканей после ферментативной расшлихтовки требуется промывка в первой ванне раствором щавелевой кислоты концентрацией 1–5 г/л и далее в ванне с теплой водой не менее 60 °С и ванне с холодной водой. Возможно совмещение процесса ферментативной расшлихтовки и кислования при условии использования кислых амилаз. При этом pH раствора должно соответствовать pH, оптимальной для проявления каталитической активности фермента. Концентрация щавелевой кислоты соответствует 1–3 г/л.

Для льняных и полульняных тканей, имеющих в составе полубелую льняную пряжу, далее проводится перекисное беление в две стадии на оборудовании рулоно-перемоточного типа (джиггерах) или линиях беления по плюсовочно-запарной технологии с запариванием при температуре 85 °С — 90 °С. Белящий раствор содержит реагенты как при окислительной варке: перекись водорода (в пересчете на 100 %) — 1,5–2 г/л, силикат или метасиликат натрия — 3–4 г/л, каустическая сода — 3–4 г/л или гидроксид натрия — 1–2 г/л, общая щелочность — на уровне 4–4,5 г/л, мочевина — 0–5 г/л, ПАВ — 0,5 г/л.

Пропитка осуществляется при температуре 40 °С. После отжима до 100 % остаточной влажности следует вылеживание в запарной камере 20–40 мин в зависимости от поверхностной плотности ткани и состава (для льняной ткани — 30–40 мин, для полульняной — 20–30 мин). После промывки в двух-трех машинах следует повтор операции, а для льняных тканей — пропитка щелочно-перекисным раствором с повышенной

концентрацией перекиси водорода (от 4 до 5,5 г/л) и запаривание при температуре 85 °С — 95 °С в течение 20–40 мин.

В завершение процесса следует промывка горячей и холодной водой в трех машинах до нейтрализации среды и сушка на сушильно-ширильной машине. Рекомендуется использование оборудования с системой гидротекс (промывка горячей водой противотоком).

Использование ферментативной расшлихтовки перед щелочной отваркой и перекисным белением позволяет на 25 % снизить концентрации реагентов в варочных и белящих растворах, сократить длительность запаривания в процессах отварки и беления на 5 % — 10 %.

В таблице 4.5 приведен технологический режим беления вискозно-штапельных и хлопкосиблоновых тканей на машинах рулонно-перемоточного типа.

Таблица 4.5 — Технологический режим беления вискозно-штапельных и хлопкосиблоновых тканей на машинах рулоноперемоточного типа

Название операции	Действующий режим	Подготовка с ферментами
Пропитка холодной водой, замачивание при температуре, °С	20–25	–
Пропитка раствором амилаз: - концентрация, г/л; - температура, °С	 – –	 1,0 35–40
Выдерживание в рулоне, в камере: - время, мин - температура, °С	 Два прохода по 10–15 мин 20–25	
Промывка: - горячей водой, °С - холодной водой, °С	 60–70 20–25	 60–70 20–25
Пропитка раствором, г/л - перекись водорода (100 %) - едкий натр - силикат натрия - мочевина - смачиватель	 4,5–5,0 1,8–2,0 8–10 5 1	 3,5–4,0 1,6–2,0 8–10 5 1
Запаривание T = 100 °С	60	20–30
Промывка: - горячей водой, °С - холодной водой, °С	 60–70 20–25	 60–70 20–25
Сушка на сушильных барабанах		

Для подготовки вискозных штапельных тканей и тканей бязевого ассортимента под грунтовую печать или крашение в темные цвета с целью придания им гидрофильности, мягкости операция ферментной расшлихтовки является достаточной.

Актуальность внедрения в производство ферментативной расшлихтовки для льняных тканей обусловлена проблемами, связанными с выбраковкой экспортируемой

ткани, содержащей остаточную шлихту. Более полное удаление крахмальной шлихты при минимальном воздействии на целлюлозу волокна уже на первых этапах подготовки обеспечивает повышение сорбционной восприимчивости и реакционной способности ткани по отношению к белящим реагентам и как результат — качественную подготовку ткани.

Для тканей с исходной белизной менее 60 %, высоким содержанием сопутствующих примесей и повышенной поверхностной плотностью рекомендуется обработка составом, включающим низкотемпературную кислотоустойчивую амилазу (например, Аквазим, Амилоризин, Амилаза НТ) и щавелевую кислоту (0,5–0,8 г/л), pH раствора должен находиться в пределах 5–6 ед.

Оптимальными условиями можно считать пропитку ткани при температуре 30 °С — 50 °С и вылеживание в ямах или выдерживание в рулоне в течение 45–60 мин. Возможны различные варианты построения технологического режима подготовки льняных тканей с предварительной ферментативной расшлихтовкой (см. таблицу 4.6).

Таблица 4.6 — Варианты построения технологии беления с предварительной ферментативной расшлихтовкой

№	1-я стадия	2-я стадия	3-я стадия	4-я стадия
1	Ферментативная расшлихтовка	Промывка щавелевой кислотой, 60 °С	Пероксидное беление, 85 °С — 95 °С, 20–30 мин	Пероксидное беление, 85 °С — 95 °С, 20–30 мин
2	Ферментативная расшлихтовка	Пероксидное беление, 85 °С — 95 °С	Пероксидное беление, 85 °С — 95 °С	Кислование
3	Ферментативная расшлихтовка	Гипохлоритное беление, 20 °С	Пероксидное беление, 85 °С — 95 °С	Кислование

4.6 Технология щелочной отварки и пероксидного беления расправленным полотном, предусматривающая промежуточную кисловочную обработку

Технология двухстадийного щелочно-перекисного беления (отварка, беление) с промежуточным кислованием и промывками предназначена для широкого ассортимента хлопчатобумажных (марля, миткаль, бязь, полотенечные ткани, тики, сатины, двунитки и др.) и смесовых тканей с вложением хлопка более 50 %, а также для котонинсодержащих тканей. Цель такой подготовки — обеспечить материалу требуемую белизну (более 80 % — 82 %) и капиллярные свойства (более 100–120 мм/ч) с сохранением показателей разрывной нагрузки и показателя вязкости медно-аммиачных растворов не менее 2.

Технология обеспечивает качественную подготовку тканей с ошлихтованной основой различной шлихтой и предназначена для последующего печатания или крашения любыми красителями или выпуска в отбеленном виде. Технология может быть реализована на оборудовании навойного типа, полунепрерывного действия или в эжекторах или отбельных линиях для обработки расправленным полотном (ЛОБ, Вакаяма).

Наиболее оптимальна технология для линии непрерывного беления. На первом этапе проводят комплектование суровой ткани в партии: раскладка и клеймение, сшив-

ка ткани в партии. Далее идет двухстороннее или одностороннее опаливание ткани на газоопальной машине при скорости 80–120 м/мин. Для тканей экономкласса возможно исключение стадии опаливания. При этом необходимо оснащение печатных машин пухоочистительными валами. Отварка и беление на отбельной линии проводятся следующим образом:

- промывка ткани в 0–2 промывных ваннах при температуре воды 40 °С — 70 °С;
- пропитка ткани щелочным раствором в 1–2 пропиточных ваннах при температуре 50 °С — 60 °С составом, г/л:
  - едкий натр (100 %) — 10–70 (в зависимости от плотности и ассортимента тканей);
  - силикат натрия *d* = 1,43–5–8;
  - ПАВ (щелочеустойчивый, малопенящийся смачиватель) — 0,2–2;
- запаривание в запарной камере при 100 °С — 102 °С в течение 20–60 мин;
- промывка в 2 ваннах промывной машины горячей водой 60 °С — 75 °С ±5 °С, холодной водой;
- пропитка ткани раствором серной кислоты 2–4 г/л в 1–2 пропиточных ваннах;
- промывка ткани холодной, проточной водой в 3-ванной промывной машине;
- пропитка ткани раствором перекиси водорода в 1–2 пропиточных ваннах при температуре раствора 40 °С — 45 °С составом, г/л:
  - пероксид водорода (100 %) — 2,5–13,0 (в зависимости от степени засоренности и плотности тканей);
  - силикат натрия *d* = 1,43–5–11;
  - едкий натр (100 %) — 0–3,0;
  - ПАВ — 0,1–1,0.

Общая щелочность по фенолфталеину — 1,3–3 г/л.

Запаривание проводят в запарной камере при 98 °С — 100 °С в течение 20–60 мин в зависимости от поверхностной плотности ткани. Промывку ткани осуществляют в 3–4-ванной промывной машине при 60 °С — 70 °С, а последняя ванна — холодная проточная вода. Сушку легкодеформируемых тканей и трикотажных полотен проводят конвективным способом, а тканей — на 2- или 3-секционной барабанной сушильной машине (от 20 до 30 барабанов). Сушка двухсторонняя, до остаточной влажности (5 % — 7 %), далее следует накатка в ролик или контактную тележку.

Ниже привден ускоренный способ отварки и беления с промежуточным кислованием для линии ЛОБ.

1. При отсутствии опаливания необходима обработка в пухоочистительной камере. Далее следует пропитка ткани в пропиточной машине МП-180 щелочным раствором, г/л:
   - едкий натр (100 %) — 36–55 (в зависимости от плотности ткани);
   - силикат натрия — 3–3.5;
   - смачиватель — 0,5–1.

Скорость обработки — от 40 до 70 м/мин (в зависимости от вида ткани), температура раствора — 65 °С — 70 °С. Отжим ткани до остаточной влажности (95 ± 5) %.

2. Запаривание в запарной машине МЗС-180.

Температура поступающего пара — 120 °С — 125 °С, температура паровой среды в зоне укладки — не ниже 100 °С, время запаривания — 30–45 мин.

3. Промывка в 4 башенных ваннах ВМБ-180 горячей водой.

Температура: 1–2-й ванн — 80 °С — 90 °С; 3–4 ванн — 70 °С — 80 °С.

4. Кисловка ткани в машине ВЦП-180.

Температура — 40 °С — 45 °С, отжим — (105 ± 5) %, концентрация серной кислоты в рабочем растворе — 2,5–3 г/л.

5. Промывка ткани в 2 башенных ваннах ВМБ-180.

Температура воды — 20 °С — 25 °С.

6. Пропитка ткани в пропиточной машине МП-180 щелочно-перекисным раствором состава, г/л:

- пероксид водорода — 4,5–6,5 (в зависимости от плотности ткани);
- едкий натр (100 %) — 1,4–1,5;
- силикат натрия — 8,0–9,0;
- смачиватель — 0,5.

Общая щелочность по фенолфталеину — (2,8 ± 0,3) г/л, отжим — (105 ± 5) %.

Отжим ткани до остаточного влагосодержания — (95 ± 5) %.

7. Запаривание ткани в запарной машине МЗС-180–1.

Температура паровой среды в зоне запаривания — 100 °С — 102 °С, температура поступающего пара — 120 °С — 125 °С, время запаривания — 25–30 мин.

8. Промывка и отжим в 3 мойных башенных ваннах ВМБ-180.

Температура воды — 60 °С — 80 °С.

9. Промывка и отжим ткани на 2-вальной плюсовке ПД-10/220.

Отжим до остаточной влажности (95 ± 5) %.

Исправление диагонального и дугового перекоса уточных нитей на установке УИП-180.

10. Сушка ткани на сушильной барабанной машине СБМ-2–3/180.

Давление пара — 2,5–4,0 кгс/см^2. Скорость движения ткани на барабанах — 70–90 м/мин.

4.7 Технология щелочной отварки и пероксидного беления расправленным полотном без промежуточного кислования для хлопчатобумажных, полульняных и смесовых целлюлозосодержащих тканей с вложением химических волокон не более 500 %

Основной принцип подготовки тканей по данному режиму аналогичен способу подготовки с промежуточным кислованием. Однако данная технология исключает стадии кислования и некоторые промывки, тем самым является более экономной и рациональной с точки зрения сокращения потребления пара и воды. Технология может быть реализована на оборудовании рулоноперемоточного типа, эжекторах и специализированных компактных двухсекционных линиях (типа «Беннингер», Германия), исключающих ванны для кислования и последующей промывки. Интенсификация технологии отварки и перекисного беления достигается за счет оснащения пропиточных ванн системой «экстракта» или «флекс-снип», системы противотока, а также усиленных отжимов.

На рисунке 4.2 приведена схема пропитывающей камеры с системой заправки роликов «петля в петле».

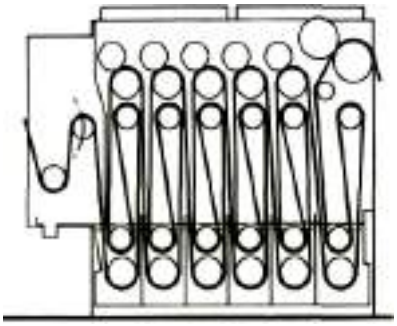


Рисунок 4.2 — Схема пропитывающей камеры с системой заправки роликов «петля в петле»

Оригинальная система движения ткани по роликам системы «экстракта» успешно применяется в промывных и пропиточных машинах, а также в запарных камерах. Она имеет ряд преимуществ по сравнению с классической проводкой ткани по роликам. Высокий эффект промывки и пропитки обеспечен за счет двукратного погружения ткани. Линия имеет малую потребность в площади, вертикальную двойную заправку материала и разделение каждой отдельной пары погруженных валиков внутри секции.

Исследователи Institute of Textile Technology in Charlotteville, Virginia, обобщили данные энергопотребления в процессах подготовки на разных предприятиях. Доказано, что наиболее энергозатратной операцией на этапе подготовки тканей является промывка, а не запаривание, так как при промывке потребляется в 2 раза больше энергии. Такой большой расход энергии при промывке объясняется большим объемом подогреваемой воды: в среднем расходуется от 2 до 4 л воды на 1 кг обрабатываемой ткани. Поэтому исключение операции кислования и последующих за ней промывок является рациональным для ограниченного ассортимента хлопчатобумажных и смесовых тканей, имеющих малую засоренность «галочкой», малую поверхностную плотность. Данный режим является достаточным для смесовых хлопкополиэфирных тканей и облегченных хлопчатобумажных тканей и котонинсодержащих, предназначенных для печатания пигментными композициями и активными красителями.

4.8 Технология биоотварки и пероксидного беления тканей на основе целлюлозы

Для хлопчатобумажных и полульняных тканей, а также льняных, полульняных, целлюлозосодержащих тканей с цветными нитями и котонинсодержащих тканей рациональными и достаточными являются двухстадийные биохимические способы подготовки, сочетающие расшлихтовку с биоотваркой и пероксидное беление. Технология может быть реализована на малогабаритных линиях беления расправленным полотном, например, где после первой запарной камеры предусмотрено только три промывные ванны и исключена возможность проведения операции кислования. Технология позволяет по сравнению с двухстадийной технологией щелочной отварки и перекисного беления более чем на 1/3 сократить расход химических веществ и расход технологической воды. Если сравнивать с одностадийной технологией беления, то в данном случае обеспечивается оптимизация и сокращение расхода химических веществ. Поскольку ферменты являются на 100 % биорасщепляемыми, дезактивируются естественным путем на стадии запаривания, высокотемпературных обработок и при pH бо-

лее 10, используются в минимальных концентрациях. Но рассматриваются априори как высокоэкологичные реагенты. Не рекомендуеся использование ферментов в сочетании с ПАВ неионогенного типа. Обладая высокой сорбционной и реакционной способностью по отношению к субстрату, введение ПАВ считается целесообразным только на стадии последующей промывки.

В состав для пропитки на стадии биоотварки входит фермент амилолитической активности и фермент, способный катализировать реакцию гидролиза пектинов (пектиназа). Процесс можно проводить на оборудовании различного типа по плюсовочно-запарной технологии с запариванием при 60 °С и на оборудовании полунепрерывного действия или эжекторах при температуре термостатирования 50 °С — 60 °С. Концентрация препаратов определяется активностью ферментов и составляет от 0,5 до 2 г/л. После биоотварки следуют три промывки: горячим раствором ПАВ (0,2–0,5 г/л, 80 °С), теплой (40 °С — 60 °С) и противотоком холодной водой. После промывки следует щелочно-перекисное беление, как в одностадийной технологии, с концентрацией пероксида водорода в рабочем растворе от 2 до 8 г/л (100 %).

Экономический эффект для предприятий при замене технологии двухстадийного щелочно-перекисного беления на биоотварку и перекисное беление составит более 200 (руб./1000 м ткани) без учета повышения качества сточных вод за счет снижения их щелочности и температуры.

В таблице 4.7 приведен примерный расчет расхода и затрат для бескисловочных двухсекционных линий.

Таблица 4.7 — Примерный расчет расхода и затрат для бескисловочных двухсекционных линий

Затраты	Расход
Электроэнергия	15,28/14,5 кВт ч
Теплоэнергия	0,24/0,20 Гкал
Горячая вода	0,13/0,11 Гкал
Всего	
В числителе дроби — показатели для режима подготовки с щелочной отваркой и кислованием, а в знаменателе — для режима с биоотваркой.	

В таблице 4.8 приведен примерный расчет расхода и затрат на химические реагенты при подготовке хлопчатобумажной бязи.

Таблица 4.8 — Примерный расчет расхода и затрат на химические реагенты при подготовке хлопчатобумажной бязи

Химическое вещество	кг/тыс. м ткани	
	Отварка, кислование, беление	Биоотварка, беление
Едкий натр	15–17	0,4–1
Пектиназа амилаза	–	0,5–2 0,5–2
ПАВ	1,0	0,25
Серная кислота	1,4	–
Перекись водорода	1,7–2	1,5–1,7

Окончание таблицы 4.8

Химическое вещество	кг/тыс. м ткани	
	Отварка, кислование, беление	Биоотварка, беление
Метасиликат натрия	2,8–3	1,9–2

Практика работы на предприятиях показала возможность сокращения затрат на химикаты, технологической воды, пара и электроэнергии и пригодность использования технологии с биоотваркой для ограниченного ассортимента хлопчатобумажных, полульняных и целлюлозосодержащих тканей с малым содержанием «галочки», а также для некоторого ассортимента тканей с цветными нитями и льняных.

В таблице 4.9 приведены преимущества и недостатки современных технологий подготовки.

Таблица 4.9 — Преимущества и недостатки современных технологий подготовки

Показатель	Отварка, кислование, перекисное беление	Холодное беление	Биоотварка, перекисное беление	Отварки, перекисное беление
Число операций	3	3	2	2
Число промывок	5–9	7–8	4–5	5–7
Затраты холодоной воды, %	100	85	65	90
Кислование	+	+	–	–
Длительность, ч	2	16–20	3,5–7,5	1,5–1,7
Расход электроэнергии, кВт ч	16	12	14	15
Расход теплоэнергии, Гкал	0,25	0,10	0,15	0,20
Расход горячей воды, Гкал	0,13	0,11	0,10	0,13
Щелочность сточных вод	8,9	11,5	7,8	9,2
Средняя температура, °С	80	35	60	65

Технология применима для машин эжекторного типа

Далее приведен типовой режим биоотварки и перекисного беления для хлопчатобумажных тканей и трикотажных полотен под печать пигментами для эжектора.

Формирование партии и клеймение ткани:

- заправка ткани в эжектор, скорость жгута — 90–120 м/мин (время — 6,8–10 мин);
- налив в машину раствора для биоотварки (амилазы, пектиназы) — 10 мин;
- обработка раствором для биоотварки при температуре 55 °С — 60 °С в течение 30 мин., содержащим, г/л:
  - амилолитический фермент (амилаза), например Форилаза NH, — 0,5–2;
  - пектолитический фермент (пектиназа), например Скаурзим, — 0,5–2;
- слив раствора;
- промывка водой при температуре 80 °С — 90 °С раствором, г/л:
  - едкий натр (100 %) — 0–2;
  - ПАВ — 0,1–0,5.

Нагрев в течение 10 мин до 80 °С — 90 °С, обработка в течение 10 мин;

- слив раствора, далее промывка теплой водой (40 °С — 50 °С), слив, промывка холодной водой в течение 10 мин;
- налив белящего раствора, температура 20 °С.

Состав рабочего раствора, г/кг:
- едкий натр (100 %) — 1–2;
- метасиликат натрия — 2–4;
- стабилизатор — 0,5–2;
- смачиватель — 0,5;
- пероксид водорода (100 %) — 2–5.

Нагрев до 95 °С в течение 10 мин, обработка в течение 30 мин при 95 °С;
- слив раствора 10 мин, налив раствора для промывки 10 мин;
- промывка в теплой воде (35 °С — 40 °С) в течение 10 мин;
- слив раствора 10 мин;
- налив раствора для промывки 10 мин;
- промывка в холодной воде (20 °С) в течение 10 мин;
- слив раствора 10 мин;
- выгрузка ткани из машины (6,8 мин) 10 мин.

Итого цикл: 3,8–4 ч.

Для хлопчатобумажных материалов (тканей и трикотажных полотен), выработанных из хлопка высокого качества, а также для тканей на основе цветных нитей операция биоотварки с последующей промывкой может быть самостоятельной, если далее проводится печатание грунтовых рисунков пигментными композициями.

4.9 Совмещение процессов отварки с горячей мерсеризацией хлопчатобумажных и смешанных тканей по непрерывной плюсовочно-запарной технологии

Данная технология является рациональной и широко применимой для ограниченного ассортимента хлопчатобумажных и смесовых хлопкополиэфирных тканей с вложением хлопка более 50 %. Технология, совмещающая щелочную отварку и процесс мерсеризации при концентрации гидроксида натрия от 180 до 200 г/л, широко используется для подготовки тканей под крашение активными, кубовыми красителями и кубозолями в темные тона. Для специальных форменных тканей возможно экономкрашение сернистыми и прямыми красителями. Смесовые хлопкополиэфирные ткани, подготовленные по данной технологии, окрашивают активными и дисперсными красителями.

Технология может быть реализована только на оборудовании подготовки расправленным полотном и камерой для термообработки (запаривания), а также с оснащением усиленными отжимами с обеспечением возврата высококонцентрированного раствора в пропиточные ванны (или пропиткой с системой флеп-снип через спрыски). Технология требует операций нейтрализации (кислования) и эффективной промывки. Технология является экономически и экологически оправданной, поскольку исключает стадию перекисного беления. Предварительная ферментативная расшлихтовка обеспечит более эффективную сорбцию варочного раствора в текстильный материал и снижение расхода гидроксида натрия до 160–180 г/л.

На рисунке 4.3 приведена принципиальная схема комбинированной линии Дименза для горячей мерсеризации.

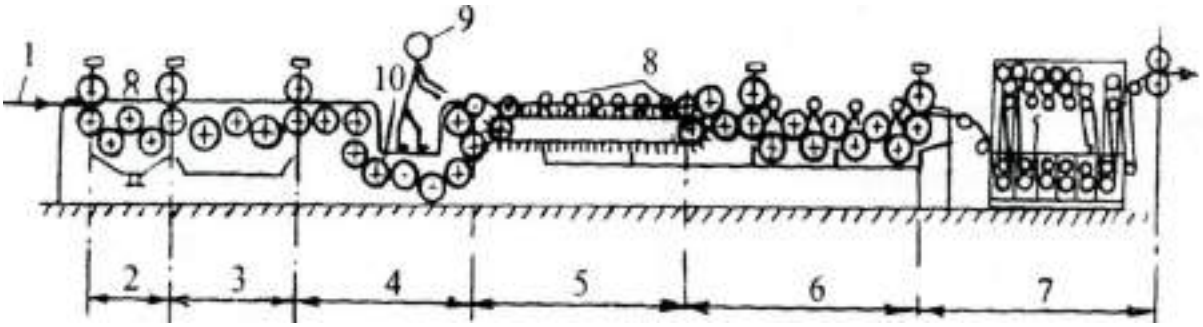


Рисунок 4.3 — Принципиальная схема комбинированной линии Дименза для горячей мерсеризации

Для комбинированной мерсеризационной машины возможно проведение горячей и холодной мерсеризации, сочетающей валковые ванны с цепной мерсеризационной машиной, назначение которых несколько изменилось с требованием новой технологии (совмещенный вариант мерсеризации). В состав специализированной линии входят: раскатная машина 1; зона пропитки 2, включающая компактную секцию интенсивной обработки ткани, объемом 150 л, где ткань в течение нескольких секунд равномерно пропитывается горячим раствором щелочи T = 60 °С, раствор постоянно обменивается посредством циркуляции; зона охлаждения и выдержки 3, где ткань проходит по валам, охлаждаясь до комнатной температуры; зона продолжения выдержки 4 для достижения наибольшего эффекта стабилизации, включающая также цепное поле 5 и валковую камеру 6. В цепном поле происходит обрызгивание полотна горячим щелочным раствором малой концентрации. В валковой секции полотно натягивается по основе и, проходя по валам, происходит выщелачивание и окончательная стабилизация линейных размеров ткани; зона нейтрализации и промывки 7 (состоит из 2–4 ванн роликового типа); накатная машина.

Камера обогревается острым паром через перфорированные трубы. Влажная паровая среда в камере создается змеевиками глухого пара, погруженными под водяное зеркало в поддоне. Поддон отделен от камеры двойными перфорированными решетками, чтобы водяные брызги не попадали на ткань и пар равномерно распределялся между петлями ткани. Потолочная плита обогревается во избежание возникновения капель. Предусмотрено автоматическое регулирование избыточного давления пара внутри камеры, давления глухого пара в потолочных плитах, уровня водяного зеркала в поддоне, контроль температуры, среды в камере, давления пара в камере и масла в системе централизованной смазки.

4.10 Технология непрерывного, полунепрерывного и периодического одностадийного пероксидного беления хлопчатобумажных и смешанных тканей и трикотажных полотен

Технология одностадийного беления предназначена для расшлихтовки и отбелки текстильных материалов, в том числе облегченных хлопкополиэфирных и хлопчатобумажных тканей (с поверхностной плотностью от 50 до 150 г/м^2), а также для трико-

тажного полотна и тканей из пряжи на основе химических волокон (вискозных, полиэфирных, вискозно-полиэфирных) с поверхностной плотностью от 90–300 г/м^2. Производительность линий рулоноперемоточного типа или непрерывного действия — 3000–4080 м/ч. Удельное потребление на 1000 м ткани составляет: электроэнергии — 22,2 кВт·ч, пара — 838 кг, воды — не более 2,5–35 м^3.

Технология является достаточной для последующей белоземельной или грунтовой печати пигментными композициями, а также для белоземельной печати водорастворимыми красителями. Технология пригодна для подготовки трикотажного полотна под крашение.

Технологический процесс одностадийного беления заключается в пропитке суровой ткани или ткани после опаливания на газоопаливающей машине или после ферментативной расшлихтовки белящим раствором, г/л: перекись водорода (100 %) — 4–8, гидроксид натрия — 1,8–2, силикат натрия или метасиликат натрия — 5–7, щелочеустойчивый смачиватель (ПАВ) — 0,5–1, мочевина — 0–10. Далее после отжима следует запаривание в термокамере до 60 мин при 98 °С — 100 °С (5–10 мин — для шелковых тканей на основе химических волокон и 20–30 мин — для смесовых хлопкополиэфирных, 30–60 мин — для хлопчатобумажных материалов). Далее следует промывка горячей и холодной водой. Для легкодеформируемых тканей и трикотажных полотен используется конвективная сушка, для хлопчатобумажных тканей — контактная сушка.

Универсальная технология одностадийного беления применима для эжекторных машин. Масса партии — от 50–70 кг при заправке в один ручей и до 300 кг при заправке в 4 ручья. Модуль ванны — 1:7–1:10. Разбавление всех химических реагентов производится непосредственно в приготовительном баке. Белящий раствор, содержащий оптический отбеливатель для лучшего его растворения, подогревается.

В таблице 4.10 приведена рецептура процесса беления хлопчатобумажной ткани и трикотажного полотна.

Таблица 4.10 — Рецептура процесса беления хлопчатобумажной ткани и трикотажного полотна

Наименование химических материалов	Количество, % от массы полотен	
ПАВ щелочеустойчивый малопенящийся	0,2–0,3	
Пеногаситель	0–0,3	
Метасиликат натрия или	3	
силикат натрия (удельный вес 1,44)	3	
H_2O_2 (30 %)	8–10	
Каустик 100 % или сода 2 %	1–1,5	
Оптический отбеливатель	0–0,2	
Промывка: уксусная кислота (98 %)	0,3–0,5	
Режим	Т °С	Время, мин

Наименование химических материалов	Количество, % от массы полотен	
Наполнение машины водой, нагревание	10–40	10
Заправка полотна, введение смачивателя	40	15
Введение химматериалов последовательно: метасиликат натрия, H_2O_2, каустика	40	15
Обработка	40	5
Беление при нагревании	40–100	35
Беление	100	25
Введение оптического отбеливателя	100	5
Беление	100	60
Косвенное охлаждение	100–70	30
Промывка	70–10	60
Нагревание	10–40	20
Введение уксусной кислоты, обработка	40	15
Выгрузка		10

Предварительная расшлихтовка перед одностадийным белением позволяет сократить концентрации основных белящих реагентов и длительность запаривания.

В таблице 4.11 приведен технологический режим одностадийного беления тканей.

Таблица 4.11 — Технологический режим одностадийного беления смесовых хлопкополиэфирных, вискозно-штапельных, хлопковискозных, многокомпонентных целлюлозосодержащих тканей

Название операции	Одностадийный режим	Одностадийный режим с предварительной расшлихтовкой
Пропитка холодной водой при температураре, °С	20–25	–
Пропитка раствором амилаз: - концентрация, г/л; - температура, °С	 – –	 1,0 40–50
Лежка без подогрева: - время	 –	 60
Пропитка раствором, г/л: - перекись водорода (100 %) - едкий натр - силикат натрия - мочевина - смачиватель	 5,0–6,0 1,8–2,0 8–10 0–5 1–1,5	 3,5–4,0 1,6–1,8 6–8 0–3 0,2–0,5
Запаривание при 98 °С — 100 °С	30–60	20–30
Промывка: - горячей водой, °С - холодной водой, °С	 60–70 20–25	 60–70 20–25

Типовой режим беления одностадийным способом хлопчатобумажных трикотажных полотен на линии беления заключается в пропитке полотна белящим раствором при температуре раствора 40 °С составом, г/л:

- H_2O_2 30 % — 15–30;
- метасиликат натрия — 20–25;
- NaOH (100 %) — 1–3;
- ООВ — 0–1;
- смачиватель — 1–2.

Далее следует отжим до содержания влаги в полотне 120 % и запаривание в течение 20–25 мин при температуре 98 °С — 100 °С и промывка на промывных машинах с сетчатыми барабанами. После промывки необходима заключительная конвективная сушка.

4.11 Технология непрерывной расшлихтовки и двухстадийного пероксидного беления льняных и льносодержащих тканей с заключительным кислованием

Данная технология является бесхлорной технологией беления и применяется в случаях, когда нежелательна отварка тканей и недопустимо применение высоких концентраций пероксида водорода. Технология нашла применение для льняных и полульняных тканей (в том числе с цветными нитями), может быть использована как альтернатива гипохлоритно-пероксидным технологиям беления. В отличие от последних степень белизны на 1 % — 5 % ниже, что является допустимой нормой для последующего крашения и грунтового печатания тканей. За счет исключения обработок хлорсодержащими веществами обеспечивается высокая экологизация процесса подготовки, снижение опасности производства в целом, упрощение организации в поставках химикатов.

Технология реализуется на действующем оборудовании производств, в том числе оборудовании рулонно-перемоточного типа, навойного, эжекторах и линиях.

Первая стадия предусматривает расшлихтовку по плюсовочно-накатному способу или в условиях термостатирования: щавелевой кислотой 2–5 г/л или в растворе ферментов амилаз 1–2 г/л (см. режим расшлихтовки ранее) с последующей промывкой в растворе щавелевой кислоты (1–2 г/л) при 60 °С. Далее следует промывка в двух ваннах теплой и холодной водой и пропитка белящим составом при температуре 40 °С: перекись водорода — 5,5–6,0 г/л, силикат натрия — 6,5–7 г/л, мочевина — 0–5 г/л, смачиватель — 0,2–0,5 г/л, сульфат магния — 0,1–0,2 г/л. Общая щелочность — не более 3,5–4,8 г/л. Запаривание при 85 °С — 95 °С в течение 30–60 мин в зависимости от типа запарной камеры или термостатирования. Далее следует промывка горячей и холодной водой на секциях промывной части линий или промывка со сливом раствора для иного оборудования.

Для тканей с цветными нитями и полульняных тканей данных операцией достаточной. Для льняных тканей следует повтор операций пероксидного беления и заключительная операция «промывка — кислование —промывка».

Раствор для повторного перекисного беления содержит меньшие концентрации: перекись водорода — 3–4 г/л (по активному кислороду), силикат натрия — 5–6, мочевина — 0–5, общая щелочность (каустическая сода) — до 3 г/л. Запаривание проводят при 85 °С — 95 °С в течение 20–60 мин.

4.12 Технология маломодульного нанесения рабочих растворов на текстильные материалы

Технология маломодульного нанесения рабочих растворов внедрена в ряде технологических процессов с целью:

- снижения расходов химматериалов;
- сокращения объемов стоков;
- повторного использования рабочих растворов.

1. **Устройство в линии отварки и беления** предназначено для нанесения на мокрое полотно высококонцентрированных растворов. Такой метод пропитки позволяет сократить расход химикатов на 10 % и обеспечить минимальное повреждение волокна. Ткань после промывки проходит высокопроизводительное отжимное устройство и выходит с остаточной влажностью 60 % — 70 %. После этого происходит дополнительное внесение раствора на ткань в клинообразном корыте, причем без обмена раствора ванны. В силу предельно незначительного объема раствора (12 л) и быстрого, постоянного его возобновления (в пределах долей секунды) при прохождении горячей ткани (поступающей с расшлихтовки) температура раствора в устройстве не повышается. Не наблюдается и снижение стабильности отбеливающего раствора.

На ткань дополнительно наносится около 80 % раствора, причем без смешения и опасения реакции обмена обеих жидкостей, т. е. происходит чистое наложение раствора на обе стороны влажной ткани.

Для дополнительного (аддитивного) внесения раствора требуется добавка раствора с концентрацией в 1,5 раза выше, чем при обычном способе пропитки. Колебания концентрации раствора на ткани исключаются, так как в этот момент никакого обмена раствора не происходит (производить титрование щелочного и отбеливающего раствора не требуется).

Затем ткань поступает в запарную камеру с общим количеством раствора (60 ÷ 70) % + 80 % = (140 ÷ 150) %. Благодаря большому количеству влаги в ткани реакции в запарной машине улучшаются, достигается лучший вид и качество ткани.

Опыт внедрения одноступенчатого метода подготовки тканей на линии с установкой вышеуказанного устройства подтвердил преимущества такого способа, а именно:

- мягкий одностадийный способ с исключением операции щелочной отварки и благодаря этому весьма незначительное повреждение волокна;
- равномерная, аддитивная выборка раствора без обмена ванны, благодаря чему обеспечивается постоянная концентрация химикатов в растворе;
- равномерный эффект отбеливания;
- хорошая воспроизводимость результатов;
- меньшее образование отложений на роликах в запарной машине;
- равномерное распределение отбеливающего раствора;
- способ более благоприятный для окружающей среды, так как сокращается расход химикатов на 10 % (по сравнению с обычной отваркой) и намного уменьшается количество остатка раствора, спускаемого из ванны;
- метод является экономичным (требует меньше машин, снижен расход энергии, более простое обслуживание).

2. **В оборудовании для расшлихтовки суровых тканей** маломодульная пропитка позволяет повысить степень регенерации и концентрации шлихты в регенерате.

Поточная линия для расшлихтовки ткани содержит узел предварительной пропитки ткани в виде маломодульной ванны, воздушный зрельник с устройством создания местного разрежения в верхней части зрельника, накопитель ткани со средством укладки ее в накопитель и соединенные по схеме противотока промывные ванны. Маломодульная ванна и первая из промывных ванн соединены между собой. Техническое решение позволяет получить регенерат, пригодный для повторного использования на стадии шлихтования основных нитей.

На рисунке 4.4 представлена схема линии для расшлихтовки ткани.

Поточная линия для расшлихтовки ткани содержит последовательно установленные ванны 1–3 с отжимами 4–6, соединенные между собой по схеме противотока. Дополнительно в линии установлена маломодульная ванна 7, представляющая собой узкую Ч-образную щель, достаточную только для прохода ткани, соединенная с первой ванной 1 посредством трубопровода 8 с обратным клапаном 9, пропускающим только раствор из ванны 1 к ванне 7.

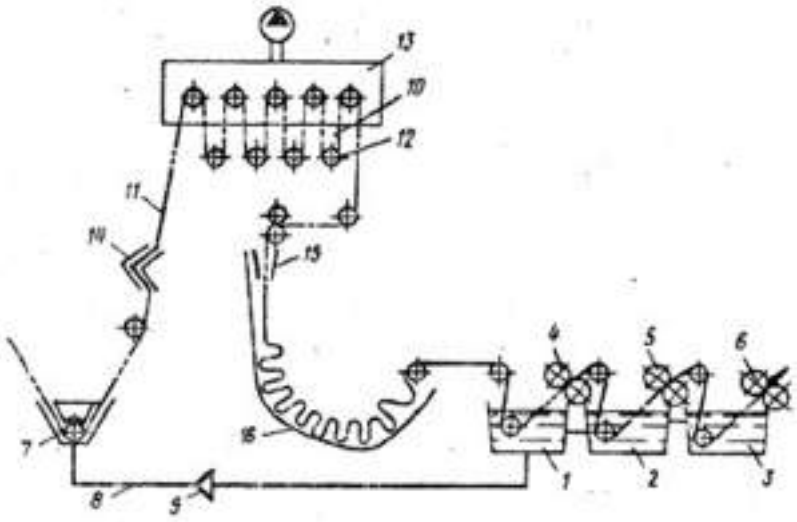


Рисунок 4.4 — Схема линии для расшлихтовки ткани

Над ванной 7 установлен воздушный зрельник 10, представляющий собой камеру, в которой ткань 11 проходит по роликам 12 в среде воздуха. В верхней части зрельника 10 устройством 13 поддерживается разрежение (уменьшенное по отношению к атмосферному давлению) воздуха. Между ванной 7 и зрельником 10 стоит двустороннее ракельное устройство 14 в виде двух изогнутых стальных уголков. На выходе из зрельника 10 имеется формирователь 15 стопы ткани и накопитель 16.

Линия работает следующим образом: ткань 11, основа которой ошлихтована водорастворимой синтетической шлихтой, например поливинилспиртовой, проходит ванну 7, где замачивается горячим (до 80 °С) регенератом шлихты, поступающим через трубопровод 8 из ванны 1. Благодаря высокой температуре набухание шлихты на ткани начинается быстро, но ткани необходимо вылежаться, чтобы процесс прошел до конца и ванны смогли бы легко смыть шлихту с ткани. Укладывать горячую ткань нельзя, так как на ней образуются належки, заломы, неустраняемый брак. Чтобы этого не было, ткань на выходе из ванны 7 раклируется, с нее снимается поверхностный слой шлихты,

масса шлихты на ткани уменьшается, снижается и температура ошлихтованной ткани. После этого ткань проходит в воздушный зрельник 10, где устройством 13 разрежения усиливается испарение влаги с ткани, в результате чего с ткани удаляется часть воды в виде пара, шлихта густеет, а температура ткани уменьшается до 30 °С.

После выхода из зрельника ткань складывается формирователем 15 в стопу и укладывается в накопитель 16, в котором ткань вылеживается. После вылеживания ткань легко отмывается от шлихты в ваннах 1–3, причем полученный регенерат имеет значительную концентрацию. Регенерат отбирается от первой ванны 1 и направляется в ткацкий цех на повторное использование в шлихтовании основы будущей ткани. Обратный клапан 9 препятствует осушению ванны 7 во время отбора регенерата из ванны 1.

Использование предлагаемой линии при расшлихтовке ткани позволяет получить более концентрированный регенерат, пригодный для повторного использования в процессах шлихтования, что делает технологию водо- и энергосберегающей.

4.13 Крашение хлопчатобумажных тканей активными красителями в аппаратах периодического действия

В процессах крашения текстильных материалов, как это уже отмечено ранее, основная проблема состоит в поступлении в стоки незафиксированных на волокне красителей (от 10 % до 40 %). К таким красителям относятся прямые, сернистые, некоторые марки активных красителей (см. таблицу 4.12).

Таблица 4.12 — Остаточное содержание красителя в стоках

Класс красителя	Вид волокна	Остаточное содержание красителя, %
Сернистые	Хлопок	Около 20
Кубовые	Хлопок	Около 5
Прямые	Хлопок	15–20
Азокрасители	Хлопок	5
Активные	Хлопок	20–25
Пигменты	Все виды волокон	Около 1
кислотные	Шерсть, полиамид	Около 5

Удаление красителей из сточных вод производится извлечением их остаточных количеств и повторным использованием их в красильных ваннах.

В режиме периодического крашения, когда значительная часть незафиксированного красителя остается в ванне, целесообразно осуществлять рециркуляционное крашение с многократным использованием красильных растворов с обеспечением их компенсационного концентрационного подкрепления красителями и ТВВ.

Проведение операций подготовки и крашения без промежуточной сушки является экономически выгодным, рациональным и эффективным с точки зрения получения гладкокрашеных полотен высокого качества. Технология применима для оборудования полунепрерывного действия навойного типа и эжекторов.

В таблице 4.13 приведен пример режима отварки и крашения активными красителями в эжекторной машине.

Таблица 4.13 — Пример режима отварки и крашения активными красителями в эжекторной машине

№	Наименование операций	Температура, °С	Продолжительность, мин
1	Наполнение воды, нагрев ванны, введение химикатов, загрузка полотна	40 ± 2	25
2	Нагрев ванны	40–90	25
3	Отварка	90 ± 2	20
4	Косвенное охлаждение	90–80	15
5	Промывка на «проход»		5
6	Слив ванны, введение соли, наполнение водой, нагрев, введение химикатов, обход	50 ± 2	50
7	Введение красителя, крашение	50 ± 2	20
8	Введение соды, крашение	50 ± 2	20
9	Введение гидроксида натрия	50 ± 2	20
10	Слив ванны, наполнение водой, промывка	20 ± 2	20
11	Слив ванны, наполнение водой, промывка	20 ± 2	20
12	Слив ванны, наполнение водой, нагрев, введение химикатов	40 ± 2	25
13	Нагрев	40–90	25
14	Мыловка	90 ± 2	20
15	Косвенное охлаждение	90–80	15
16	Промывка «на проход»		5
17	Слив ванны, наполнение водой, нагрев, введение химикатов	40 ± 2	20
18	Нагрев, промывка	40–60	20
19	Слив ванны, наполнение водой, промывка	20 ± 2	20
20	Слив ванны, наполнение водой, промывка	2 ± 2	20
21	Слив ванны, наполнение водой, нагрев, введение химикатов	40 ± 2	20
22	Нагрев, закрепление	60 ± 2	25
23	Слив ванны, наполнение водой, нагрев, введение химикатов	40 ± 2	20
24	Аппретирование	40 ± 2	15
25	Выгрузка полотна, слив	40 ± 2	15

Продолжительность режима — 535 мин.

4.14 «Холодное» крашение активными красителями по плюсовочно-накатной технологии расправленным полотном

Холодное крашение высокореактивными активными красителями с высокой степенью фиксации на волокне рассматривается как рациональный, энергосберегающий процесс получения гладкокрашеных льняных, полульняных, хлопчатобумажных и кото-

нинсодержащих многокомпонентных тканей и трикотажных полотен, реализуется на специализированных малогабаритных линиях, оснащенных плюсовкой с усиленным отжимом, накатной системой и промывной линией. Процесс требует организации станции вылеживания тканей после пропитки красителем.

На рисунке 4.5 приведена линия для полунепрерывного холодного способа крашения.



Рисунок 4.5 — Линия для полунепрерывного холодного способа крашения

Состав линии крашения по плюсовочно-запарному способу включает устройство ввода ткани с двумя тянульными валами и тканенакопителем; плюсовку; промывные машины с односторонней заправкой ткани; промывную машину с 6–8 промывными ваннами, работающими на противоток; машину сушильную барабанную или конвективну; устройство накатки ткани в ролик.

4.15 Система автоматического дозирования химреактивов и красителей в технологиях отделки тканей

Автоматизация системы подготовки растворов и их дозирования и автоматические красковарки для печатных машин применяются на многих текстильных фабриках. Микропроцессорные системы дозирования автоматически регистрируют химические вещества в соответствии с различным назначением.

При изготовлении печатной краски вручную операторы обычно производят больше пасты, чем это необходимо, так как производство вручную может не дать требуемого оттенка. Это приводит к массовому перепроизводству печатной пасты. Если не существует специального программного обеспечения, возникает проблема при расчете общего количества требуемой пасты. Специальное программное обеспечение позволяет осуществлять автоматическое управление цветом и оттенками, возвратом красителя в емкости. Оставшаяся печатная краска из партии, которая не была полностью использована, вводится в программу с номером партии и веса. Программа укажет, когда в запланированной партии остатки краски могут быть использованы.

Автоматические системы дозирования при приготовлении загущенных композиций и печатных красок имеют значительные преимущества:

- сокращается расход химических веществ и красителей;
- снижаются затраты, связанные с контролем качества и количеством обслуживающего персонала;
- улучшается воспроизводимость окрасок и объемы производства;
- уменьшается количество сточных вод.

В современных автоматизированных системах дозируется и вода, используемая для мытья емкостей для приготовления и подающих труб, когда рассчитывается количество готового раствора.

В некоторых случаях используют отдельные трубопроводы для каждого реагента, что исключает процесс постоянной промывки трубопровода и насосов перед следующим этапом работы и экономит химические вещества, а также воду.

Такой подход характерен для непрерывных технологических процессов подготовки и крашения.

Основные достижения в области охраны окружающей среды

Во-первых, жесткий контроль над процессом сводит к минимуму корректирующие меры, такие как переделка, а соответственно, мытье емкостей и корректировку оттенков.

Во-вторых, автоматизированные системы с одновременной подачей компонентов красильных и белящих растворов и отдельным распределением различных химических веществ (т. е. без предварительного смешивания) позволяют значительно снизить загрязнение сточных вод и экономить химикаты благодаря минимизации/предотвращению остатков раствора, который необходимо сливать в конце процесса. Это особенно важно при непрерывной и полунепрерывной обработке.

В-третьих, снижается контакт работников производства с химическими веществами, что создает более здоровую атмосферу рабочей среды.

Эксплуатационные данные

Автоматизированной системой, характеризующейся высокой точностью дозировки красителей, что особенно важно для порошковых выпускных форм, обычно управляет один человек. Современные автоматизированные дозирующие системы могут дозировать красители с точностью до 0,2 г.

Автоматизированные системы дозирования растворов и автоматические красковарки применяют пока не на всех отделочных предприятиях, их можно использовать как при эксплуатации старого, так и нового оборудования.

В автоматизированных системах с раздельным распределением различных химических веществ экологические преимущества особенно заметны, где химикаты и вспомогательные вещества используются в больших количествах на непрерывных линиях. Когда различные химикаты не смешиваются перед процессом, их можно легко повторно использовать для следующего запуска. Отдельное дозирование каждого красителя — процесс дорогой, но особенно выгодный там, где используются триады основных красителей/пигментов, а извлеченные объемы достаточно высоки, чтобы оправдать инвестиции.

Предпосылки для внедрения

Основными предпосылками являются повышенная воспроизводимость и производительность наряду с требованиями охраны здоровья и безопасности, установленными законодательством.

4.16 Крашение целлюлозных материалов (пряжи, льняных, хлопчатобумажных тканей и изделий) кубовыми красителями в аппаратах периодического действия

Кубовые красители используются для крашения хлопка, вискозы и льна в тех случаях, когда требуется особенно высокая устойчивость окраски к свету и мокрым обработкам (полотенца, столовое белье, военная униформа и др.) (см. 2.2.2.4**)**. Эти красители представляют собой наиболее сложные в производстве и дорогие химические продукты, есть трудности также в их применении, они дают большой объем сточных вод. Поэтому кубовые красители применяются прежде всего для крашения текстильных материалов, к которым предъявляются высокие требования по устойчивости окраски к мокрым обработкам. Это ткани и изделия медицинского назначения, пряжи для выработки пестротканых материалов, швейных ниток.

Экологические преимущества:

- высокая степень фиксации красителя на волокнистом субстрате;
- снижение сбросов красителя в сточные воды за счет использования автоматической системы дозирования.

Недостатки технологии:

- возможное использование в качестве окислителя бихромата калия.

4.17 Использование высокотемпературного метода крашения полиэфирных текстильных материалов дисперсными красителями на оборудовании периодического действия

Крашение полиэфирных текстильных материалов, как было описано ранее (раздел 2, 2.2.5.2), при температурах до 100 °С затруднено в связи с высокой температурой стеклования полиэтилентерефталата — 80 °С. Поэтому крашение проводят либо в присутствии переносчиков при 95 °С — 100 °С, либо при температуре 130 °С и избыточном давлении.

Переносчики способствуют набуханию волокна, в результате чего увеличивается скорость диффузии красителей в волокнистый субстрат. При крашении и промывке значительное количество переносчиков сбрасывается в сточные воды. Часть остается на волокне и может выделяться в воздух при последующей сушке, нагревании и глажении.

К веществам, используемым в качестве переносчиков, относятся ароматические соединения (см. 2.2.5.2), для которых характерны высокая летучесть, интенсивный запах, а также токсичность для человека. В результате использования переносчиков происходит загрязнение воды, воздуха, а также по некоторым источникам у потребителей могут быть проблемы со здоровьем при использовании текстильных изделий, обработанных 1,2.4-трихлорбензолом и другими переносчиками, содержащими галогены.

Использование высокотемпературных способов крашения позволяет исключить переносчики из технологического процесса. Высокотемпературные способы крашения полиэфирных текстильных материалов широко применяются в производстве.

Экологические преимущества

При высокотемпературном крашении сточные воды и отходящие газы не содержат переносчиков. Уменьшается количество сбросов и выбросов вредных для окружающей среды веществ.

Недостатки технологии:

- миграция олигомеров к поверхности волокна;
- крашение при высокой температуре требует большого расхода энергии.

4.18 Технология крашения ПА-пряжи, нитей и трикотажных полотен в аппаратах периодического действия дисперсными красителями

Полиамидные волокна можно окрашивать всеми видами дисперсных красителей, но специально для этих волокон выделена группа дисперсных полиамидных, обладающих высокой диффузионной способностью (см. 2.2.5.1). Эти красители проникают глубоко в структуру полиамидных волокон и не выявляют их сырьевую неравномерность. Химической связи эти красители с полиамидным волокном не образуют, поэтому при промывке выше температуры стеклования легко удаляются из набухшего волокна. Крашение чаще всего проводят по периодической технологии, как текстильных материалов, так и трикотажных полотен. Технологию используют для получения окрасок средних тонов.

Экологические преимущества:

- крашение осуществляется без переносчиков;
- исключение из состава красящего раствора выравнивателей.

Недостатки:

- невозможность получения темных тонов окрасок.

4.19 Технология крашения шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи, ткани, сукна кислотными металлокомплексными (1:2) красителями

Шерстяные материалы способны окрашиваться многими классами красителей. Выбор класса красителей определяется назначением материала, а также видом отделки, которой подвергается текстильный материал.

Самые высокие показатели устойчивости окрасок шерстяных материалов, как показано в таблице достигаются при использовании кислотных металлокомплексных красителей состава 1:2.

В таблице 4.14 приведены характеристики окрасок, получаемых на шерсти различными классами красителей.

Таблица 4.14 — Характеристики окрасок, получаемых на шерсти различными классами красителей

Класс красителей	Колористические характеристики			Среднее значение устойчивости окрасок, балл, к			Воздействие на шерстяное волокно
	Гамма	Яркость	Интенсивность	стирке № 1	трению	свету	
Кислотные	От желтых до фиолетовых	Высокая	От светлых до темных	Азокрасители			Частичное повреждение серной кислотой
				4	3–4	3–5	
				Антрахиноновые			Нет повреждения
	От пурпурных до зеленых			4–5	4	5–6	
Кислотные металлокомплексные 1:1	Главным образом теплые цвета	Неяркие	От средних до темных	5	5	6–7	Повреждение в сильнокислой среде
Кислотные металлокомплексные 1:2	Теплые	Яркие	От светлых до темных	4	4–5	5–7	Нет повреждения
	Холодные	Неяркие					
Хромовые	Полная	Средние	От средних до темных	4–5	4	5–6	Заметные повреждения кислотой
Активные	От желтых до темно-синих	Яркие	От светлых до средних	Азокрасители			Нет повреждений
				4–5	4	4–5	
	Синие Коричневые Фиолетовые Бирюзовые			Антрахиноновые, металлокомплексные, фталоцианиновые			
				4–5	4	5–7	
Кубовые	Полная	Яркие	Светлые и средние	4–5	3–4	6–7	
Прямые	Полная	Средняя	Светлые и средние	3–4	4	3–5	Нет
Катионные (основные)	Полная	Самые яркие	Светлые и средние	3–4	4	2–3	Нет

Окрашивают шерстяные текстильные материалы данным классом красителей в основном по периодической технологии. Технология проста в использовании, позво-

ляет получать окраски от светлых до темных цветов, универсальна. По периодическому способу кислотными металлокомплексными красителями 1:2 можно окрашивать любые шерстяные текстильные материалы; пряжу, топс, ленту ткани, в том числе сукно, и т. д. Выравниватели рекомендуют использовать только в случае получения светлых окрасок, например выравниватель А. Крашение ведут в умеренно кислой среде с pH 4,5–5,0, что соответствует изоэлектрической точке и обеспечивает минимальное повреждение шерстяного волокна.

Экологические преимущества:

- минимизация концентраций или полное исключение выравнивателей из технологического процесса;
- высокая степень полезного использования красителей;
- снижение содержания красителей в сточных водах.

Недостатки:

- наличие сбросов в стоки органических соединений, содержащих хром или кобальт;
- менее яркие цвета (тупые оттенки) по сравнению с кислотными красителями.

4.20 Технология крашения целлюлозных материалов, шелка, шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи активными красителями с высокой степенью фиксации

В процессах крашения текстильных материалов, как это уже отмечено ранее, основная проблема состоит в поступлении в стоки незафиксированных на волокне красителей (от 10 % до 40 %). К таким красителям относятся прямые, сернистые, некоторые марки активных красителей.

Удаление красителей из сточных вод производится извлечением их остаточных количеств и повторным использованием их в красильных ваннах.

В режиме периодического крашения, когда значительная часть незафиксированного красителя остается в ванне, целесообразно осуществлять рециркуляционное крашение с многократным использованием красильных растворов с обеспечением их компенсационного концентрационного подкрепления красителями и ТВВ. Другим методом повышение степени полезного использования красителей является применение бифункциональных активных красителей.

Бифункциональные (полифункциональные) реактивные красители, содержащие две подобные или разные реакционноспособные системы, обеспечивают очень высокий уровень фиксации на текстильных материалах. Благодаря двум реакционноспособным группам бифункциональные реакционноспособные красители повышают вероятность химической реакции с целлюлозными волокнами по сравнению с монофункциональными красителями с одной реакционноспособной группой. Если одна из реакционноспособных групп гидролизуется во время процесса крашения, другая может химически взаимодействовать с гидроксильными группами целлюлозы. Более того, объединение двух реактивных систем в одном и том же красителе обеспечивает преимущества двух отдельных групп (например, высокая степень фиксации с высокими уровнями устойчивости к стирке).

Последующая промывка окрашенных материалов может быть выполнена быстро и требует сравнительно небольшого количества энергии и воды. Это объясняется

следствием высокой фиксации новых бифункциональных красителей (нужно смыть только небольшое количество незафиксированного красителя). Однако более важным является тот факт, что некоторые новые активные красители имеют молекулы, специально предназначенные для того, чтобы проявлять пониженное сродство к волокнам, когда краситель находится в гидролизованной форме, а это означает, что они легко удаляются в процессе промывки.

Для колорирования шерстяных текстильных материалов наиболее применимы бифункциональные активные красители, содержащие реакционноспособные группы бромоакриламида или винилсульфона. Их использование может обеспечить высокие уровни прочностных показателей окраски материалов, сравнимые с достигаемыми с помощью хромовых красителей даже для темных оттенков.

Экологические преимущества: применение бифункциональных красителей обеспечивает почти 100%-ную (92 % — 96 %) фиксацию на субстрате при сведении к минимуму их гидролиза, повышение эффективности промывки и снижение загрязнения окружающей среды.

Переход к активному крашению шерстяных текстильных материалов позволяет избежать использования хромовых красителей, а следовательно, отсутствие в сточных водах ионов хрома, особенно шестивалентного, который является канцерогеном.

Экономия воды, электроэнергии и химических веществ.

Недостатки технологии: недостаточно широкий спектр выпускаемых бифункциональных красителей.

Область применения: бифункциональные активные красители можно применять во всех типах красящих машин, но они обладают особым преимуществом на самых современных красильных машинах с низким модулем крашения, оснащенных многоцелевыми контроллерами, где могут быть использованы дополнительные преимущества с точки зрения снижения потребления энергии и воды.

Бифункциональные активные красители могут быть использованы для крашения и печати белковых и целлюлозных волокон, а также для крашения полиамида.

Факторы реализации: высокая степень фиксации полифункциональных красителей, экономия воды, электроэнергии обеспечивают эфициентность данной технологии.

4.21 Технология крашения смесовых шерсть-полиэфирных материалов с применением активных и дисперсных красителей

Как показано в 2.2.6.2, крашение текстильных материалов, состоящих из смесей шерстяных и полиэфирных волокон, возможно по двум технологическим схемам: однованным для получения окрасок светлых и средних тонов и двухванным для достижения средних и темных тонов окраски. С этой целью можно использовать для колорирования шерстяной составляющей как кислотные, кислотные металлокомплексные, так и активные красители. Экологические аспекты применения кислотных и кислотных металлокомплексных красителей были описаны ранее (см. раздел 4). Наиболее перспективной технологией является крашение таких смешанных текстильных материалов смесью дисперсных и активных красителей на оборудовании периодического действия.

Экологические преимущества:

- отсутствие сбросов органических соединений, имеющих в своем составе хром, кобальт;

- снижение количества красящих веществ в стоках за счет высокой степени фиксации красителей на ткани.

Недостатки технологии:

- необходим подбор специальных активных красителей для шерсти.

4.22 Колорирование текстильных материалов и трикотажных полотен (целлюлозных, шерстяных, шелковых) активными красителями

Активные красители являются наиболее прогрессивным классом, используемым для печати текстильных материалов на машинах с сетчатыми шаблонами. При использовании монофункциональных активных красителей степень фиксации составляет до 75 % — 80 %, а для бифункциональных — до 95 % — 98 %.

Важным компонентом печатных красок является мочевина, содержание которой достигает 150–200 г/кг для целлюлозных текстильных материалов, в зависимости от используемого красителя при термофиксационном способе фиксации. Мочевина необходима для повышения растворимости красителей на стадии приготовления печатной краски, а в процессе термической обработки она плавится и создает среду для диффузии красителя в волокна.

Избежать использования высоких концентраций мочевины в составе печатной краски можно увеличением влажности, например при распылении влаги. Технологически на отечественных отделочных фабриках реализуется при использовании паровой среды для фиксации активных красителей. В этом случае содержание мочевины в составе печатной композиции можно снизить до 50–100 г/кг для целлюлозных тканей.

Экологические преимущества:

- снижение количества красителей в сточных водах;
- снижение количества мочевины в печатной краске позволяет значительно уменьшить содержание NH^{4+}.

4.23 Печать текстильных материалов различного волокнистого состава пигментами на машинах с сетчатыми шаблонами

Традиционная схема печатания текстильных материалов различными классами красителей включает следующие операции (см. 2.3.2, 2.3.3): печатание, сушку, обработку в зрельнике. Процесс печати связан с расходами воды и электроэнергии, а также сбросами пигментных печатных композиций при промывке прутков, шаблонов и ушатов на станции приготовления красок в сточные воды. Поэтому в мировой практике более 50 % текстильных материалов и изделий оформляется методами пигментной печати. При этом существенно сокращаются расходы воды за счет исключения операции промывки и сточных вод, требующих очистки. Снижается расход тепловой энергии. Состав печатной краски содержит связующее, загуститель, пигментный краситель и может дополнительно содержать мягчитель, сшивающий агент и пеногаситель. В качестве загустителя используются соли полиакриловой кислоты и ее сополимеров, например соли аммония. При сушке и термообработке аммиак улетучивается и на ткани остается полиакриловая кислота или ее сополимер. Полиакриловая кислота вместе с другой кислой солью обеспечивает кислую среду, требуемую для взаимодействия связующих и сшивающих агентов.

В качестве связующих чаще всего используют сополимеры (мет)акриловых мономеров и стирола, а также полиуретаны. В качестве сшивающих агентов рекомендуется использовать малоформальдегидные или полностью бесформальдегидные ПТРС (отечественных Отексид Д2, Флир, Тексоклен МФ, Отексид БФ и др.). Данные соединения представляют собой метиловые эфиры N-гидроксиметильных соединений, а также производные гликолей, многоатомных спиртов и т. д.

Недостатки технологии: при проведении процесса в условиях сушки и термообработки происходит выделение летучих веществ из компонентов печатной краски, а именно из акриловых связующих могут выделяться мономеры (бутилакрилат, акрилонитрил), пропан-2,N-метилпирролидон.(что не должно быть в выпускной форме связующих и идентифицируется при входном контроле).

Перспективным решением в пигментной печати является внедрение потенциальнореактивных связующих, которые могут выполнять роль и сшивающих препаратов. Как правило, такие препараты содержат в своем составе помимо традиционно применяемых акрилонитрила, бутилацетата, стирола, метилметакриловой и акриловой кислот, акриламида, винилацетата и др. еще и 2-этилгексилакрилат, глицедилметакрилат. Такой состав позволяет получить на ткани более прочные окраски и исключить дополнительное введение в состав предконденсат, катализатор, мягчитель. Тем самым решается задача снижения расходов химматериалов, проблема получения прочных окрасок, выделения формальдегида и др.

Экологические преимущества:

- снижение энергопотребления;
- снижение или исключение выделения формальдегида в рабочую зону машин;
- минимизация количества сточных вод;
- снижение в стоках загрязняющих веществ (ЗВ).

Все перечисленные достоинства применения пигментов относятся и к процессу пигментного крашения, при котором в состав красильного раствора входят пигмент, акриловое связующее и вода. Иногда в качестве антимигранта дополнительно вводится небольшое количество акрилового загустителя.

4.24 Сублимационная переводная печать по синтетическим тканям дисперсными красителями

Сублимационная термопечать является экологичным способом колорирования текстильных материалов, практически исключающим образование сточных вод и снижающим энергозатраты. Технология термопечати предусматривает обеспечение термического воздействия на контактирующие ткань и специальную бумагу с нанесенным рисунком. Последующая промывка и сушка исключаются. В настоящее время методом сублистатик в мире печатается около 2 % текстильных материалов.

Недостатки технологии:

- необходимость утилизации отработанной бумаги с оставшимися на ней следами красителей;
- ассортимент дисперсных красителей ограничен их способностью сублимировать достаточно полно при температурах 180 °С — 210 °С.

4.25 Цифровая прямая печать текстильных материалов пигментами на принтерах

Появление на рынке пигментов, специально предназначенных для широкоформатных струйных принтеров (например, таких, которые выпускают швейцарский химический концерн Ciba, немецкая ведущая фирма Basf и др.), явилось основой для новой технологии прямой полноцветной цифровой печати на тканях. Эти красители полностью соответствуют российским санитарно-гигиеническим нормам. Пигмент не проникает в волокна, а закрепляется на поверхности ткани связующим веществом.

Процесс печатания пигментом прост, так как по его окончании не требуется промывки ткани. А использование связующих полимеров нового поколения при печатании пигментом, которые позволяют достичь желаемого грифа (мягкость, гибкость), увеличило популярность пигментного колорирования.

После нанесения изображения для его фиксации требуется лишь прогрев носителя в течение 1–3 мин при температуре 160 °С — 200 °С в термопрессе, зрельнике или с помощью ИК-нагрева. Двусторонняя фиксация обеспечивается протягиванием ткани сквозь инфракрасную камеру с верхним излучателем и нижним отражателем. Устройство оснащено удобным механизмом загрузки ткани.

Скорость фиксации до одного погонного метра в минуту позволяет обслуживать не менее трех текстильных плоттеров.

Преимущества такой печати заключаются в высоком качестве колорирования, в стойкости окрасок к физико-химическим воздействиям, гигиенической безопасности, простоте производства, низкой себестоимости продукции, высокой рентабельности производства. Главное экологическое преимущество — практически полное отсутствие сточных вод.

4.26 Технология заключительной отделки текстильных материалов с помощью малоформальдегидных и бесформальдегидных отделочных препаратов

Одним из вариантов снижения содержания свободного формальдегида на тканях и в рабочей зоне машин является модификация структуры формальдегидных отделочных препаратов путем полного устранения из них метилольных -CH_2OH групп, являющихся источником выделения формальдегида при отделке и хранении текстильных материалов, или путем алкилирования этих групп с превращением их в группы -CH_2CH_3. У алкилированных метилольных групп склонность к гидролитическому отщеплению существенно снижена, так что возможность выделения формальдегида уменьшается. Препараты первого типа получили название бесформальдегидных, второго типа — малоформальдегидных.

Экологические преимущества:

- снижение содержания свободного формальдегида в воздухе;
- снижение содержания свободного формальдегида в стоках;
- снижение содержания свободного формальдегида на текстильных материалах и изделиях.

Недостатки технологий: для успешного проведения технологических процессов с использованием подобных препаратов требуются более жесткие температурно-временные параметры или высокоактивные каталитические системы.

4.27 Технология заключительной отделки текстильных материалов на основе акриловых и полиуретановых препаратов нового поколения

В последнее время отмечена тенденция применения водных дисперсий пленкообразующих полимеров акриловой и уретановой природы для получения на тканях различных эффектов:

- для хлопчатотобумажных тканей бытового назначения (бязь, ситец, мадаполам);
- для модификации текстильных материалов, для повышения интенсивности и прочности окрасок гладкокрашеных тканей;
- для использования в композициях аппретов для водоотталкивающей отделки тиков, для серебристо-шелковистой отделки сатинов, для малосминаемой отделки тканей плательно-костюмного назначения, для малоусадочной отделки хлопкосодержащих тканей и др.

Применение полимеров нового поколения позволяет значительно упростить технологии отделок за счет исключения промывки, снижения количества компонентов в составе отделочной композиции. Выпускаемые отечественными производителями полимерные препараты доступны и конкурентоспособны.

Экологические преимущества:

- снижение содержания свободного формальдегида в воздухе;
- снижение содержания свободного формальдегида в стоках;
- снижение содержания свободного формальдегида на текстильных материалах и изделиях.

Недостатки технологий:

Тщательность соблюдения технологических регламентов использования.

Раздел 5. Наилучшие доступные технологии

5.1 Выводы по наилучшим доступным технологиям (НДТ) в ТП

Текстильную промышленность в зависимости от вида перерабатываемого сырья подразделяют на отрасли: хлопчатобумажную, лубяную (льняную), шерстяную, шелковую. Каждая из отраслей в свою очередь включает различные виды производств, поэтому характер образующихся отходов зависит от типа текстильного объекта, используемых волокон и технологических процессов. Несмотря на эту сложность, ряд методов может быть определен как общие методы НТД, применимые ко всем типам текстильных операций, независимо от используемых ими процессов или текстильных материалов, которые они производят.

5.1.1 Система экологического менеджмента (общий метод НТД)

НДТ 1. Улучшение общих экологических показателей предприятий текстильной промышленности путем внедрения и поддержания системы экологического менеджмента (Environmental management systems — EMS).

НДТ включает следующие мероприятия:

- обязательства руководства в области экологической политики, в том числе высшего руководства;
- определение экологической политики, включая непрерывное улучшение управления в этой сфере;
- планирование и внедрение необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;
- внедрение процедур, уделяя особое внимание:
- структуре и ответственности;
- обучению, осведомленности и компетентности работников;
- связям и коммуникациям;
- мотивации работников;
- системе документооборота;
- эффективному управлению процессом;
- программам технического обслуживания;
- готовности к чрезвычайным ситуациям и реагированию на них;
- соблюдению природоохранного законодательства;
- проверка работы и принятие корректирующих мер, обращая особое внимание на:
- мониторинг и измерение показателей процессов;
- корректирующие и предупреждающие действия;
- ведение учета;
- независимый внутренний и внешний аудит (где практикуется), чтобы определить, соответствуют ли системы экологического менеджмента запланированным мероприятиям и прошли ли они должным образом внедрение и поддержку;
- обзор системы экологического менеджмента и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны высшего руководства;
- отслеживание разработки экологически чистых технологий;
- рассмотрение воздействия на окружающую среду от возможного вывода из эксплуатации аппаратов, машин, поточных линий/оборудования на стадии проектирования нового производства и в течение всего срока эксплуатации;
- регулярное применение отраслевого сопоставительного анализа отдельных показателей.

5.1.2 Управление материальными ресурсами и современная организация производства

НДТ 2. Управление материальными ресурсами и оптимальная организация производства для сведения к минимуму воздействия на окружающую среду производственных процессов путем использования комбинации методов/оборудования, приведенных в таблице 5.1.

Таблица 5.1 — Методы/оборудование, используемые при оптимизации управления материальными ресурсами

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Тщательный отбор и контроль сырья и ТВВ в соответствии с инструкциями по безопасности химических веществ	Общеприменимы
2	Минимизация утечки химических веществ и технологических растворов	
3	Мониторинг движения химматериалов по технологической цепочке, включая контроль качества и норм расхода	
4	Автоматизация систем подготовки растворов и их дозирования, автоматизированные красковарки	
5	Выбор ТВВ, используемых в производстве, на основе экологических рекомендаций (биоразлагаемость, отсутствие токсичных метаболитов при разложении и т. д.)	
6	Подготовка и реализация программ управления сбросами, выбросами загрязняющих веществ и образования твердых отходов	

5.1.3 Управление водными ресурсами и сточными водами

НДТ 3. Управление системой предотвращения загрязнений сточных вод, образуемых в процессах отделки текстильных материалов при использовании методов/оборудования, приведенных в таблице 5.2.

Таблица 5.2 — Методы/оборудование для предотвращения загрязнений сточных вод, образуемых в процессах отделки текстильных материалов

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Использование устройств контроля потока и автоматических запорных клапанов на оборудовании непрерывного действия	Общеприменимы
2	Использование автоматических приборов для контроля объема наполнения рабочих ванн и температуры раствора в оборудовании периодического действия	
3	Соблюдение технологических режимов и экологических норм при работе на оборудовании	
4	Использование оборудования периодического действия с низким модулем	
5	Повторное использование регенерированной щелочи в процессах мерсеризации	

Окончание таблицы 5.2

№	Метод/оборудование	Применимость
6	Применение маломодульных пропитывающих машин в линиях непрерывной обработки текстильных материалов	Применимо
7	Повторное использование красильных растворов	Применимо
8	Обработка сточных вод процессов крашения на очистных установках при использовании широко применяемых методов, таких как электролиз, ультрафильтрация и обратный осмос, флокуляция, окисление/восстановление и применение активированного ила	Применимо

НДТ 4. Рациональное управление системой предотвращения загрязнений сточных вод, снижение расхода свежей воды и образования сточных вод при обработке текстильных материалов с помощью комбинации методов, приведенных в таблицах 5.3 и 5.4.

Таблица 5.3 — Методы/оборудование для предотвращения загрязнений сточных вод, снижение расхода свежей воды и образования сточных вод

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Повторное использование технологической воды для замены свежей (замкнутый цикл водопользования)	Применимо только на вновь строящихся предприятиях
2	Контроль за использованием воды, анализ и оптимизация процесса	Общепримениимы
3	Использование локальных очистных сооружений для сточных вод каждого цеха с целью повторного использование воды в технологических процессах	Применим при модернизации существующего производства
4	Организация станций водоподготовки с целью минимизации использования стабилизаторов в беляющих перекисных растворах	Ограниченно применимо

Таблица 5.4 — Количество сточных вод, соответствующее НДТ, в точке сброса после технологического процесса производства по данным анкетирования предприятий

Наименование производства/объем выпуска в год	Единица измерения	Среднегодовой уровень потребления сточных вод [1)]
Хлопчатобумажное производство	м^3/тыс. м	11,9
Производство универсальное (хлопчатобумажные и хлопкополиэфирные ткани)	м^3/тыс. м	75,78
Производство хлопкополиэфирных тканей	м^3/тыс. м	75,2

Окончание таблицы 5.4

Наименование производства/объем выпуска в год	Единица измерения	Среднегодовой уровень потребления сточных вод [1)]
[1)] Среднегодовой уровень потребления сточных вод приведен в расчете на 1 тыс. м выпускаемой ткани.		

5.1.4 Управление системой энергопотребления текстильного производства

НДТ 5.Оптимальное управление системой потребления электроэнергии и других теплоносителей с целью повышения энергоэффективности технологических процессов и снижения техногенного воздействия на окружающую среду при производстве текстильных материалов и изделий с использованием методов/оборудования, приведенных в таблице 5.5.

Таблица 5.5 — Методы/оборудование для уменьшения расхода топливно-энергетических ресурсов и снижения техногенного воздействия на окружающую среду технологических процессов текстильного производства

№	Методы/оборудование	Применимость
1	Формирование системы, позволяющей отслеживать энергопотребление и затраты: I. Оценка общего потребления энергии. II. Определение точек, количественная оценка и оптмизация возможностей использования энергии. III. Контроль и поддержание оптимальных параметров энергопотребления	В основном применим
2	Многократное использование теплоносителя	В основном применимы
3	Максимально замкнутая система водопользования	
4	Модернизация (автоматизация) оборудования, систем и элементов управления для повышения энергоэффективности	
5	Высокий КПД паровых котлов	
6	Перевод оборудования на использование природного газа	Общепримениимы
7	Изоляция соединительной арматуры трубопроводов пара и конденсата	
8	Использование высокоэффективных электродвигателей, насосов и мешалок	

Значительное снижение энергопотребления на предприятиях, повышение качества выпускаемой продукции и долговечности оборудования можно достичь за счет модернизации оборудования на промышленных производствах. Только за 2017 г. на ряде текстильных предприятий Ивановского региона модернизировано несколько единиц технологического оборудования. Результаты модернизации технологического оборудования за счет применения систем автоматизации.

Таблица 5.6 — Результаты модернизации технологического оборудования за счет применения систем автоматизации (2017 г.)

Наименование	Причины модернизации	Мероприятия	Результаты модернизации (энергоэффективность, экономичность, технологическая эффективность)
Печатная машина (апрель 2017 г.)	- Неисправность электронной и электрической системы управления печатной машиной; - избыточное потребление электроэнергии (свыше 120 кВт·ч)	- Установлены электроприводы для синхронизации движения печатных шаблонов и поля кирзы в комплекте с платами обратной связи; - установлена сенсорная панель оператора, отображающая основные параметры работы и аварийные сигналы с ведением архива событий	- Снижение суммарного энергопотребления машины до 56 кВт·ч; - снижение себестоимости продукции; - снижение количества брака за счет отсутствия простоев из-за сбоев в АСУ; - существенное повышение удобства работы для оператора
Линия отделочная **ОФХП** (май 2017 г.)	- Критичный износ электрооборудования линии, состоящей из 10 приводных точек; - высокое энергопотребление, негативно влияющее на себестоимость продукции; - большое количество брака ввиду частых внеплановых простоев, связанных с выходом оборудования из строя	- Заменены все приводные механизмы линии с установкой асинхронных приводов под управлением преобразователей частоты; - произведена полная замена электронной оснастки и щитового электрооборудования машины	- Восстановление работоспособности линии согласно технологическим картам производства; - снижение суммарного энергопотребления машины на 53 %; - снижение потерь от простоев оборудования; - снижение себестоимости выпуска готовой продукции

Продолжение таблицы 5.6

Наименование	Причины модернизации	Мероприятия	Результаты модернизации (энергоэффективность, экономичность, технологическая эффективность)
Печатная машина **ОФЛП**	- Полное отсутствие системы управления печатной машиной; - избыточное паспортное потребление электроэнергии (100 кВт·ч)	- Проектировка и полное восстановление системы управления всего оборудования машины; - установка системы АСУ линии FX–5U с применением преобразователей частоты серии FR-AF840; - установлена сенсорная панель оператора, отображающая основные параметры работы и аварийные сигналы с ведением архива событий; - установлена система управления циркуляционной вентиляцией на базе ЧРП серии FR-F840 с возможностью регулирования скорости вращения данных вентиляторов; - установлена полностью новая система электрооборудования печатной машины	Система позволяет управлять приводами: раскатка, печатный стол, сушильное поле, самоклад, подачи краски. - Снижение суммарного энергопотребления машины до 40 кВт в час. - Снижение себестоимости продукции; - снижение количества брака за счет отсутствия простоев из-за сбоев в АСУ; - снижение энергопотребления вентиляторов до 25 % по отношению к мощности до модернизации; - добавлена возможность регулирования скорости вращения данных вентиляторов, позволяющая регулировать уровень влажности ткани на выходе; - существенное повышение удобства работы для оператора

Продолжение таблицы 5.6

Наименование	Причины модернизации	Мероприятия	Результаты модернизации (энергоэффективность, экономичность, технологическая эффективность)
Сушильно-стабилизационная машина **ОФЛП**	- Избыточное потребление электроэнергии (80 кВт·ч); - существенный моральный и физический износ АСУ машины в части управления электроприводами; - отсутствие синхронизации движения всех частей машины, что приводило к существенно более высокому показателю брака; - частые сбои в работе автоматики	- Замена системы двигателей постоянного тока на современную систему ЧРП с применением преобразователей частоты новейшей серии FR-F840; - замена системы АСУ линии с релейно-контактной логики на новейшую серию; - установлена сенсорная панель оператора, отображающая основные параметры работы и аварийные сигналы с ведением архива событий; - установлена система управления циркуляционной вентиляцией на базе ЧРП серии FR-D740 с возможностью регулирования скорости вращения	- Суммарное потребление машины снизилось до 40 кВт·ч. Экономия только на электроэнергии — 50 %; - снижение себестоимости продукции; - снижение количества брака за счет отсутствия простоев из-за сбоев в АСУ; - снижение энергопотребления вентиляторов на 22 % по отношению к мощности до модернизации; - добавлена возможность регулирования скорости вращения данных вентиляторов, позволяющая регулировать уровень влажности ткани на выходе; - существенное повышение удобства работы для оператора
Красильная машина **ОФЛП**	- Существенный моральный и физический износ АСУ машины; - отсутствие автоматического режима работы, что приводило к существенно более высокому показателю брака;	- Замена системы вариаторного управления скоростью вращения на систему ЧРП с применением новейшей серии векторных преобразователей частоты серии FR-A800; - замена системы	- Снижение себестоимости продукции; - снижение количества брака за счет отсутствия простоев из-за сбоев в АСУ; - универсальность машины; - существенное повышение удобства

Окончание таблицы 5.6

Наименование	Причины модернизации	Мероприятия	Результаты модернизации (энергоэффективность, экономичность, технологическая эффективность)
	- вариаторный механизм регулирования скорости часто выходил из строя	АСУ линии с релейно-контактной логики на серию FX–5; - установка на каждый вал итальянских мотор-редукторов с независимым охлаждением и датчиком обратной связи; - установка датчиков уровня в емкости химии, ванне Джиггера, а также датчики скорости вращения и цифровой счетчик метража; - установлена сенсорная панель оператора, отображающая основные параметры работы и аварийные сигналы с ведением архива событий; - разработана система автоматического режима работы Джиггера, что позволило реализовать возможность работы по заданному алгоритму на протяжении всего цикла крашения ткани без участия оператора.	работы для оператора; - уход от механической системы регулирования скорости вращения/натяжения ткани

5.1.5 Управление снижением выбросов в атмосферу

НДТ 6. Предотвращение и снижение газовых выбросов и пыли, образующихся в технологических процессах обработки текстильных материалов и изделий, путем использования комбинации методов, приведенных в таблице 5.7.

Таблица 5.7 — Методы/оборудование для предотвращения и снижения газовых выбросов и пыли, образующихся в технологических процессах обработки текстильных материалов и изделий

№	Методы/оборудование	Применимость
1	Использование природного газа в качестве энергетического топлива в сушильных секциях печатных и сушильно-ширильных машин	В основном применимы
2	Использование природного газа в качестве энергетического топлива в полимеризационных и термофиксационных камерах	В основном применимы
3	Применение низколетучих, малотоксичных ТВВ, например использование печатных паст, при применении которых не происходит выбросов ЛОС или они выделяются в малом объеме (паст на водной основе, паст, не содержащих ЭАФ, а также паст с пониженным содержанием аммиака)	В основном применимы
4	Герметизация оборудования, при работе которого образуется пыль, и использование местной вытяжной вентиляции	Общепримениы
5	Использование систем пылеулавливания и рециркуляции для удаления пыли с рабочих участков	
6	Применение тканевых фильтров для предотвращения выбросов в атмосферу	

5.1.6 Управление системой контроля ключевых параметров процессов производства

НДТ 7. Контроль ключевых параметров технологического процесса на предприятиях (давление, температура, скорость обработки, прочие ключевые индикаторы согласно технологическим регламентам предприятия).

НДТ 8. Контроль и измерение выбросов в атмосферу NO_2, CO_2, SO_2, пыли, формальдегида, гидроксида натрия.

НДТ 9. Контроль и измерение сбросов в воду (ХПК, БПК, взвешенные вещества, органические красители, СПАВ, АОХ, общий фосфор, общий азот), pH, электропроводность).

5.1.7 Управление системой обращения с отходами

НДТ 10. Снижение образования отходов, вовлечение в повторное использование путем применения комбинации методов/процессов, приведенных в таблице 5.8.

Таблица 5.8 — Методы/оборудование для снижения образования отходов, вовлечение в повторное использование и подготовку для размещения на полигоне

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Переработка текстильных отходов (мерного лоскута, рвани, шерстяной пряжи и т. д.) в собственном технологическом цикле	В основном применимо
2	Использование текстильных отходов в качестве вторичного сырья	В основном применимо
3	Соблюдение технологического режима обработки текстильных материалов	Общепримени мо
4	Предварительная обработка отходов перед повторным использованием на предприятии, переработкой или вывозом на полигон	В основном применимо
5	Разделение отходов в соответствии с волокнистым составом перед предварительной обработкой	В основном применимо
6	Внедрение малоотходных технологических процессов	В основном применимо
7	Модернизация оборудования и монтаж новейшего оборудования, исключающего получение волокнистых отходов и бракованной ткани и трикотажа	В основном применимо
8	Минимизация расхода технологических и промывных вод на единицу выпускаемой продукции за счет внедрения маломодульных процессов и оптимизации систем отжима	Ограниченно применимо

5.2 Выводы по НТД для отдельных технологических процессов текстильных производств

Для предприятий, выпускающих текстильные материалы различного волокнистого состава, необходимо выделить методы НТД для единичных технологических процессов.

5.2.1 Сточные воды и загрязнения

НТД 11. Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах подготовки текстильных материалов путем использования комбинации методов, приведенных в таблице 5.9.

Таблица 5.9 — Методы/оборудование для снижения сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах подготовки текстильных материалов

1	Замена хлорсодержащих окислителей на перекисные растворы и биохимические катализаторы	В основном применимо

Окончание таблицы 5.9

2	Сокращения расхода ПАВ и стабилизаторов в технологиях беления и промывки за счет использования устройств и оборудования, оптимизирующих процесс подготовки	Ограниченно применимо
3	Исключение использования композиционных ТВВ с целью минимизации образующихся поллютантов в сточных водах за счет оптимизации варочных и белящих составов	Ограниченно применимо
4	Замена щелочной отварки на биообработку для ограниченного ассортимента хлопчатобумажных, льняных и целлюлозосодержащих материалов	Ограниченно применимо
5	Организация систем выщелачивания в цехах, применяющих мерсеризацию	В основном применимо
6	Минимизация стадий, минимизация концентраций реагентов в варочных и белящих растворах для материалов, подвергающихся печатанию пигментными композициями и для крашения в темные тона	В основном применимо
7	Внедрение ферментативной расшлихтовки для тканей, ошлихтованных крахмальной шлихтой с целью сокращения расхода варочных и (или) белящих реагентов на стадиях подготовки	В основном применимо
8	Расширение ассортимента тканей с цветными нитями и пряжей, а также тканей на основе «вареной» ровницы, не требующих «жесткой» подготовки и беления в отделочном производстве	Ограниченно применимо
9	Повторное использование регенерированной щелочи в процессах отварки и мерсеризации	Применимо

НТД 12. Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессе колорирования целлюлозных, шелковых и шерстяных, полиамидных текстильных материалов и изделий активными красителями, путем использования комбинации методов, приведенных в таблице 5.10.

Таблица 5.10 — Методы/оборудование для снижения сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессе колорирования целлюлозных, шелковых и шерстяных, полиамидных текстильных материалов и изделий активными красителями

	Метод/оборудование	Применимость
1	Замена монофункциональных активных красителей на бифункциональные с высокой степенью фиксации на волокне	В основном применимо
2	Минимизация содержания мочевины в красильных и печатных составах	В основном применимо
3	Использование биодеградируемых загустителей для печатных красок	В основном применимо

Окончание таблицы 5.10

	Метод/оборудование	Применимость
4	Расширение ассортимента тканей с цветными нитями и пряжей, окрашиваемых на оборудовании периодического действия	Ограниченно применимо

НТД 13. Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах крашения полиэфирных текстильных материалов дисперсными красителями и шерстьполиэфирных смесью дисперсных и активных красителей на оборудовании периодического действия (см. таблицу 5.11).

Таблица 5.11 — Методы/оборудование для снижения сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах крашения полиэфирных текстильных материалов дисперсными красителями и шерстьполиэфирных смесью дисперсных и активных красителей на оборудовании периодического действия

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Исключение или минимизация (для шерстьполиэфирных ТМ) содержания органических переносчиков в красильном составе	В основном применимо
2	Окрашивание в высокотемпературном режиме для полиэфирных текстильных материалов	В основном применимо
3	Применение в качестве переносчиков при крашении шерстьполиэфирных текстильных материалов соединения на основе бензилбензоата и N-алкилфталамида	Ограниченно применимо
4	Применение диспергаторов с высокой степенью биоразлагаемости (на основе эфиров жирных кислот или модифицированных ароматических сульфокислот)	В основном применимо
5	Использование дисперсных красителей, которые можно очистить в щелочной среде методом гидролитической солюбилизации вместо восстановления	Ограниченно применимо

НТД 14. Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах крашения целлюлозных текстильных материалов кубовыми красителями на оборудовании периодического действия.

Таблица 5.12 — Методы/оборудование для снижения сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах крашения целлюлозных текстильных материалов кубовыми красителями

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Минимизация содержания дитионита натрия в растворе/замена дитионита натрия восстанавливающими средствами на основе производных сульфиновых кислот	В основном применимо

Окончание таблицы 5.12

№	Метод/оборудование	Применимость
2	Принятие системы мер (тщательный контроль за соблюдением технологических регламентов), позволяющих использовать минимальное количество восстановителя для восстановления красителя	
3	Использование в качестве окислителя пероксида водорода	
4	Исключение из технологии бихромата калия	
5	Контроль степени восстановления кубового красителя в зависимости от группы красителя в щелочно-восстановительном и лейкокислотном способах крашения	Применимо

НТД 15. Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах крашения шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи, ткани, сукна кислотными металлокомплексными (1:2) красителями (см. таблицу 5.13).

Таблица 5.13 — Методы/оборудование для снижения сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах после крашения шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи, ткани, сукна кислотными металлокомплексными (1:2) красителями

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Минимизация содержания красителей в красильной ванне за счет использования триад красителей основных цветов	В основном применимо
2	Снижение концентрации или полное исключение из красильной композиции выравнивателей	Применимо при крашении в средние и темные тона

НТД 16. Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах печати текстильных материалов пигментами (см. таблицу 5.14).

Таблица 5.14 — Методы/оборудование для снижения сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах печати текстильных материалов пигментами

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Использование автоматизированных систем дозирования и приготовления печатной пасты	В основном применимо
2	Использование специального оборудования для мытья бочек и шаблонов	
3	Снижение расходов пигментов и ТВВ за счет использования триад пигментов основных цветов	Применимо
4	Снижение сбросов ЗВ в результате замены полимерных связующих на препараты нового поколения, исключающих APEO и NPEO	В основном применимо

5.2.2 Снижение выбросов в атмосферу

НТД 17. Снижение выбросов NO_2 (маркерное вещество), образующихся при работе отделочного оборудования, осуществляется за счет комбинации методов (см. таблицу 5.15).

Таблица 5.15 — Методы/оборудование для снижения выбросов NO_2 (маркерное вещество), образующихся при работе отделочного оборудования

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Оптимизация и контроль горения	В основном применимы
2	Использование газообразного топлива с низким содержанием азота	
3	Контроль исправности горелок на сушильном, тканепечатном оборудовании, газоопальной машине	

НТД 18. Снижение выбросов CO_2 (маркерное вещество), образующихся при работе отделочного оборудования, осуществляется за счет комбинации методов (см. таблицу 5.16).

Таблица 5.16 — Методы/оборудование для снижения выбросов CO_2 (маркерное вещество), образующихся при работе отделочного оборудования

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Оптимизация и контроль горения	В основном применимы
2	Эффективное смешение	
3	Контроль исправности горелок на сушильном, тканепечатном оборудовании, газоопальной машине	

НТД 19. Снижение выбросов формальдегида (маркерное вещество) в атмосферу, образующихся в процессах заключительной отделки текстильных материалов, осуществляется за счет комбинации методов (см. таблицы 5.17 и 5.18).

Таблица 5.17 — Методы/оборудование для снижения выбросов формальдегида (маркерное вещество) в атмосферу, образующихся в процессах заключительной отделки текстильных материалов

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Применение бесформальдегидных предконденсатов термореактивных смол (ПТРС)	В основном применимо
2	Применение малоформальдегидных ПТРС	
3	Использование высокоактивных катализаторов	
4	Соблюдение технологического режима обработки	
5	Использование маломодульного нанесения отделочных аппретов	
6	Введение в пропиточный состав акцепторов формальдегида	Общеприменимо

Таблица 5.18 — Уровни выбросов формальдегида на действующих предприятиях по данным анкет предприятий

№	Оборудование	Количество выбросов
1	Тканепечатные агрегаты, линии термозольного крашения, зрельники	0,0029 т/год/21000000
2	Тканепечатные агрегаты, сушильное оборудование	0.00148 т/год/84520
3	Тканепечатные агрегаты, линии термозольного крашения, линия заключительной отделки	0,07616/53965

НТД 20. Снижение выбросов гидроксида натрия (маркерное вещество) в атмосферу, образующихся в процессах мерсеризации целлюлозных и целлюлозосодержащих (более 40 %) текстильных материалов, осуществляется за счет комбинации методов (см. таблицу 5.19).

Таблица 5.19 — Методы/оборудование для снижения выбросов гидроксида натрия (маркерное вещество) в атмосферу, образующихся в процессах мерсеризации текстильных материалов

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Минимизация концентрации гидроксида натрия в мерсеризационной ванне	В основном применимо
2	Использование холодного способа мерсеризации	Общеприменимо

НДТ 21. Предотвращение и снижение выбросов ЛОС и масляных туманов, образующихся в технологических процессах обработки текстильных материалов и изделий, путем использования комбинации методов, приведенных в таблице 5.20.

Таблица 5.20 — Методы/оборудование для предотвращения и снижения выбросов ЛОС и масляных туманов, образующихся в технологических процессах обработки текстильных материалов и изделий

№	Методы/оборудование	Применимость
1	Ввод в действие и модификацию оборудования с целью уменьшения использования растворителей	В основном применимы
2	Внедрение водных методов удаления масел и жиров из тканей вместо использования летучих растворителей	
3	Замена очищающих растворителей, в частности хлорированных, менее токсичными растворителями	

Окончание таблицы 5.20

№	Методы/оборудование	Применимость
4	Выделение ЛОС с помощью установок для улавливания паров и использования системы, работающей в режиме полностью замкнутого цикла, особенно в том случае, если невозможно исключить очистку с использованием галогенсодержащих органических растворителей (например, при обработке тканей, пропитанных большим количеством кремнийорганических жидкостей)	
5	Использование соответствующих технологий контроля (например, пропускание выбросов дымовых газов через бойлеры; установка скрубберов, в которых используются суспензии активированного угля; установка поглощающих фильтров из активированного угля; или сжигание извлеченных паров в системе сгорания)	

5.3 Расход энергии и энергоэффективность

НТД 22. Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии в процессах подготовки текстильных материалов: НДТ используют комбинацию методов, приведенных в таблице 5.21.

Таблица 5.21 — Методы/оборудование для снижения потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии, соответствующие НДТ

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Применение холодных способов расшлихтовки	В основном применимо
2	Применение холодного способа мерсеризации	В основном применимо
3	Совмещение операций расшлихтовки, отварки и мерсеризации (ЛМО, ЛОР)	Применимо для целлюлознополиэфирных тканей и тканей из искусственных волокон при наличии соответствующего оборудования-линий ЛМО, ЛОР
4	Использование одностадийного способа беления	Применимо
5	Использование тепла от оборудования для непрерывного крашения/отбеливания в целях предварительного подогрева поступающей воды и регенерация тепла за счет повторного использования охлаждающей воды и теплообмена с горячими сточными водами, отводимыми из машин для партионного крашения	Применимо

НТД 23. Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии в процессах крашения текстильных материалов: НДТ используют комбинацию методов, приведенных в таблице 5.22.

Таблица 5.22 — Методы/оборудование для снижения потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии, соответствующие НДТ

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Использование холодного способа крашения	Применимо для текстильных материалов окрашиваемых активными красителями
2	Использование колорирования текстильных материалов пигментами	В основном применимо
3	Крашение текстильных материалов на оборудовании периодического действия	В основном применимо

НТД 24. Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии в процессах заключительной отделки текстильных материалов: НДТ используют комбинацию методов, приведенных в таблице 5.23.

Таблица 5.23 — Методы/оборудование для снижения потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии, соответствующие НДТ

№	Метод/оборудование	Применимость
1	Использование бесформальдегидных препаратов в процессах заключительной отделки	В основном применимо
2	Использование малоформальдегидных препаратов в процессах заключительной отделки	
3	Использование акриловых и уретановых препаратов в процессах заключительной отделки, не требующих высоких температур фиксации на текстильных материалах	
4	Применение высокоактивных каталитических систем совместно с ПТРС, что позволяет осуществлять фиксацию их на текстильных материалах в процессе сушки	

Приведенный выше перечень НДТ не является исчерпывающим, поэтому любые другие технологии или сочетание технологий и методов, при промышленном применении которых достигается такой же или лучший результат, также могут рассматриваться как НДТ, хотя они и не описаны в настоящем справочнике.

Перечень маркерных веществ и технологических показателей в ТП приведен в приложении Г, перечень НДТ — в приложении Д.

Раздел 6. Экономические аспекты реализации наилучших доступных технологий

По данным Минэнерго (из Программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 г.» от 27 декабря 2010 г. № 2446-р.), общий размер возможной экономии энергетических ресурсов (потенциал энергосбережения) в стране за период с 2010 г. по 2020 г. составляет 952 млн т усл. т. При этом 28 % всего потенциала сосредоточено в промышленности. Чтобы добиться максимального использования потенциала энергосбережения за указанный период и обеспечить достаточно жесткие темпы снижения энергоемкости ВРП, предприятия всех отраслей промышленности должны активно проводить политику энергосбережения, направленную, прежде всего, на сокращение нерационального расходования топливно-энергетических ресурсов и их всемерную экономию на всех этапах производства.

Одним из эффективных элементов такой политики является организация и проведение энергетических обследований предприятий в целях получения объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов; определения показателей энергетической эффективности; выявления потенциала энергосбережения; разработки перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению, повышению энергетической эффективности и проведению их стоимостной оценки (Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»).

Учеными [19] предложена методика выявления и расчета потенциала энергосбережения в текстильной отрасли как одной из энергоемких отраслей промышленности Ивановской области.

Методика состоит из следующих этапов:

1) анализ потребления энергетических ресурсов по отрасли и на отдельных текстильных предприятиях;

2) расчет показателей энергоэффективности предприятий;

3) расчет индикаторов энергоэффективности от реализации типовых энергосберегающих мероприятий на одном из предприятий;

4) расчет потенциала энергосбережения.

Методика была апробирована на отделочном предприятии средней мощности. Предприятия текстильной отрасли характеризуются большой технологической энергоемкостью производства и потребляют значительные объемы энергоносителей различного вида: природный газ, электроэнергию, тепловую энергию, техническую воду. Энергетическая эффективность текстильных производств в настоящее время значительно снизилась в силу ряда объективных причин:

- морально и физически устаревшее оборудование;
- низкая активность в инновационной сфере деятельности;
- слабая связь с научно-исследовательскими организациями;
- нехватка высококвалифицированных кадров среди рабочих и инженерно-технических работников;

- недостаточная оснащенность приборами учета потребляемых энергоносителей.

Общее представление о масштабах потребления ТЭР текстильными предприятиями Ивановской области за период 2003–2008 гг. отражено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 — Динамика потребления топливно-энергетических ресурсов по текстильным предприятиям Ивановской области (по данным «Вестник ИГЭУ», вып. 1, 2012 г.)

Потреблено электроэнергии, тыс. кВт·ч		Потреблено электроэнергии всего, тыс. руб.	Потреблено тепловой энергии, Гкал	Выручка от реализации, тыс. руб.	Удельный вес расходов на ТЭР в выручке от реализации	Год
всего	на технологические нужды					
805249	690751	745008	1492098	7671556	0,187	2003
814368	640098	1007112	1564849	7776059	21,60 %	2004
919226	70563	81111741	2034936	7794109	27,40 %	2005
779231	606100	1096839	2469960	8239681	24,00 %	2006
654951	52879	61062075	1464177	9494533	21,10 %	2007
685802	5435	921287838	1444419	8936312	21,10 %	2008

Существенные колебания в объемах потребления энергоносителей по годам объясняются несколькими факторами:

1) изменением количества и состава действующих текстильных предприятий в области;

2) резким повышением цен на основное технологическое сырье — хлопок и энергоносители;

3) неритмичной поставкой сырья и суровья для выпуска готовых тканей в связи с появившейся негативной «давальческой» схемой.

В связи с этим работы по энергосбережению в текстильной отрасли могут существенно отразиться на снижении общей энергоемкости ВРП Ивановской области и, соответственно, повлиять на единый топливно-энергетический баланс (ЕТЭБ).

В Ивановской области на конец 2008 г. в составе действующих находилось 27 текстильных предприятий, включая прядильные, ткацкие и отделочные фабрики, среди них 10 отделочных предприятий и комбинатов по выпуску готовых тканей. Поскольку наиболее высокими объемами энергопотребления обладает отделочное производство, то основное внимание уделено именно данному типу предприятий.

Проанализированы в динамике основные экономические показатели работы отделочных предприятий как по объемам выпуска готовых тканей, так и по величине потребления энергоресурсов. По данным потребления ТЭР всеми действующими отделочными предприятиями области, были рассчитаны показатели энергоэффективности : удельные расходы электрической и тепловой энергии на тыс. $м^2$ выпущенных тканей.

Результаты расчета приведены в таблице 6.2. Как видно из данных, величина удельных расходов энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции является одним из важных показателей энергоэффективности предприятий. Чем выше значение

удельного показателя, тем менее эффективно используются энергоресурсы на предприятии.

Таблица 6.2 — Показатели удельных расходов энергоресурсов действующих отделочных предприятий Ивановской области за 2008 г.

№ п/п	Предприятие	Годовой выпуск тканей за 2008 г., тыс. м^2	Средний удельный расход электрической энергии, кВт·ч/тыс. м^2	Средний удельный расход тепловой энергии, Гкал/тыс. м^2
1	ООО «ЗиМа»	118068	0,07	0,76
2	ООО ПК «Красная Талка»	151998	0,11	0,60
3	ОАО «НИМ»	63168	0,20	0,84
4	ООО «Красный Октябрь»	84154	0,13	1,03
5	ООО ТК «Томна»	138292	0,21	0,51
6	ООО «Навтекс»	200034	0,20	0,33
7	ОАО ХБК «Шуйские ситцы»	139135	1,06	2,16
8	ОАО «Тейковотекстиль»	71015	0,29	1,48
9	ОАО «Кохматекстиль»	49895	0,16	1,52
10	ЗАО ПК «Нордтекс»	160749	0,61	1,74

Величина энергетических затрат, а соответственно и уровень энергоэффективности производства, могут зависеть от многих факторов, таких как состояние и режимы работы действующего оборудования, совершенство применяемых технологий обработки ткани, ассортимент выпускаемой продукции. При этом немаловажную роль играет уровень организации работ на предприятии в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности производства: своевременное проведение энергетических обследований и выявление имеющегося потенциала энергосбережения, разработка и реализация эффективных типовых энергосберегающих мероприятий, привлечение и внедрение инновационных проектов, направленных на экономию энергоресурсов.

Низкие показатели удельного энергопотребления одного из рассматриваемых предприятий (ныне «Прогресс») свидетельствуют о том, что данное предприятие постоянно проводит комплекс мероприятий по использованию имеющегося потенциала энергосбережения путем внедрения известных типовых технических решений, в частности:

- замена силовых кабелей от РУ-0,38 до печатного цеха;
- увеличение емкости конденсаторных установок на РУ ткацкого производства;
- отключение трансформаторов во внерабочее время;
- реконструкция системы освещения в печатном цехе с установкой автоматики;
- изменение схемы питания электрических печей на машинах ШЦ;
- замена привода на трех сушильных барабанах на тиристорный привод;
- замена косинусных конденсаторов емкостью 200 кВар;
- модернизация печатных сушилок;
- ремонт запорной арматуры на паропроводах;
- установка конденсатоотводчиков термодинамического типа после паропотребляющего оборудования;

- утилизация тепла конденсата для бытовых нужд; замена теплообменника и сокращение потерь конденсата и др.

На основе произведенных расчетов были получены индикаторы энергоэффективности: экономия тепловой энергии от внедрения типовых мероприятий в рассматриваемое промышленное производство, которая составила 2124,4 Гкал, или 0,303 тыс. т усл. т., и экономия электрической энергии — 299,3 тыс. кВт·ч, или 0,037 тыс. т усл. т.

Оценить с достаточной точностью размер экономии от внедрения энергосберегающих мероприятий на каждом предприятии текстильной отрасли не представляется возможным, поскольку многие из них не очень активно занимаются энергосбережением вследствие своей убыточной деятельности или отсутствия соответствующих финансовых ресурсов. С учетом полученных значений КЭС на одном отделочном предприятии можно определить величину экономии тепловой и электрической энергии на всех действующих текстильных предприятиях области.

Полученные расчеты сведены в таблице 6.3. Таким образом, в 2008 г. показатели экономии энергоресурсов по всей текстильной отрасли в среднем составили: экономия тепловой энергии — 32370,6 Гкал (4,7 тыс. т усл. т.), электрической — 15872,5 тыс. кВт·ч (3,0 тыс. т усл. т.). Общее снижение среднегодового расхода условного топлива от внедрения типовых энергосберегающих мероприятий составило 7,7 тыс. т усл. т. в год.

Таблица 6.3 — Экономия энергетических ресурсов в текстильной отрасли Ивановской области от реализации типовых энергосберегающих мероприятий

Предприятие/ производство	Размерность	Тепловая энергия			Электроэнергия		
		Qij	Экij ^{тепл}	КЭС	Wij	Эк ij ^{эл}	КЭСj, %
Отделочное предприятие ОАО «Прогресс»	Гкал, (тыс. кВт·ч) тыс. т усл. т.	88516,6–12,64	2124,4–0,30	2,4 % – 2,4 %	-8313,8 1,02	299,3 0,04	3,6 % 3,6 %
Отделочное производство (10 предприятий)	Гкал, (тыс. кВт·ч) тыс. т усл. т.	1303875–186,3	31293,0–4,5	2,4 % – 2,4 %	416402,8 51,2	14990,5 1,8	3,6 % 3,6 %
Итого по отделочным предприятиям	Гкал, (тыс. кВт·ч) тыс. т усл. т.	1392391,6–198,94	33417,4–4,75	2,4 % – 2,4 %	424716,6 52,22	15289,8 1,84	3,6 % 3,6 %

По данным [19] рассчитан потенциал энергосбережения для текстильной отрасли за 2008 г. Текстильная отрасль в 2008 г. израсходовала на собственное потребление 636,92 млн кВт·ч электроэнергии (или 78,3 тыс. т усл. т.) и 1573,26 тыс. Гкал тепла (или 224,8 тыс. т усл. т). Общее потребление ТЭР составило 303,1 тыс. т усл. т. Общий размер экономии ТЭР — 7,7 тыс. т усл. т.

Потери от нерационального использования тепловой и электрической энергии текстильной отраслью, по статистическим данным, могут лежать в пределах от 4 % до 10 % от общего потребления.

Данный показатель может быть уточнен в результате энергетических обследований предприятий. Реально устранимые потери ТЭР за счет проведения типовых энергосберегающих мероприятий в среднем по отрасли следующие: 2,4 % по электрической энергии и 3,6 % по тепловой энергии. Период реализации потенциала при расчете принят в среднем четыре года, это обусловлено планом энергосберегающих мероприятий, разрабатываемых на предприятиях (3–5 лет) и ограниченным финансовыми ресурсами предприятий отрасли.

Рассчитанный по разработанной авторами [19] методике потенциал энергосбережения в текстильной отрасли Ивановской области за период 2009–2012 гг. составил 19,32 тыс. т усл. т. по базе 2008 г. Коэффициент энергосбережения ТЭР в среднем по отрасли составил 2,5 %. Стоимость затрат на реализацию энергосберегающих мероприятий при достижении экономии в 1 т усл. т. составляет в среднем, по данным Российского энергетического агентства, 2,5–2,8 тыс. руб. Для реализации потенциала объемом 19,32 тыс. т усл. т. потребуется 54 096,0 тыс. руб. Сроки полной реализации потенциала будут зависеть от уровня инвестирования отрасли, в том числе от государственных субсидий и гарантий, поддержки правительства Ивановской области.

Анализ приведенных данных [20] показывает, что даже при активной деятельности всех текстильных предприятий в сфере энергосбережения максимально возможная экономия ТЭР составляет в среднем 2,5 % от годового потребления 2008 г. Очевидно, что такой величины годовой экономии энергоресурсов недостаточно для того, чтобы обеспечить требуемый размер снижения годового энергопотребления в отрасли до 2020 г., как этого требует государственная программа энергосбережения [21].

Поставленная задача может быть решена при условии использования текстильной отраслью инновационной модели развития. Это, прежде всего, согласованность работы всех участников инновационной системы, включая стратегическое партнерство предприятий с вузами, научными организациями, инновационными технопарками, в целях создания благоприятных условий для активного массового внедрения высокоэффективных энергосберегающих наукоемких технологий и оборудования [22].

На некоторых текстильных предприятиях Ивановской области уже имеется положительный опыт использования наукоемких технологий и оборудования в сфере энергосбережения в энергоемком отделочном производстве. Такие разработки имеют первостепенное значение особенно сегодня, поскольку позволяют резко сократить потери топливно-энергетических ресурсов, повысить энергетическую эффективность производства и тем самым обеспечить выполнение стратегической государственной цели — снизить к 2020 г. показатели энергоемкости ВВП на 40 % [20].

Экономические показатели при реализации НДТ при производстве текстильных материалов приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 — Экономические показатели при реализации НДТ при производстве текстильных материалов

Технология	Описание	Экономические показатели (капитальные, эксплуатационные затраты, эффекты)
Технологии валки-фулеровки и промывки шерстяных и шерстьсодержащих тканей	4.1	В периодических процессах — экономия расходов сырья за счет автоматической подачи воды, растворов, регулирования давления, температуры и продолжительности обработки. В непрерывной технологии промывки ткани сокращаются затраты на внутрифабричный транспорт, повышается съем продукции с единицы производственной площади более чем в 1,5 раза, уменьшаются расходы пара и электроэнергии более чем в 2 раза, повышается производительность труда и улучшается качество продукции при снижении себестоимости обработки
Технология карбонизации шерстяного волокна в массе и шерстяных материалов	4.2	
Технологи щелочной и окислительной варки льняной ровницы на оборудовании периодического действия для мокрого прядения	4.3	В периодических процессах — экономия расходов сырья за счет автоматической подачи воды, растворов, регулирования давления, температуры и продолжительности обработки
Технология ферментативной расшлихтовки целлюлозных и смесовых целлюлозосодержащих тканей в расправку	4.4	
Технология щелочной отварки и пероксидного беления расправленным полотном, предусматривающая промежуточную кисловочную обработку	4.5	
Технология щелочной отварки и пероксидного беления расправленным полотном без промежуточного кислования для хлопчатобумажных, полульняных и смесовых целлюлозосодержащих тканей с вложением химических волокон не более 50 %	4.6	Исключение кисловки (а, следовательно, дорогой кисловочной плюсовки и воздушного зрельника) позволяет значительно сократить стоимость линии

Технология	Описание	Экономические показатели (капитальные, эксплуатационные затраты, эффекты)
Технология биоотварки и пероксидного беления тканей на основе целлюлозы	4.7	Предварительная биоотварка позволяет сократить концентрации основных белящих реагентов и длительность запаривания
Совмещение процессов отварки с горячей мерсеризацией хлопчатобумажных и смешанных тканей по непрерывной плюсовочно-запарной технологии	4.8	Совмещение технологических процессов приводит к экономии тепло- и энергоресурсов
Технология непрерывного, полунепрерывного и периодического одностадийного пероксидного беления хлопчатобумажных и смешанных тканей и трикотажных полотен	4.9	В периодических процессах — экономия расходов сырья за счет автоматической подачи воды, растворов, регулирования давления, температуры и продолжительности обработки. В непрерывной технологии промывки ткани сокращаются затраты на внутрифабричный транспорт, повышается съем продукции с единицы производственной площади более чем в 1,5 раза, уменьшаются расходы пара и электроэнергии более чем в 2 раза, повышается производительность труда и улучшается качество продукции при снижении себестоимости обработки
Технология непрерывной расшлихтовки и двухстадийного пероксидного беления льняных и льносодержащих тканей с заключительным кислованием	4.10	Отсутствие хлорсодержащих загрязняющих веществ в стоках повышает эффективность работы очистных сооружений
Технология маломодульного нанесения рабочих растворов на текстильные материалы	4.11	За счет экономии воды, химматериалов и энергии достигаются экономические преимущества
Крашение хлопчатобумажных тканей активными красителями в аппаратах периодического действия	4.12	Экономия расходов сырья за счет автоматической подачи воды, растворов, регулирования давления, температуры и продолжительности обработки

Технология	Описание	Экономические показатели (капитальные, эксплуатационные затраты, эффекты)
«Холодное» крашение активными красителями по плюсовочно-накатной технологии расправленным полотном	4.13	Интенсификация отдельных операций хотя и снижает расход энергии и повышает производительность оборудования, но сохраняет повторяющиеся энергоемкие операции промывки и запаривания, совмещение которых сокращает расход энергии в 2 раза
Система автоматического дозирования химреактивов и красителей в технологиях отделки тканей	4.14	
Крашение целлюлозных материалов (пряжи, льняных, хлопчатобумажных тканей и изделий) кубовыми красителями в аппаратах периодического действия	4.15	Экономия воды, электроэнергии и химических веществ за счет возможного повторного использования рабочих растворов
Использование высокотемпературного метода крашения полиэфирных текстильных материалов дисперсными красителями на оборудовании периодического действия	4.16	За счет высокой степени фиксации дисперсных красителей и в результате отсутствия переносчиков достигается экономия красителей и снижение затрат на очистку сточных вод
Технология крашения ПА пряжи, нитей и трикотажных полотен в аппаратах периодического действия дисперсными красителями	4.17	Экономия расходов сырья за счет автоматической подачи воды, растворов, регулирования давления, температуры и продолжительности обработки
Технология крашения шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи, ткани, сукна кислотными металлокомплексными (1:2) красителями	4.18	При крашении в темные и средние тона исключается применение выравнивателей, что повышает эффективность биологической очистки
Технология крашения целлюлозных материалов, шелка, шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи активными красителями с высокой степенью фиксации	4.19	Технологии осуществляются на действующем оборудовании, экономическая эффективность может быть получена за счет снижения затрат на очистку сточных вод от красителей. Экономия воды, электроэнергии и химических веществ
Технология крашения смесовых шерсть-полиэфирных материалов с применением активных и дисперсных красителей	4.20	Технологии осуществляются на действующем оборудовании, экономическая эффективность может быть получена за счет снижения затрат на очистку сточных вод от красителей

Технология	Описание	Экономические показатели (капитальные, эксплуатационные затраты, эффекты)
Колорирование текстильных материалов и трикотажных полотен (целлюлозных, шерстяных, шелковых) активными красителями	4.21	Технологии осуществляются на действующем оборудовании, экономическая эффективность может быть получена за счет снижения затрат на очистку сточных вод от красителей
Печать текстильных материалов (целлюлозных, шерстяных, шелковых) пигментами на машинах с сетчатыми шаблонами	4.22	Беспромывочная технология обработки снижает затраты на очистку сточных вод
Сублимационная переводная печать по синтетическим тканям дисперсными красителями	4.23	Сублимационная печать может быть реализована на новых и существующих предприятиях. Стоимость внедрения модифицированной варки оценивается в каждом конкретном случае индивидуально
Цифровая прямая печать текстильных материалов пигментами на принтерах	4.24	Цифровая печать может быть реализована на новых и существующих предприятиях. Стоимость внедрения модифицированной варки оценивается в каждом конкретном случае индивидуально
Технология заключительной отделки текстильных материалов с помощью малоформальдегидных и бесформальдегидных отделочных препаратов	4.25	Беспромывочная технология обработки снижает затраты на очистку сточных вод и выбросов в атмосферу
Технология заключительной отделки текстильных материалов на основе акриловых и полиуретановых препаратов нового поколения	4.26	Беспромывочная технология обработки снижает затраты на очистку сточных вод и выбросов в атмосферу

Снижение потребления ТЭР в результате внедрения на отделочных предприятиях текстильной отрасли наукоемких разработок

Рассматривается возможность значительного снижения потребления ТЭР в результате внедрения на большинстве отделочных предприятий текстильной отрасли наукоемких разработок, созданных учеными Ивановского региона в области энергосбережения. Все предлагаемые к использованию разработки защищены авторскими свидетельствами и патентами на изобретение. Промышленная реализация таких разработок осуществляется в виде отдельных или комплексных инновационных проектов, которые охватывают широкий круг проблем текстильного производства: модернизация существующего оборудования с повышением производительности и энергоэффектив-

ности, разработка и освоение новых энергоэффективных теплотехнологий, **применение различных методов интенсификации технологических процессов**, например:

- ультразвуковая обработка;
- инфракрасное излучение;
- высокотемпературный нагрев;
- вакуумирование;
- совмещение технологических операций;
- создание поточных линий непрерывной обработки тканей;
- максимальное использование вторичных энергоресурсов (тепловых отходов производства).

В таблице 6.5 представлен перечень наиболее перспективных инновационных энергосберегающих проектов (ИЭП) и дана оценка их экономической эффективности при снижении потребления тепловой энергии. Из приведенных данных видно, что от каждого проекта достигается экономия тепловой энергии от 5 % до 50 %. При этом годовой экономический эффект от использования проекта может составить от 0,5 до 5 млн руб. при сроке окупаемости от двух месяцев до одного года.

Таблица 6.5 — Перечень ИЭП, предполагаемых к использованию в текстильном отделочном производстве

Инновационные энергосберегающие проекты	Экономия тепловой энергии при внедрении одного проекта, %	Оптимальное количество проектов на одном предприятии, %
1 Оборудование и технология для энергосберегающей пропитки ткани при заключительной отделке	50	5
2 Оборудование для утилизации теплоты паровоздушных выбросов от сушильных машин и зрельников	10	20
3 Рационализация систем конденсатоудаления от пароиспользующего оборудования	10	20
4 Автоматизированная система поддержания заданной величины влажности ткани после сушильных машин	5	20
5 Совмещенная технология промывки и сушки ткани с аппретированием и термофиксацией на одной поточной линии	50	1
Всего по фабрике		66

Проведен анализ технической и технологической возможности и целесообразности комплексного внедрения сразу нескольких из предлагаемых проектов на одном из хлопчатобумажных предприятий, с целью достижения максимальной экономической эффективности производства, учитывая реальные условия его работы. Расчет выполнен применительно к действующему хлопчатобумажному отделочному предприятию средней мощности, включающему 4 технологических цеха: отбельный, печатный, кра-

сильно-промывной, аппретурно-отделочный, с объемом выпуска 100 млн $м^2$ в год хлопчатобумажной ткани шириной 100 и 150 см.

Предприятие оснащено отечественным технологическим оборудованием. Энергоносители пар, электроэнергия, вода поступают от внешних поставщиков. Расчет проведен последовательно по каждому цеху отделочного производства на основе данных энергетического аудита. Результаты расчета экономической эффективности от внедрения проектов приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 — Экономия энергоресурсов при реализации комплекса ИЭП в отделочном производстве текстильного предприятия средней мощности

Цех	Технологическое потребление пара (Q)		Экономия (Э)	
	до внедрения, т/ч	после внедрения, т/ч	т/ч	%
Отбельный	8,0	6,4	1,6	20,0
Печатный	5,0	4,0	1,0	20,0
Красильно-промывной	6,0	3,8	2,2	37,0
Аппретурный	6,0	1,9	4,1	68,0
Итого:	25,0	16,1	8,9	36

По данным таблицы 6.6, были рассчитаны годовые показатели энергосбережения по отделочному производству при среднем годовом количестве рабочих часов — 5000.

- суммарное потребление тепловой энергии в отделочном производстве до внедрения:

$$Q^{\text{отд. пр-во}} = 25{,}5 \cdot 5000 = 125\,000 \text{ [т/год]}, \text{ или } 80\,000 \text{ [Гкал/год]};$$

- общая экономия тепловой энергии в отделочном производстве в натуральном выражении:

$$Э^{\text{отд. пр-во}} = 8{,}9 \cdot 5000 = 44\,500 \text{ [т/год]}, \text{ или } 28\,480 \text{ [Гкал/год]};$$

- коэффициент энергоэффективности от внедрения комплекса ИЭП в отделочном производстве:

$$Кэф^{\text{отд. пр}} = 44\,500/125\,000 = 36\ \%.$$

Отделочное производство является наиболее энергоемким в отрасли, в нем используется до 80 % тепловой энергии от общего объема потребления. Поэтому целесообразно при оценке энергоэффективности текстильного предприятия определять целевые показатели раздельно для отделочного производства и предприятия в целом.

Общую энергоэффективность от широкого внедрения ИЭП в масштабе текстильной отрасли или региона в целом можно оценить на примере комплексного использования проектов на большом количестве предприятий.

В таблице 6.7 представлены данные по энергосбережению на 10 ведущих действующих отделочных предприятиях Ивановской области.

Таблица 6.7 — Данные по энергосбережению на 10 ведущих действующих отделочных предприятиях Ивановской области (2008 г.)

№ п/п	Предприятие	Годовой объем выпуска ткани, тыс. м^2	Годовое потребление тепловой энергии предприятием, Гкал [Q $^{текст.пр}$]	Технол. энергоемкость ВП предприятия до внедрения ИЭП, Гкал/ тыс. м^2	Годовое потребление тепловой энергии в отделочном производстве (80 %), Гкал	Годовая экономия тепловой энергии в отделочном производстве, Гкал	Удельная экономия тепловой энергии, Гкал/ тыс. м^2	Коэффициент энергоэффективности предприятия
1	Зима	118068	89169	0,76	71335,2	25680,7	0,22	0,29
2	Красная Талка	151998	91331	0,60	73064,8	26303,3	0,17	0,29
3	НИМ	63128	53260	0,84	42608	15338,9	0,24	0,29
4	Красный Октябрь	84154	87064	1,03	69651,2	25074,4	0,30	0,29
5	Томна	138292	70072	0,51	56057,6	20180,7	0,15	0,29
6	Навтекс	200034	66382	0,33	53105,6	19118,0	0,10	0,29
7	Шуйские ситцы	139135	300418	2,16	240334	86520,4	0,62	0,29
8	Тейковские ткани	71015	105387	1,48	84309,6	30351,5	0,43	0,29
9	Кохма текстиль	49896	76062	1,52	60849,6	21905,9	0,44	0,29
10	Нордтекс	160749	280483	1,74	224386	80779,1	0,50	0,29
	Итого	1176469	1219628	1,04	975702	351252,9	0,30	0,29

Показатели потребления тепловой энергии и выпуска продукции приведены за докризисный 2008 г., который является наиболее экономически стабильным.

Раздел 7. Перспективные технологии

Развитие текстильного производства невозможно без дальнейшего внедрения ресурсосберегающих экологически безопасных технологий. В настоящее время в качестве перспективных технологий можно выделить следующие:

1) ферментативные технологии обработки текстильных материалов различного волокнистого состава;

2) плазменные технологии отделки текстильных материалов;

3) технологии, основанные на использовании сверхкритического углерода;

4) технологии, основанные на использовании ультразвука;

5) технологии отделки текстильных материалов с использованием энергии электромагнитных колебаний ВЧ/СВЧ-диапазона;

6) применение альтернативных текстильных вспомогательных веществ;

7) использование новых методы очистки сточных вод;

8) пенные технологии отделки (ПТО) текстильных материалов.

7.1 Ферментативные биохимические технологии

Новые экономические условия, сложившиеся в России, ставят текстильную отрасль перед необходимостью поиска новых путей повышения конкурентоспособности продукции. Перед отраслью стоят задачи повышения качества продукции, снижения ее себестоимости при существующей структуре сырьевой базы. Особый интерес в сложившейся ситуации представляет возможность решения этих задач путем разработки новых и совершенствования уже существующих технологий, не требующих обновления парка оборудования отделочных предприятий, а также поиск относительно недорогих и высокоэффективных текстильных вспомогательных веществ.

Другой не менее важный аспект совершенствования технологий текстильной промышленности связан с экологическими проблемами — переходом на применение нетоксичных препаратов и снижением сбросов вредных веществ в сточные воды. Одной из альтернатив традиционным процессам подготовки и отделки текстильных материалов являются энзимные технологии.

Одним из реальных и рентабельных путей принципиальной перестройки процесса подготовки является использование биохимических процессов. Сегодня в текстильной промышленности используются 7 основных групп ферментов: амилазы, липазы, пектиназы, каталазы, протеазы, целлюлазы, лактазы.

Использование энзимов в производстве поможет решить такие важные задачи текстильного производства, как:

- создание более чистого, мягкого, экологичного, неагрессивного и экономичног/о с точки зрения энергозатрат химического производства;

- более полная переработка низкокачественных натуральных (грубых шерстяных волокон, короткого льняного волокна) волокнистых материалов;

- производство новых текстильных материалов, обладающих принципиально новыми свойствами, соответствующих по качеству требованиям и эстетическим вкусам современного потребителя.

Биохимические катализаторы (ферменты) сочетают свойства как гомогенных, так и гетерогенных катализаторов, а также новые совершенно уникальные качества:

- селективность (избирательность воздействия);
- 100%-ную биорасщепляемость (полная деструкция в сточных водах);
- мягкие условия проявления активности по отношению к субстрату (температура — 30 °С — 70 °С, pH среды — 4–9).

По данным Европейской организации экономической кооперации и развития (OECD), наиболее широкое применение биотехнологические процессы в текстильной технологии нашли в США и Германии. В текстильной промышленности стран Европы основные направления, по которым идет развитие биотехнологии, связаны с использованием ферментов при расшлихтовке (амилазами), антипиллинговой обработке и мягчении при помощи целлюлаз, удалении остаточной перекиси водорода в процессах отбеливания с каталазами.

7.1.1 Биохимические технологии облагораживания льняных волокон

Пионерские работы по данному направлению основаны на применении микробиологических процессов в процессах активирования мочки льна. Так, при использовании пектолитических ферментов для выделения длинного льняного волокна ускоряется процесс мочки, сокращается количество отходов, получаемое волокно не обладает специфическим запахом. Время мочки льняной соломы при введении в мочильный раствор диффузной вытяжки из Asp. niger, Asp. awamori и Alternaria tenis (ВНИИсинтезбелок), содержащей пектолитические ферменты, сокращается с 24 ч до 15 ч. Процесс мочки льноволокна осуществляли при температуре 37 °С в течение 36–40 ч, концентрация препарата в растворе составляла 0,5 % к массе соломы, pH 8–8,5. Показано, что после биодеградации волокно обладало повышенной гибкостью, прочностью, осветленностью. При внесении большой дозы неочищенного препарата (5 % от объема мочильной жидкости) в мочильную жидкость наряду с пектолитическими ферментами попадали и синтезируемые грибом целлюлолитические ферменты, что приводило к ослаблению получаемого волокна. Поэтому все препараты необходимо предварительно проверять на пектолитическую и целлюлитическую активность.

Применение препаратов Пектоклостридина ГЗХ Пектаваморина П2Х, позволяет ускорить процесс мочки (до 20–22 ч) без повреждения целлюлозы. Солому замачивают в воде при гидромодуле 1:15. Дозы препаратов составляют 0,5 % — 3 % к массе соломы при температурае 38 °С — 39 °С. Проведение мочки льна с препаратом П2Х в воде и в ацетатном буфере с pH 3,8–4,2 при предварительной стерилизации соломы показало, что в нестерильной воде активность препарата снижается, а в ацетатном буфере она выше в 1,5–2 раза, оптимальным является 1%-ный раствор.

Способ твердофазной ферментации соломы заключается в обработке волокна при влажности волокна 60 % — 80 %. Технология обеспечивает увеличение выхода длинного волокна в 1,5 раза в сравнении с действующей технологией. В работах ЦНИИЛКА проведено сравнительное изучение влияния Пектаваморина ПГХ, Пектиназы, Пектоклостридина ГЗХ, Пектолитина (ВНИИ биотехнический институт) на качество длинного льняного волокна, выделяемого после механической обработки. Показано, что полученное волокно обладает повышенной гибкостью и прочностью к разрыву.

Способ твердофазной ферментации льносоломы с использованием комплекса пектолитических, гемицеллюлазных и целлюлазных ферментов, продуцируемого грибом Frameters P431, позволяет достигнуть эффективной делигнификации. При температуре 12 °С — 40 °С сырье выдерживается в течение 48–50 ч при влажности соломы 40 % — 120 %. Практическая реализация данного способа позволила создать малоотходную технологию с минимальными затратами тепла и энергии за счет исключения стадий отжима и промывки. Новая технология позволяет в среднем увеличить выход волокна в 1,8 раза при получении волокна лучшего качества (N18 вместо N11). Экономический эффект от реализации данной технологии складывался в основном из увеличения выхода длинного волокна на 45 % — 50 %, от экономии электроэнергии и от значительного сокращения промывных стоков. По технологии льносолома формируется в рулоны весом 200–220 кг, которые на поддонах помещаются в специальную камеру-помещение (цех), где создается и поддерживается температура около 60 °С и необходимая влажность. Перед помещением в биокамеру рулоны опрыскиваются раствором приготовленного ферментативного препарата и выдерживаются в биокамере в течение суток. Через сутки процесс ферментативной обработки льносоломы завершается, рулоны вынимают из биокамеры, просушивают в течение 1–2 ч и отправляют на мяльные агрегаты, существующие на льноперерабатывающих предприятиях.

Современные биотехнологические подходы к модифицированию целлюлозосодержащих материалов используют биохимическое отбеливание, при котором обработка гемицеллюлатическими ферментами способствует удалению лигнина и, как следствие, приводит к осветлению волокон. Так, например, применение композиции манназы и ксиланазы обеспечивает удаление гемицеллюлоз из целлюлозной пульпы более чем на 80 %.

ИГХТУ разработаны эффективные технологии котонизации льноотходов, например короткого волокна № 2–4. Способ высокоселективной ферментативной котонизации в отличие от химических способов позволяет максимально сохранить целлюлозную составляющую, что подтверждается высоким показателем выхода волокна после механической обработки (50 % — 68 %), низким содержанием непрядомых волокон пуховой фракции. Согласно технологии короткое льняное волокно, предварительно разрезанное и разрыхленное на трепальном агрегате ТБ-3, пропитывается при pH 5,5–6,5 и температуре 35 °С — 40 °С раствором, содержащим Пектофоетидин 1 г/л (или его аналоги), выдерживается при этой температуре в течение 25–60 мин. Затем волокно отжимается, поступает на рыхлительную машину, далее питателем укладывается на транспортер сушильной машины, высушивается до 12 % — 16 % влажности и обрабатывается на трепально-чесальном оборудовании хлопкопрядильного производства. Полученный котонин характеризуется линейной плотностью 320–480 м текс (без учета расщепленности), номером –1220–1770, разрывной нагрузкой одиночного волокна – 0,0149–0,0198 Н, удлинением одиночного волокна — 4,7 % — 5 %, средней длиной 36,1 мм, закостренностью — 0,29 % — 1 %. Технология формирования хлопкольняной ленты предусматривает: смешение котонина и хлопка на горизонтальном разрыхлительном агрегате, загружение в питатель, пропуск через чесальную машину, где также осуществляется смешение волокон, выравнивание и сильное утонение.

Маломодульная ферментативная технология предобработки льна до механического разволокнения, которая позволяет увеличить степень переработки низкосортного сырья (короткого льняного волокна и очесов), сократить число операций механической

обработки. Новая продукция позволит освоить и расширить новые практические области использования натуральных волокон. Предложен новый подход элементаризации комплексного льноволокна, основанный на использовании низкотемпературного биохимического воздействия, обеспечивающего селективное удаление части нецеллюлозных полисахаридов с сохранением структурообразующего лигнинного компонента. В отличие от известных химических и биохимических технологий нами доказана возможность исключения промывок, что значительно упрощает организацию производства. Эффективное ослабление связей клеящего комплекса межклеточного вещества позволяет сократить последующее механическое воздействие. В результате нарушения связей паренхимных тканей обеспечивается более легкое отделение «присушистой» костры. Волокна нового котонина имеют легкую извитость и суженные концы, что придает им дополнительную мягкость.

Преимущества новой технологии перед котонином, получаемым механическим способом на линиях, установленных на российских и белорусских льноперерабатывающих предприятиях, и механохимическим способом, основанным на процессах щелочной варки, заключаются в следующем:

- экологичность за счет исключения использования химических реагентов и применения ферментов супернизкой концентрации (комплекс пектиназ, гемицеллюлаз и целлюлазы);

- низкий расход технологической воды за счет использования маломодульных операций пропитки и исключения стадий промывки, возможность установки оборудования как на льно- и хлопчатобумажных предприятиях, так и на специализированных производствах, свободных производственных площадях, расположенных в городской черте;

- низкая энергоемкость за счет применения холодных методов воздействия;

- отсутствие загрязненных сточных вод.

Рассчитанная потребность в энергоресурсах составляет:

- удельный расход воды — 0,5 л/кг волокна;

- удельный расход пара — 1 кг/кг волокна.

Общая производственная площадь производства составляет 900 м^2, из них участок предварительной механической очистки — 700 м^2, участок ферментативной котонизации — 200 м^2.

В условиях хлопкопрядильного производства хлопкоподобное льноволокно рекомендуется в качестве смесовой составляющей (20 % — 25 % по отношению к хлопковому волокну) для получения пряжи кольцевого способа прядения № 34. По данным физико-механического анализа качества пряжи разрывная нагрузка одиночной нити составляет (Н) 2,8–3,07, что на 10 % — 15 % выше базовой хлопчатобумажной, линейная плотность (текс) — 28,9–29,27, относительная разрывная нагрузка (Н/текс) — 0,0981–0,103, удлинение (%) — 4,9–5,0. Вложение котонина в количестве 17 % — 19 % в хлопчатобумажную пряжу позволяет значительно улучшить гигиенические и прочностные свойства материала. Подготовленная по действующему режиму беления хлопкольняная ткань бязевого ассортимента имеет поверхностную плотность 145 г/м^2, белизну 81,5 %, более высокую прочность и капиллярность на 30–40 мм выше, чем базовая хлопчатобумажная ткань.

Разработаны низкотемпературные технологии подготовки льняной ровницы взамен высокотемпературным режимам щелочной отварки. Температура обработки ровницы — 35–40 °С при pH на уровне 5,5–6,5 в течение 60 мин.

При обработке ровницы композицией ферментов пектиназ и гемицеллюлаз за счет увеличения степени удаления лигнина на 5 % — 8 % обеспечивается не только улучшение технических свойств, но и цветовых характеристик льяного волокна, соответствующих эффектам, приобретаемым при щелочной отварке ровницы.

Пример технологического режима ферментативной обработки ровницы для получения пряжи цвета серого льна № 34 (модуль 1:10, вес партии — 480–500 кг):

- обработка препаратом Пектофоетидин Г3Х и его аналогами (1–3 г/л в зависимости от активности ферментов), неионногенный смачиватель с низким пенообразованием (Феноксол БВ-0,5 г/л), уксусная кислота — до pH 5,5 при температуре 40 °С — 60 °С в течение 30–60 мин ;

- 1-я промывка: триполифосфат натрия 0,4 г/л, сода 1,5–2 г/л, температура 75 °С –85 °С, длительность — 10 мин; далее — промывка теплой водой, кислование, промывка водой.

Полный технологический режим беления льноотходов с предварительной механической обработкой (трепание и чесание) для получения льняной ваты, включает ферментативную обработку препаратом на основе пектиназ, гемицеллюлаз с концентрацией 0,5–3 г/л (в зависимости от активности ферментов, входящих в них) при pH 6–7 и температуре 50 °С — 60 °С, промывку в растворах ПАВ при 80 С и далее щелочно-пероксидное беление по технологии, приближенной к способам подготовки хлопкового волокна. Обработку можно проводить в аппаратах периодического действия. Установлено, что беление льняного волокна, прошедшего стадию ферментативной обработки, во избежание глубокой котонизации, образования фракции пуховых волокон и, следовательно, высокой потери массы, необходимо осуществлять в условиях сравнительно низких концентраций гидроксида натрия (не более 1–1,7 г/л) и концентрации пероксида водорода не более 2–2,5 г/л. Капиллярность полученного отбеленного котонина достигает 105–110 мм, поглотительная способность увеличивается до 16,9–17,1 г/г, белизна от 68 % до 78 %, а потеря массы при этом не превышает 25 % — 28 %.

7.1.2 Бесхлорные технологии подготовки льняных и полульняных тканей с использованием на первой стадии биохимических процессов

С ужесточением современных стандартов качества продукции и норм ПДК веществ в сточных водах, предусматривающих полное исключение хлорсодержащих реагентов, разработка технологических режимов облагораживания текстильных материалов, где биотехнология заменяет экологически небезопасные классические химические методы воздействия, является весьма актуальной и своевременной. Впервые создание теоретических основ и разработка бесхлорных технологий отделки текстильных льносодержащих материалов позволили доказать возможность организации работы отечественных льняных текстильных производств на принципиально новом уровне и выпуска текстильных материалов, соответствующих требованиям ГОСТ и современным экологическим стандартам. Высокая экологическая безопасность предлагаемых процессов ферментативно-пероксидного беления подтверждена результатами проведенной экспертизы сточных вод. Выявлено снижение БПК с 200 до 133,2 и ХПК с 545 до 400 мг/л

O_2, повышение прозрачности сточных вод, снижение концентрации взвешенных веществ с 129,5 до 58 мг/л и уменьшение сухого остатка с 1720 до 799 мг/л.

Синергетический эффект от действия амилаз, пектиназ и целлюлаз благоприятствует увеличению сорбционной восприимчивости и реакционной способности целлюлозы по отношению к красителям. Установлено, что в процессе ферментативно-пероксидного беления достигается желаемый результат модификации целлюлозы волокна, обеспечивающий качественное крашение активными красителями в условиях регламентированных режимов. Несмотря на то что белизна тканей, отбеленных по ферментативно-пероксидной технологии в 3 стадии, не превышает 74 % — 78 % для льняных тканей и 78 % — 81 % для полульняных тканей, интенсивность окрасок находится на высоком уровне. Как показала практика отделки тканей, отбеленных по ферментативно-пероксидной технологии, в процессе крашения исключаются некоторые виды брака (белесые пятна и полосы).

Использование композиции амилаз, пектиназ и гемицеллюлаз позволяет реализовать на практике различные технологии бесхлорного беления льняных тканей.

7.1.3 Совмещенные технологии биоотварки, биополировки, мягчения и крашения

Перспективны ферментативные технологии, заменяющие щелочную отварку в процессах подготовки хлопчатобумажных тканей, основаны на обработке пектиназами, содержащими пектатлиазы, целлюлазы и окислительно-восстановительные ферменты, способные катализировать реакции беления. Весьма рациональными являются технологии биоотварки для крашения прямыми и активными красителями.

Положительный эффект ферментативной обработки связан с получением неповрежденной целлюлозы, характеризующейся однородностью морфологической структуры. В случае же крашения отваренных тканей наблюдается более полное истощение красильной ванны при неравномерности окрашивания по диаметру волокна. Это явление связывают с сорбцией красителя в поверхностных структурах поврежденного волокна.

7.1.4 Совмещенные технологии подготовки и мягчения природноокрашенных льняных тканей

Критериями качества подготовки льняных тканей являются основные технические показатели, стандартизируемые требованиями ГОСТ, в первую очередь белизна, капиллярность, прочность на разрыв, а также устойчивость к истиранию. Придание тканям высокой мягкости на данной стадии подготовки рассматривается как необязательное условие, поскольку требования заказчиков и экспортеров продукции весьма различны. Так, ткани, экспортируемые в Италию, должны отличаться высокой формоустойчивостью, характерной для старинных скатертных изделий и определенной жесткостью, а ткани, идущие на экспорт в США, Канаду, Турцию, должны иметь высокую мягкость. Новые тенденции в моде определяют новые функции и качество льняных изделий. Дессинаторские решения все чаще направлены на разработку костюмных льносодержащих тканей. Современные изделия должны иметь повышенную мягкость и

драпируемость, подобную хлопчатобумажным тканям, а в некоторых случаях — шелковым материалам.

Имеющиеся в настоящее время технологические решения по усовершенствованию процессов заключительной отделки льна отличаются от традиционных использованием более экологичных ТВВ, т. е. биологически расщепляемых веществ, снижением концентрации формальдегидсодержащих отделочных препаратов, токсичных смол. Однако данные технологии не решают в полной мере всего комплекса проблем экологии, энерго- и материалоемкости технологических процессов с учетом повышения требований качества продукции и требуют дальнейшего совершенствования.

Так, известны отделочные составы для придания тканям и трикотажу мягкости, шелковистости, эластичности на основе предконденсатов термореактивных смол, например: отексид НФ, овисид А, на основе модифицированной диметилодегидроксиэтилен мочевины — Фиксапрет СМ, мягчитель МК-1 — композиция на основе силиконов и термопластичной смолы, Белзофт 200 — на основе алкилоламида и полигликолевого эфира, Перрустол WFH (Rud) — продукт конденсации жирных кислот, предназначенный для хлопчатобумажных махровых изделий, Персофталь FN — смесь из амида жирной кислоты и эфира полигликоля, пригодный для совмещенных операций заключительной отделки и крашения.

Предлагаются технологии мягчения, основанные на использовании неионогенных поверхностно-активных веществ (неонолов, феноксола БФ, синтанолов и др.) и фосфорорганических анионактивных препаратов, которые позволяют снизить потери прочности на 10 % — 20 % и жесткости на 8 % — 10 % по сравнению с текстильными материалами, обработанными традиционными составами. Недостатками известных химических составов для мягчения, используемых в процессах заключительной отделки, является то, что они не обеспечивают долговременного эффекта мягчения, который во многом зависит от условий и числа стирок при последующей эксплуатации тканей и изделий из них. Это связано с тем, что мягчитель поверхностно наносится на текстильный материал. Одновременно применяемые синтетические реактивы в композиционных составах мягчителей могут являться дермотологически небезопасными и значительно ухудшать сточные воды производства.

В связи с возрастающими требованиями к качеству текстильных материалов и экологизации производства использование ферментативных катализаторов весьма актуально для современного производства. Механобиохимическая обработка позволяет нивелировать цветовые пороки материала (желтизна, бурый оттенок), повысить белизну на 8–10 ед, капиллярность на 60–70 мм и мягкость льняной ткани более чем в 3 раза. Степень расшлихтовки достигает 98 % — 99 %, а суммарная степень удаления примесей — от 10 % до 40 %, что превосходит результаты постадийной технологии обработки природноокрашенных тканей путем щелочной отварки, обработки щавелевой кислотой и последующего механохимического мягчения.

Существует несколько вариантов построения технологий:

- для линий ЛЖО (1 секция);

- для обработки расправленным полотном (ВК-3, линии Бенингер, Вакаяма) в сочетании в механической обработкой на аппаратах Airo-1000s влажного полотна;

- для обработки тканей и изделий на машинах типа КТ-100;

- «холодная» ферментативная обработка на машинах рулоно-перемоточного типа с последующим ворсованием или обработкой на Airo-1000s сухого полотна (для котонинсодержащих, полульняных и льняных тканей).

В процессе обработки под действием комплекса ферментов происходит расшлихтовка, делигнификация и «эрозия» поверхности волокон. Разработанные технологии позволяют заменить традиционно применяемые операции щелочной отварки или расшлихтовки щавелевой кислотой. Использование обработки препаратами амилаз (например, Аквазим 240 L или Биотекс 0,5–1,5 г/л) в сочетании с препаратами целлюлаз (например, Целлюсофт АР, Целловиридин или Биософт 0,5–2 г/л) при температуре 50 °С — 60 °С в течение 60–90 мин или по схеме: пропитывание в ферментсодержащем растворе при температуре 50 °С — 60 °С при pH 5,5–6,5 , выдерживание без подогрева в течение 120–180 мин, промывка, позволяет не только повысить капиллярность, мягкость, выравнивание и осветление естественной серой окраски текстильного материала на 7–10 ед, но и улучшить гриф ткани. Технологии рекомендуются для реализации на традиционном отделочном оборудовании отбельных цехов, например, секции линии непрерывного беления ЛЖО, барках и машинах рулоно-перемоточного типа, (например, ВК-3), а для малых партий — на оборудовании периодического действия типа КТ-100.

Результатами практической реализации способа в условиях отделочного производства Красавинского льнокомбината на линии ЛЖО показано, что совмещенный процесс ферментативной обработки и мягчения способствует снижению разнооттеночности полотен природноокрашенной льняной ткани и повышению выпуска ткани 1 сортом более чем на 20 %. Ткани, отделанные в одну стадию, имеют мягкость в 2 раза выше тканей, подготовленных по действующей технологии, включающей щелочную отварку и обработку щавелевой кислотой, при прочности соответствующей требуемым нормам.

Высокая экологичность предлагаемых процессов подтверждается существенным улучшением характеристик сточных вод: снижение БПК, ХПК, повышение прозрачности сточных вод, снижение концентрации взвешенных веществ и существенное уменьшение сухого остатка (см. 7.1.1).

7.1.5 Беление суконных тканей с присутствием ферментов

Ферментативная обработка позволяет улучшить степень подготовки под крашение, достигнуть мягкого грифа, снизить концентрацию пероксида водорода и уменьшить длительность операции.

Энзимная обработка взамен операции хлорирования шерсти позволяет вести крашение при более низких температурах. При этом доказано, что обработка энзимами не ухудшает стойкость окраски к свету и стирке. Ферментные препараты на основе пулланазы рекомендуются для использования на стадии крашения и заключительной отделки шерстяных трикотажных изделий (pH 4,5–5,5; температура 60 °С, 2 % — 4 % от массы обрабатываемого сырья). Активацию процесса беления в присутствии ферментов — протеаз можно объяснить тем, что в результате гидролиза возрастает количество аминогрупп. Это, в свою очередь, способствует увеличению количества адсорбированной перекиси водорода. Снижение белизны, возможно, обусловлено преобразованием карбоксильных групп дикарбоновых кислот, входящих в состав кератина, и образованием альдегидных групп.

Оптимизированы условия ферментативно-пероксидного беления в присутствии пектиназы и (или) липазы, обеспечивающие при минимальном повреждении волокна белизну на уровне 74 % — 82 %, что на 4 % — 12 % выше, чем при белении пероксидом водорода без фермента в присутствии аммиака при pH 9.

Отмечена сравнительно низкая растворимость отбеленного волокна в растворе МГР, что может быть следствием модификации некоторых аминокислот под действием пероксида водорода и превращения части межмолекулярных цистинных связей в лантиониновые, или межмолекулярной «сшивки» посредством ковалентных связей. Возможна внутримолекулярная окислительная конденсация с образованием десмозина или окисление и адольная конденсация остатков аминокислот лизина и гистидина.

Один из технологических режимов ферментативно-пероксидного беления шерстяных материалов рекомендуется проводить в следующих условиях: модуль ванны 1:20, концентрация сериновой протеазы 0,3 % — 1 % от массы материала, пероксида водорода (32%-ный раствор) 0,5 %, гидроксида натрия 0,04 %, неионогенный ПАВ 0,03 % при температуре 45 °С в течение 20 мин и далее при повышении температуры до 70 °С 45 мин. Необходимо учитывать, что большинство протеаз устойчивы и активны до pH = 9 и при температурах не выше 45 °С.

При использовании ферментов протеаз, рекомендуемых для технологий обработки текстильных материалов из шерсти, оптимальные концентрации ферментов варьируются от 1–10 г/л в зависимости от активности ферментативной составляющей, условия обработки: модуль 1:20, температура 50 °С, pH 7 при длительности, не превышающей 60 мин. Установлено, что кратковременное воздействие протеазой, приводящее к значительному увеличению скорости крашения шерстяного волокна, обеспечивает поверхностную модификацию чешуйчатого слоя.

Установлена возможность моделирования потребительских свойств шерстяных и шерстьсодержащих тканей путем проведения ферментативной модификации. В процессе сокращенной технологии ферментативной подготовки, совмещенной с заключительной отделкой, ткань приобретает низкую пиллингуемость, стойкость к истиранию, высокую мягкость, драпируемость, наполненность с ярко выраженной фактурой переплетений без образования, характерного для щелочной валки, ворсового застила на поверхности. Эффект увеличения объемности материала обусловлен повышением извитости волокна.

Известны способы ферментативной обработки в сочетании с нетрадиционными способами обработки шерсти, основанными на использовании ультразвука, надкритических жидкостей, ферментов, плазмы. Цели, достигаемые при этом, могут включать в себя получение специальных эффектов, повышение качества продукции, сокращение расхода воды при крашении шерстяных изделий.

7.2 Плазменные технологии отделки текстильных материалов

Новым перспективным направлением модификации свойств материалов является применение источников частиц высоких энергий, в частности плазмы.

Газоразрядной плазмой называют ионизированный газ, содержащий большое количество заряженных частиц-ионов, радикалов и т. д. Совокупность разнообразных по химической активности, энергии и проникающей способности частиц делает низкотемпературную плазму мощным инструментом модификации свойств полимерных ма-

териалов, сочетающим в себе элементы как химических, так и физических факторов воздействия.

В зависимости от конкретных технологических условий, поставленной задачи и имеющегося оборудования низкотемпературная плазма может быть возбуждена различными типами электрического разряда (тлеющим, коронным, искровым, факельным, дуговым и барьерным). Наиболее разработанными являются технологии низкотемпературной плазмы тлеющего разряда. Применение плазменного воздействия для улучшения свойств различных волокон, пленок, рулонных материалов широкого профиля позволит осуществить такие процессы отделки, которые невозможны в обычных условиях.

Для модификации шерстяных текстильных материалов используется главным образом НТП, генерируемая тлеющим, барьерным или коронным разрядами. При этом с использованием различных типов разрядов достигаются эффекты малосвойлачиваемости, повышения смачиваемости, накрашиваемости, адгезионных, физико-механических и специальных свойств подготовки.

Плазмохимическая обработка может использоваться для подготовки тканей к процессам крашения и печатания. Замена операции хлорирования шерстяных материалов гипохлоритом натрия на обработку НТП позволяет увеличить набухание волокон, их смачиваемость, уменьшить желтизну, сохранить прочностные характеристики и повысить качество окрасок и узорчатой расцветки. Одновременно достигается улучшение условий труда, снижение объема сточных вод, повышение технико-экономических показателей технологического процесса.

Реализация непрерывной технологии плазмохимической интенсификации шерстяных тканей позволяет:

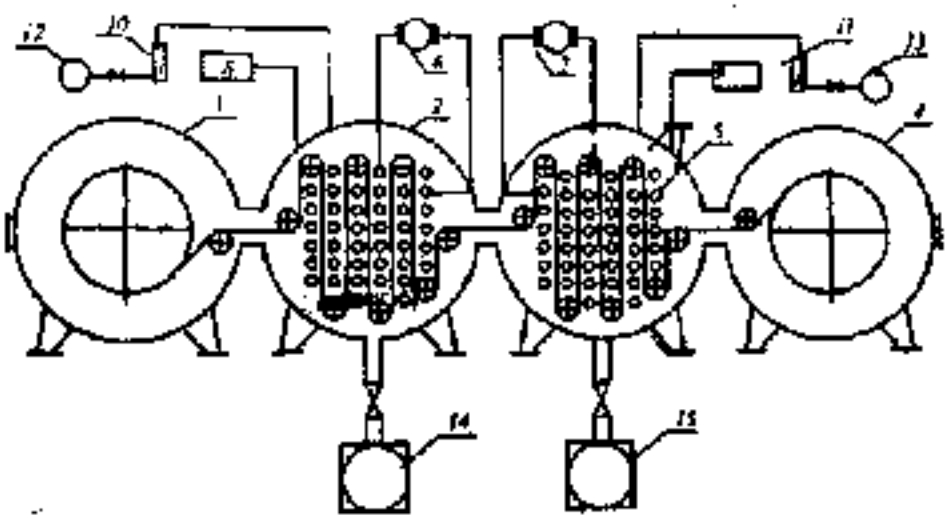
- повысить скорость диффузии красителей в волокно, что делает возможным перейти к непрерывным технологиям, т. е. к более производительным и экономным, обеспечить при этом высокий уровень колористических и прочностных показателей окраски;

- совместить процессы беления, крашения и одновременно придать шерстяным тканям свойства малоусадочности и несвойлачиваемости, что делает возможным стирку шерстяных тканей в стиральных машинах с эффективным удалением загрязнений;

- технология обеспечивает высокую сохранность физико-механических свойств шерсти и необходимую прочность окрасок при снижении на 55 % — 80 % расхода красителя.

Принципиальная схема плазмохимической экспериментально-промышленной установки УПХ-140 для отделки шерстяных тканей с различной поверхностной плотностью приведена на рисунке 7.5.

Совершенствование плазмохимических установок привело к созданию следующего поколения оборудования — комплексов КПР-180, в которых ролики с тканью расположены в одной камере с электродной системой. Такие установки успешно используются как в России, так и в Китае, Италии.



1 — камера раскатки; 2, 3 — реакторы; 4 — камера накатки;
5 — электродная система; 6, 7 — генераторы; 8,9 — вакуумметры;
10, 11 — ротаметры; 12, 13 — емкости с плазмообразующим газом;
14, 15 — вакуумные насосы

Рисунок 7.1 — Принципиальная схема установки УПХ-140
для плазмохимической обработки тканей

Обработка плазмой позволяет изменить поверхностные свойства материалов, не изменяя их объемных характеристик. Появляется возможность получать материалы с принципиально новыми физико-химическими и физико-механическими характеристиками. Модифицирование свойств поверхностей синтетических полимерных материалов улучшает их гидрофильность, накрашиваемость, печатные свойства, адгезию к металлическим и неметаллическим покрытиям.

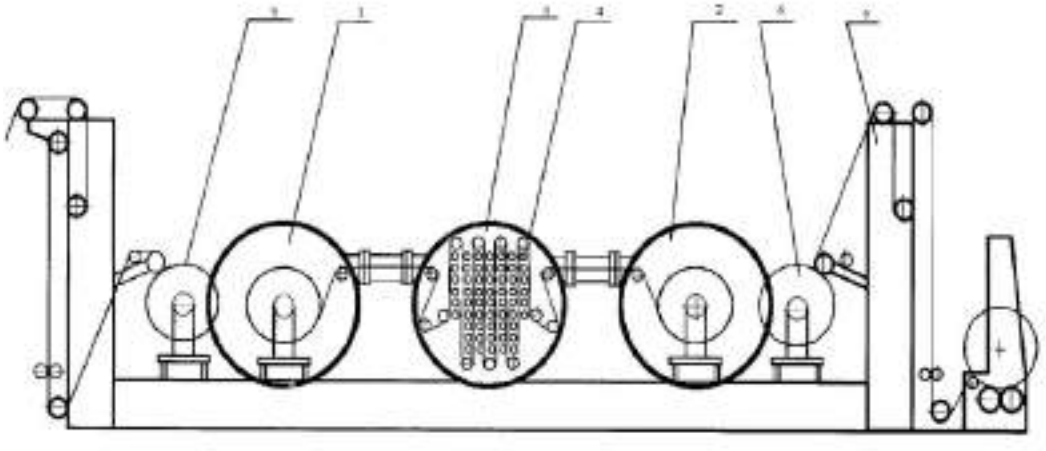
Плазменную обработку рекомендуют использовать для текстильных материалов различного волокнистого состава для достижения следующих эффектов:

- обезжиривания шерсти;
- расшлихтовки;
- увеличения гидрофильности и сорбционной способности (смачиваемости, капиллярности);
- повышения адгезионной активности волокнообразующего полимера;
- придания безусадочности и малосвойлачиваемости шерстяным материалам;
- улучшения прочностных свойств;
- придания бактерицидности и т. д.

Особенно актуально применение плазменной обработки для шерстяных текстильных материалов, поскольку она вызывает меньшую деструкцию шерстяного волокна. Принципиальная схема оборудования для плазмохимической обработки текстильных материалов различного волокнистого состава приведена на рисунке 7.6.

Использование плазмы, обладающей поверхностным действием, позволит заменить некоторые жидкостные процессы, требующие применения химических реагентов, на кратковременную обработку текстильного материала в газовом разряде, практиче-

ски без выделения вредных веществ. Применение плазменных технологий дает возможность снижения водо- и материалопотребления, улучшения целого комплекса потребительских и технологических свойств текстильных материалов, сокращения продолжительности технологических процессов.



1, 2 — камеры раскатки, накатки; 3 — реактор; 4 — электродная система;
5 — раскатное устройство, 6, 7 — накатное устройство

Рисунок 7.2 — Линия плазмохимической обработки шерстяных тканей с целью придания свойств безусадочности и малосвойлачиваемости

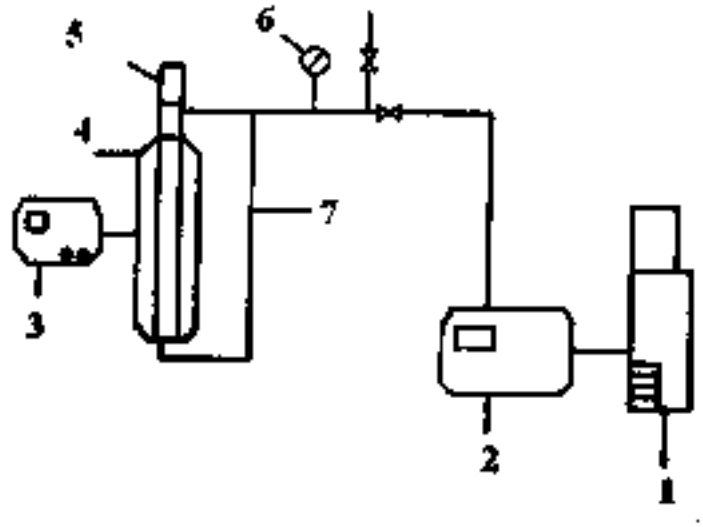
Плазмохимические методы интенсификации отделочных технологий зарекомендовали себя перспективными с точки зрения ресурсосбережения и экологической безопасности.

7.3 Технологии, основанные на использовании сверхкритического углерода (СДУ)

Суть технологии заключается в обработке текстильных материалов на стадии подготовки или крашения в среде СДУ, которая является хорошим растворителем для многих красителей, ТВВ, а также обладающая высокими экстракционными свойствами.

В настоящее время уже имеется опыт в области расшлихтовки текстильных материалов с полным удалением примесей гидрофобного характера (воскообразные вещества, парафины, силиконовые соединения, вещества лигнинового комплекса и др.) в среде СДУ.

Среда СДУ наиболее широко используется для окрашивания текстильных материалов с целью полного отделения этого процесса от общего круговорота потребителей технологической воды и исключения поступления красителей и ТВВ в сточные воды предприятий.



1 — насос для подачи теплоносителя; 2 — насос для подачи CO_2;
3 — температурный контроль; 4 — тепловая рубашка; 5 — емкость
с рабочей средой; 6 — манометр; 7 — линия непрерывной циркуляции

Рисунок 7.3 — Схема установки для крашения полиэфирных материалов дисперсными красителями в среде СДУ

Большинство научных работ посвящено крашению в среде СДУ полиэфирных волокон. Для ряда дисперсных красителей установлено, что скорость их сорбции синтетическими волокнами коррелируется с растворимостью в СДУ и уменьшается в ряду: синий 79, желтый 119 и красный 153.

Технология крашения шерстяных материалов в среде СДУ развивается по направлению подбора и синтеза специальных красителей, обеспечивающих получение прочных окрасок.

Одним из способов крашения хлопка в среде СДУ является придание целлюлозному волокну гидрофобных свойств путем закрепления на нем пленок акриловых сополимеров или бензоилхлорида посредством ковалентных связей. Высокий выход цвета и необходимая устойчивость окрасок к стирке при использовании дисперсных красителей получены для хлопка, модифицированного бензоилхлоридом со степенью их фиксации на уровне 85 % — 98 %.

Таким образом, технология отделки текстильных материалов в среде СДУ имеет ряд преимуществ, в том числе экологического характера, перед традиционными водными технологиями:

- исключение операций предварительной подготовки воды, ее очистки и возврата в технологический процесс;

- снижение потребления энергии за счет исключения операции сушки обработанного материала;

- отсутствие загрязнения воздушной среды;

- сокращение продолжительности технологических процессов.

Промышленное аппаратурное оформление процессов крашения в среде СДУ может быть проиллюстрировано установкой Fa Jasper, разработанной в центре текстильных исследований Nord-West (Крефельд, Германия) совместно с фирмой Siba (Швейцария) и предназначенной для окрашивания пряжи в бобинах. Установка обеспе-

чивает выбираемость красителей на уровне 97 % — 98 % при потерях циркулирующего CO_2 не более 2 % — 5 %, экономия воды составляет 40–80 л/кг окрашенного материала. При этом реализуется короткий цикл обработки при отсутствии загрязнения стоков.

В настоящее время экотехнология крашения в среде СДУ используется также для колорирования текстильных аксессуаров (например, синтетические застежки-молнии). В целом технология отделки текстиля в среде СДУ с экологической точки зрения представляется перспективной, но требует серьезных капиталовложений при переходе к специализированному оборудованию и дополнительных исследований с целью расширения видов обрабатываемых материалов и изделий.

7.4 Технологии, основанные на использовании ультразвука

Ультразвуковые технологии в текстильной промышленности — это производство и реализация конечных продуктов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах производственного цикла и с наименьшим воздействием на человека и природные системы. Ультразвуковые колебания способствуют диспергированию красителей в растворах, благоприятствуют протеканию процессов эмульгирования и пептизации. Использование ультразвуковых технологий позволит интенсифицировать процессы беления и крашения, различных пропиток текстильных материалов, отмывание загрязнений, обезжиривания материалов и улучшения некоторых свойств природных и синтетических волокон.

Ультразвуковые технологии рекомендуют использовать для текстильных материалов различного волокнистого состава для достижения следующих эффектов:

- промывки шерсти;
- беления хлопчатобумажных и хлопкополиэфирных тканей;
- интенсификации крашения шерстяных текстильных материалов кислотно-протравными и металлсодержащими красителями;
- интенсификации крашения полиэфирных текстильных материалов дисперсными красителями;
- интенсификации крашения вискозного волокна и нейлона в бобинах.

Основные экологические преимущества, достигаемые при ультразвуковой обработке в текстильной отделке:

- экономия энергии (более низкие температуры процесса и более короткое время обработки);
- воды;
- сокращение потребления вспомогательных средств (моющих ТВВ, красителей, смачивателей).

7.5 Технологии обработки текстильных материалов с использованием энергии электромагнитных колебаний ВЧ/СВЧ-диапазона

Промышленность заинтересована в универсальных методах и соответствующем оборудовании, которые позволяли бы обрабатывать материалы любой толщины, обеспечивать высокие скорости процесса и легко ими управлять.

Поэтому наиболее прогрессивным является процесс нагрева материала в поле токов высокой частоты (ВЧ). Под действием электрического поля ионы и электроны

в материале меняют направление движения синхронно с изменением знака заряда электродов, дипольные молекулы приобретают вращательное движение, а неполярные молекулы поляризуются в результате смещения их зарядов. Эти процессы, сопровождаемые трением, приводят к выделению тепла.

Выделяющееся тепло нагревает материал, способствуя продвижению влаги к периферийным слоям и испарению ее с поверхности тела. При сушке в поле токов высокой частоты материал внутри имеет более высокую температуру, чем на поверхности; последнее интенсифицирует процесс сушки, так как градиенты диффузии и термодиффузии направлены в одну сторону. Применение нагрева в ТВЧ создает возможность обеспечить равномерность нагрева всего объема материала, резко сократить время сушки и снизить затраты электроэнергии на проведение процесса.

ВЧ-сушильные машины периодического и непрерывного действия выпускаются как за рубежом, так и в России. Высокочастотная сушка реализуется на предприятиях, выпускающих или перерабатывающих нити в паковках. Высокочастотные устройства для сушки паковок обычно представляют собой установки конвейерного типа.

В настоящее время диэлектрический нагрев в текстильной промышленности используется в основном только при сушке паковок, пряжи или рулонов ткани. Данный факт обусловлен тем, что высокочастотная сушка является чисто физическим процессом и значительно проще поддается управлению и автоматизации при реализации в условиях массового производства.

Для циклов подготовки, колорирования и заключительной отделки текстиля, в которых значительную роль играют также химические и физико-химические процессы, учесть все факторы, оптимизировать условия обработки и создать высокочастотное оборудование гораздо сложнее.

За рубежом широкое применение находит ВЧ/СВЧ-оборудование периодического действия, предназначенное как для сушки, так и для колорирования текстильных материалов. Созданы и серийно производятся ВЧ/СВЧ-установки для крашения объемных изделий.

Процесс крашения волокнистого материала, пропитанного красильным раствором, производится в специальной камере. Аппарат для крашения волокна состоит из генератора ВЧ-колебаний, блока управления рабочей зоны — камеры, снабженной регулируемым электродным устройством. В межэлектродное пространство помещается емкость, выполненная из поглощающего и неотражающего высокочастотное излучение материала, которая заполняется красильным раствором и окрашиваемым волокном. Фиксация красителя волокнообразующим полимером достигается в результате объемного равномерного нагрева текстильного материала при воздействии ВЧ-излучения.

Устройство для периодической обработки рулонов ткани имеет цилиндрическую камеру для введения рулона ткани, навитой на ролик с внутренним электродом. Ролик с тканью, пропитанной красильным составом, приводится во вращение, при этом материал подвергается воздействию ВЧ-поля, создаваемого внутренним и наружным электродами. В установке предусмотрена система подачи в камеру водяного пара или горячего воздуха.

ВЧ/СВЧ-обработка текстильных материалов рекомендуется для получения следующих эффектов:

- интенсификации сушки текстильных материалов;
- интенсификации крашения целлюлозосодержащих текстильных материалов;

- интенсификации процесса заключительной отделки целлюлозных материалов.

Экологические преимущества использования ВЧ/СВЧ-обработки текстильных материалов:

- сокращение расхода красителей на 10 % — 20 %;
- сокращение расхода ПТРС на 10 %;
- сокращение расходов воды в среднем на 15 %;
- снижение расхода электроэнергии.

7.6 Альтернативные текстильные вспомогательные вещества. Сшивающие агенты

Перспективным вариантом решения проблемы бесформальдегидной технологии заключительной отделки целлюлозных текстильных материалов базируется на использовании поликарбоксилсодержащих кислот, способных сшивать макромолекулы целлюлозы за счет образования поперечных сложноэфирных связей. В качестве таких сшивающих агентов рекомендуются 1,2,3,4-бутантетракарбоновая кислота, 1,2,3-пропантрикарбоновая кислота, лимонная кислота, малеиновая и некоторые другие кислоты с числом карбоксильных групп от 4 до 6, при этом предпочтение отдается именно последним.

Для ускорения реакции сшивки макромолекул целлюлозы с помощью поликарбоксикислот предложено использовать различные катализаторы органического и неорганического происхождения. Из них наиболее эффективными оказались фосфорсодержащие неорганические соединения, в частности гипофосфит, фосфаты, пирофосфат. Наилучшие результаты по показателям отделки тканей достигаются при использовании гипофосфита натрия. Типичными условиями для фиксации поликарбоксикислот в целлюлозных волокнах являются: длительность термообработки 45–90 с при температуре 180 °С или 15 с при 215 °С. Технические результаты отделки при использовании поликарбоксикислот в качестве отделочных препаратов для придания хлопчатобумажным тканям свойств таких же, как при использовании хорошо зарекомендовавшего себя формальдегидного препарата карбамола ГЛ.

Экологические преимущества использования поликарбоновых кислот:

- отсутствие выбросов свободного формальдегида в рабочую зону машин;
- отсутствие свободного формальдегида на обработанном текстильном материале;
- снижения расхода воды за счет исключения промывки после обработки;
- отсутствие формальдегида в сточных водах.

Биополимеры

Хитозан — самое известное водорастворимое производное хитина — продукт деацетилирования хитина. Хитозан нерастворим в воде, но хорошо растворяется в разбавленных растворах некоторых кислот, в результате чего приобретает положительный заряд. Наличие в хитозане ионогенных аминогрупп определяет многие его свойства, включая потребительские, многообразие и уникальность которых обеспечивает хитозану широкое практическое применение. Хитозан нетоксичен для водных организмов и для человека. В текстильной промышленности хитозан можно использовать для достижения следующих эффектов:

- улучшения накрашиваемости тканей;

- закрепления окрасок текстильных материалов, окрашенных прямыми красителями;

- для шлихтования и аппретирования тканей;

- в качестве загустителя в пастах для пигментного печатания тканей.

Применение хитозан может найти также в очистке сточных вод.

Экологические преимущества использования хитозана:

- снижение температуры красильного раствора, т. е. меньшее потребление энергии;

- минимизация концентраций используемых ТВВ и красителей;

- минимизация времени пропитки и запаривания, т. е. снижение потребления энергии.

7.6.1 Очистка шерстомойных стоков с применением процессов ферритизации, гальванокоагуляции с последующей фильтрацией (4.1)

Исследования проводились на сточных водах Невинномысского шерстяного комбината, получающихся при промывке шерсти мылом и содой, — общий сток. Очистка проводилась методом ферритизации с введением 15, 20, 25 % (по объему) магнетита к сточной воде.

Доочистка производилась на гальванокоагуляторе Fe:C (Cu) или на гальванокоагуляторе Al:C с последующей фильтрацией.

Исходная и очищенная вода после каждой стадии анализировалась по показателям: ХПК, содержание жира, плотного остатка растворенных веществ, pH.

Таблица 7.1 — Сравнительные показатели исходной и очищенной воды после каждой стадии доочистки

Показатель качества воды	Исходная сточная вода	Очищенный сток		
		после ферритизации	после ферритизации	
			гальвано-коагуляции	гальванокоагуляции и фильтрации
ХПК, мгO_2/л	26 592	12 651	7824	496
Содержание жира, мг/л	7010	3400	2600	350
Содержание плотного остатка, мг/л	23 900	15 000	14 100	1500
Содержание растворенных веществ, мг/л	13 500	11 000	9700	1500
Содержание взвешенных веществ, мг/л	10 400	4000	3400	0
pH	9,0	9,0	7,0	7,0

Ферритизация шерстомойных стоков обеспечивает снижение загрязнений по ХПК на 30 % — 70 %, содержание жира на 50 % — 96 %, плотного остатка на 43 % — 74 %, растворенных веществ на 10 % — 30 %, взвешенных веществ на 60 % — 93 %.

Последующая доочистка гальванокоагуляцией в коагуляторе Al:C локальных очистных сооружений позволяет снизить содержание загрязнений по отношению к ис-

ходной воде: ХПК на 54 % — 71 %, содержание жира на 63 % — 90 %, плотного остатка на 43 % — 74 %, растворенных веществ на 30 % — 64 %, взвешенных веществ на 58 % — 96 %.

Последующая фильтрация стоков после гальванокоагулятора Al:C обеспечивает общее снижение загрязнений по ХПК на 77 % — 98 %, содержание жира на 93 % — 4 %, плотного остатка на 74 % — 93 %, растворенных веществ на 61 % — 80 %, взвешенных веществ на 100 %.

Очистка на гальванокоагуляторе Fe:C (Cu) после ферритизации дала снижение загрязнений по отношению к исходной воде по ХПК на 98 %, содержание жира на 94 %, плотного остатка — на 93 %, растворенных веществ — на 96 %.

Таким образом, выявлена возможность создания технологической цепочки «ферритизация—гальванокоагуляция—фильтрация», обеспечивающей высокую степень очистки по ХПК на 77 % — 78 %, содержанию шерстного жира 93 % — 94 %, плотного остатка на 74 % — 93 %, растворенных веществ на 61 % — 80 %, взвешенных веществ до 100 %.

Очистка шерстомойных стоков по данной схеме создает предпосылки внедрения повторно-оборотной технологии промывки шерсти (после проведения промывки шерсти очищенными стоками).

7.6.2 Применение ультрафильтрации для концентрирования шерстного жира из сточных вод предприятий первичной обработки шерсти

В настоящее время очистительные сооружения шерстомойных производств дорогостоящие и требуют значительных капиталовложений. Изыскания и разработки эффективных методов очистки сточных вод продолжают оставаться актуальными. Загрязнения, которые попадают в водоемы со сточными водами предприятий первичной обработки шерсти, выпускающих в сутки до 50 т мытой шерсти, соответствуют загрязнениям бытовых сточных вод города с населением 400–500 тыс. человек. В то же время сточные воды предприятий первичной обработки шерсти содержат ценные вещества и в первую очередь шерстный жир, спрос на который постоянно растет.

В процессе промывки шерсти образуются большие объемы сточных вод. Расход воды зависит от вида шерсти и составляет от 12 до 25 $м^3$/т мытой шерсти. Жиропот образуется в результате соединения выделяющихся из кожи овец шерстного жира и пота. Пот легко растворим в воде. Его раствор имеет щелочной характер и обладает моющими свойствами. Шерстный жир состоит из смеси сложных химических соединений — кислот, спиртов и эфиров. В числе спиртов, имеющихся в шерстном жире, находится холестерин, ланостерин, цериловый спирт и др. (всего от 40 % до 55 % высокомолекулярных спиртов). Среди эфиров встречаются простые с общей формулой PCOOR и сложные, как правило, трудно омыляющиеся.

Шерстяной жир — незаменимое сырье для косметической, фармакологической и кожгалантерейной промышленности, спрос на который постоянно растет. В то же время он является одним из самых вредных, биологически активных загрязнений вод.

Одним из перспективных направлений является разработка эффективных методов очистки сточных вод с использованием мембранных технологий.

Эффективность мембранных технологий подтверждена при очистке воды эмульгированных стоков, ионогенных органических веществ, устойчивых эмульсий и ряда других трудноудаляемых ингредиентов.

На основании экспериментальных исследований процесса ультрафильтрации шерстомойных сточных вод, проведенных в лабораторных условиях Межотраслевой проблемной лаборатории мембранных технологий ТарГУ им. М. Х. Дулати и производственных условиях Таразской фабрики первичной обработки шерсти АО «Тулпар» сформулированы следующие рекомендации по применению ультрафильтрации для концентрирования шерстного жира из сточных вод фабрик первичной обработки шерсти с целью более полного его извлечения, а также для очистки стоков и возврата воды в технологический цикл.

Ультрафильтрации можно подвергать стоки от мойки как тонких, так и грубых сортов шерсти, т. е. сильно- и малозажиренные стоки.

Для процесса концентрирования стоков рекомендуется использовать мембраны с размером пор 0,03–0,05 мкм. Из выпускаемых на сегодняшний день промышленностью стран СНГ мембран целесообразно применять мембраны марки УПМ-ПП, УПМ-100П, либо УПМ-П, керамические мембранные элементы АРТМ-05 ПЗ.

Для процесса ультрафильтрации и концентрирования стоков можно использовать ультрафильтрационные установки с плоскорамными и трубчатыми керамическими мембранными элементами. При использовании плоскорамных элементов процесс необходимо проводить при температуре 45 °С и давлении 0,3–0,4 МПа, При использовании керамических элементов — при температуре 45 °С — 50 °С и давлении 0,2 МПа.

С целью стабильной работы установки, исключения забивания каналов и повреждения мембран необходимо проводить удаление грубых механических примесей и предварительный отстой стоков в течение не менее 4 ч или обработку стоков на гидроциклоне.

В установке должны быть предусмотрены теплообменники для поддержания температуры процесса ультрафильтрации на оптимальном уровне, а также фильтры на 100 мкм для контрольной очистки исходных стоков от грубо-диспресных частиц перед подачей их на ультрафильтрацию.

Рекомендуемая схема работы установки — полунепрерывная. Концентрирование стоков следует проводить в зависимости от зажиренности стоков.

Минимальная степень концентрирования (отношение объема фильтрата к объему стоков, находящихся в установке) по стокам от мойки грубых сортов шерсти — 5–7 раз, от мойки тонких сортов шерсти — 7–10 раз. Максимальная степень концентрирования определяется уравнением скорости ультрафильтрации и конструктивными особенностями жиродобывающих сепараторов.

Очищенные стоки (фильтрат) можно направлять во вторую барку шерстомойной машины для участия в процессе промывки шерсти после соответствующего подкрепления моющими средствами.

Ультрафильтрационная установка должна быть оснащена моющей станцией, включающей циркуляционную емкость для моющего раствора, специальные резервуары для приготовления концентрированных растворов очищающих и дезинфицирующих средств.

Установка комплектуется контрольно-измерительными приборами и средствами автоматики, позволяющими осуществлять следующие операции:

- контроль давления и температуры продукта (или моющего раствора) на входе и выходе установки;
- автоматическое регулирование температуры продукта и моющих средств в пределах 40 °С — 50 °С и 55 °С — 60 °С соответственно;
- определение расхода фильтрата и концентрата;
- контроль прозрачности фильтрата на выходе из установки;
- отключение всей установки при температуре продукта или моющих средств более 75 °С, при давлении жидкости на выходе установки более 0,5 МПа;
- контроль уровня продукта в циркуляционном баке, сигнализацию верхнего и нижнего уровней, автоматическую подачу или отключение подачи исходных стоков в зависимости от уровня.

Конструкция установки должна быть модульной для удобства размещения и монтажа в действующем цехе предприятия первичной обработки шерсти. Узлы и детали установки, а также трубопроводы и арматура, соприкасающаяся с продуктом фильтрации, должны бать изготовлены из нержавеющей стали.

Система смазки механизмов должна быть стойкой к воздействию агрессивных сред. Все емкости, через которые проходит продукт, должны иметь закрывающиеся крышки или люки для предотвращения излишнего испарения в помещении цеха.

В установке должна быть предусмотрена возможность слива остатков продукта из фильтрационной и концентрационной линий.

7.7 Пенные технологии отделки (ПТО) текстильных материалов

Сущность ПТО состоит в замене большей части жидкости в отделочных средах воздухом (всегда доступным, безвредным и бесплатным), вследствие чего в среднем в 3–4 раза снижается влагосодержание обработанного материала и соответственно сокращается расход энергии на удаление из него жидкости в процессах тепловой обработки.

Таблица 7.2 — Сравнительные показатели отделки тканей по водной и пенной технологиям

Показатель	Водная обработка	Пенная обработка
Поверхностная плотность коврового полотна, г/м^2	800	800
Влагопоглощение при пропитке, %	400	40
Удельные затраты на нагрев полотна от 20 °С до 100 °С	1250	240
Влажность полотна после обработки в зрельнике, %	75	45
Количество тепла для высушивания полотна до 10%-ной влажности, кДж	1440	530
Расход энергии, кВт/ч	440	150

Преимущества ПТО рассматриваются химиками-текстильщиками. Реализация ПТО позволяет повысить уровень безопасности и культуры производства, существенно сократить:

- объем производственных сточных вод;
- расход тепловой и электрической энергии;
- использование химических материалов.

В процессах подготовки текстильных материалов пенные среды могут успешно использоваться для **эмульсирования** шерстяных гребенных лент, **шлихтования, беления** (в том числе и с применением оптических отбеливателей), **мерсеризации** хлопчатобумажных и **карбонизации** шерстяных тканей. Наряду с улучшением качества подготовки и экономической составляющей указанных процессов, отмечается повышение уровня экологической чистоты и безопасности применения пенных технологий. Это наглядно демонстрируется данными таблицы.

Таблица 7.3 — Результаты сравнения процессов водного и пенного шлихтования и карбонизации

Шлихтование	Среда		Карбонизация	Среда	
	водная	пенная		водная	пенная
Адгезия шлихты, Н	4,18	6,86	Степень полимеризации примесей	266	170
Прочность пленки, Н/м	0,58	0,77	Потеря прочности шерсти, %	15–20	6–8
Относительный расход: - воды - тепла - электроэнергии - химматериалов	1,00 1,00 1,00 1,00	0,55 0,65 0,65 0,80	Остаточное содержание H_2SO_4, % Относительный расход кислоты	0,7–1,0 1,00	0,5 0,85
Содержание шлихты в стоках	1,00	0,7	Температура сушки, °С	85–95	75–80
Общие затраты	1,00	0,7–0,8	Общие затраты	1,00	0,75

В технологиях **пенного крашения**, которое осуществляется при низком модуле ванны (5–10), достигается уменьшение расхода воды (до 30 %), энергии (до 40 %), красителей и ТВВ (до 15 %) и существенно меньшее загрязнение промстоков (см. таблицу 7.9).

В процессах **пенной печати** прежде всего достигается возможность снижения расхода загустителя:

- для активных красителей — на 65 %:
- для дисперсных красителей — на 60 %:
- для пигментов — на 50 %.

Одновременно умягчается гриф напечатанного материала, улучшаются качественные показатели окрасок. В случае печати пигментами (более 80 % от общего объема печатной продукции) переход к вспененным краскам позволяет полностью исключить применение взрыво- и пожароопасных эмульсионных загусток.

При пенной печати интенсифицируется процесс промывки напечатанных материалов (за счет содержания в композиции ПАВ-пенообразователя), снижается температура фиксирующей термообработки (вследствие пониженного влагосодержания материала).

На стадии **заключительной отделки** перспективные результаты получены при обработке текстильных материалов высокократными пенами с низким содержанием водной фазы, что позволяет увеличить скорость работы сушильно-ширильных машин в 1,5–2,0 раза со снижением температуры термообработки на 15 °С — 20 °С. Это обусловливает уменьшение выделения формальдегида из компонентов аппретирующих композиций, улучшение показателей общих и специальных видов отделки (малосминаемость, формоустойчивость, гидро- и олеофобность, огнестойкость, биоцидность, грязеотталкивание и др.).

Заключительные положения и рекомендации

Организация работы над справочником НДТ

Настоящий справочник НДТ подготовлен ТРГ 39, состав которой утвержден протокола совещания под председательством заместителя Министра промышленности и торговли Российской Федерации В.С. Осьмакова от 22 марта 2017 г. № 15-ОВ/12) «О создании технической рабочей группы «Производство текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация, крашение текстильных волокон, отбеливание, крашение текстильной продукции)».

В ходе подготовки справочника НДТ было проведено два заседания ТРГ 39:

- на установочном заседании (04.04.2017) были постановлены ключевые задачи по разработке проекта справочника НДТ: сфера распространения, сроки и этапы разработки справочника НДТ; сбор и анализ данных от предприятий отраслиК, необходимых для определения технологических процессов, оборудования, технических способов, методов в качестве наилучшей доступной технологии, а также для разработки справочника НДТ;

- на итоговом заседании (22 ноября 2017 г. были рассмотрены результаты публичного обсуждения проекта справочника НДТ и его экспертизы в Техническом комитете по стандартизации 113 «Наилучшие доступные технологии».

Основной обмен информацией, информирование членов ТРГ 39, обсуждение проектов, замечаний и предложений по содержанию справочника НДТ, голосование членов ТРГ 392 было организовано через информационную платформу Бюро НДТ (www.burondt.ru).

Источники информации

При разработке справочника НДТ собран небольшой материал и проведен анализ технических, технологических и управленческих решений, применяемых при производстве текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация, крашение текстильных волокон, отбеливание, крашение текстильной продукции).

В качестве дополнительных источников исходной информации при формировании справочника НДТ использовались:

- официальные статистические сведения, опубликованные в открытых источниках;

- публикации, техническая литература, справочники;

- нормативные правовые и нормативно-технические документы;

- Справочник Европейского союза по наилучшим доступным технологиям.

В результате этого анализа представлена информация о состоянии текстильной отрасли в Российской Федерации, сведения об основных технологиях промышленного производства текстильных изделий.

Рекомендации по применению справочника НДТ

С целью совершенствования справочника НДТ, в дальнейшем необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- усовершенствовать анкету по сбору данных, запрашиваемых от текстильных предприятий, по используемым технологиям производства текстильных изделий;

- более подробно отразить различия в используемых технологиях;

- уточнить сведения о влиянии текстильного производства на окружающую среду.

В целом справочник НДТ отражает применяемые при производстве текстильных изделий процессы, оборудование, технические и технологические способы и методы, в том числе позволяющие снизить негативное воздействие на окружающую среду, сократить водопотребление, повысить энергоэффективность и ресурсосбережение. В результате анализа технологических процессов, оборудования, технических способов и методов, определены конкретные решения, которые являются наилучшими доступными технологиями при производстве текстильных изделий.

Приложение А
(справочное)

Классификация текстильных материалов

Текстильными называются материалы, состоящие из текстильных волокон. К ним относятся сами волокна, нити, пряжа и изделия из них: войлок, фетр, ткани, трикотаж, галантерейные изделия и т. д.

Текстильными волокнами называются протяженные гибкие прочные тела с малыми поперечными размерами и ограниченной длиной, пригодные для изготовления пряжи и других текстильных материалов.

Текстильные волокна делятся на технические и элементарные.

Элементарные — это одиночные волокна, которые невозможно разделить на более мелкие.

Технические (или комплексные) состоят из нескольких элементарных волокон, склеенных друг с другом (например, льняное волокно).

Как элементарные, так и технические волокна имеют ограниченную длину порядка десятков или сотен миллиметров (1·10–1·100 мм).

Элементарное волокно длиной в несколько сотен метров называется **элементарной нитью** (например, натуральный шелк, химическое волокно).

Текстильные нити — это гибкие, прочные тела с малыми поперечными размерами и большой длиной (не имеет ограничений), состоящие из продольно соединенных волокон или элементарных нитей.

По структуре текстильные нити делятся на первичные и вторичные.

Первичные получают сразу после прядения из волокон (пряжа) или после формования (химическая нить).

Вторичные нити получают из первичных путем специальной обработки с целью изменения внешнего вида и свойств. Это крученые и текстурированные нити.

Текстильные материалы могут быть получены как из волокон, так и из пряжи и нитей.

Единого определения **текстильным материалам** нет ввиду их большого разнообразия. Можно лишь перечислить их виды. Прежде всего, это полотна, и в первую очередь — ткани (от латинского textum). От слова textum получила название промышленность — текстильная.

Ткань — это текстильное полотно, образованное в результате взаимного переплетения двух взаимно перпендикулярных систем нитей. Нити, расположенные вдоль полотен, называются основными (основа); нити, лежащие поперек полотен — уточными (уток).

Трикотажные полотна получают из одной или более нитей одной системы путем образования петель и их переплетения.

Приложение Б
(справочное)

Классификация текстильных волокон

Все текстильные волокна состоят из высокомолекулярных соединений (ВМС). По происхождению они делятся на 2 группы: натуральные и химические.

Натуральные волокна формируются в природе без непосредственного участия человека и состоят в основном из органических природных гетероцепных ВМС. Лишь небольшая группа натуральных волокон состоит из неорганических ВМС.

Химические волокна (чаще всего из продуктов переработки нефти и каменного угля) вырабатываются в заводских условиях и состоят из природных органических гетероцепных высокомолекулярных соединений и синтетических гетеро- и карбоцепных высокомолекулярных соединений.

Таблица Б.1 — Классификация основных текстильных волокон

Класс	П/класс	Группа	П/группа	Представители
1. Натуральные	1.1. Органические ВМС	1.1.1. Растительного происхождения (целлюлозные)	–	Хлопок, лен, джут, пенька, конопля и др.
		1.1.2.Животного происхождения (белковые)	–	Шерсть, натуральный шелк
	1.2. Неорганические ВМС	1.2.1. Минерального происхождения	–	Асбест
2. Химические	2.1. Искусственные	2.1.1. Целлюлозные	2.1.1.1. Из регенерированной целлюлозы (гидратцеллюлозные)	Вискозное, медноаммиачное, сиблон, полинозное
			2.1.1.2. Из уксуснокислых эфиров целлюлозы	Ацетатное, ди- и триацетатное
		2.1.2. Белковые	2.1.2.1. Из животных белков	Казеиновое
			2.1.2.2. Из растительных белков	Зеиновое

Класс	П/класс	Группа	П/группа	Представители
	2.2. Синтетические	2.2.1. Гетероцепные ВМС	2.2.1.1. Полиамидные	Капрон, найлон, энант, амид
			2.2.1.2. Полиэфирные	Лавсан, дакрон, терилен и др.
			2.2.1.3. Полиуретановые	Полиуретан
		2.2.2. Карбоцепные ВМС	2.2.2.1. Полиакрилонитрильные	Нитрон, орлон, кашмилон и др.
			2.2.2.2. Поливинилспиртовые	Винол, куралон, винилон
			2.2.2.3. Полиолефиновые	Полипропилен, полиэтилен, курлен
			2.2.2.4. Поливинилхлоридные	Хлорин, ровиль
		2.2.3. Минеральные	2.2.3.1. Стеклянные	Стекловолокно
			2.2.3.2. Металлические	Метанит
			2.2.3.3. Керамические	Керамические нити

Приложение В
(обязательное)

Сфера распространения справочника НДТ

Таблица В.1 — Сфера распространения справочника НДТ

ОКПД 2	Наименование продукции по ОК 034—2014 (ОКПД)	Наименование вида деятельности по ОКВЭД 2	ОКВЭД 2
13	Производство текстильных изделий	Текстиль и изделия текстильные	13
13.20	Производство текстильных тканей	Услуги по отделке пряжи и тканей	13.30
13.20.1	Производство тканей (без специальных тканей) из натуральных волокон, кроме хлопка	Услуги по отделке пряжи и тканей	13.30.1
13.20.11	Производство шелковых тканей	Услуги по отбеливанию и крашению текстильных нитей и пряжи	13.30.11
13.20.13	Производство льняных тканей	Услуги по отбеливанию тканей и текстильных изделий (включая одежду)	13.30.12
13.20.14	Производство тканей из джутовых и прочих лубяных текстильных волокон	Услуги по окраске тканей и текстильных изделий (включая одежду)	13.30.13
13.20.19	Производство ткани из прочих растительных текстильных волокон; ткани из бумажной пряжи	Услуги по отделке тканей и текстильных изделий	13.30.19
13.20.2	Производство хлопчатобумажных тканей		
13.20.3	Производство тканей, за исключением специальных тканей, из химических комплексных нитей и штапельных волокон		
13.20.6	Производство арамидных нитей и волокна		
13.30	Отделка тканей и текстильных изделий		
13.30.1	Отбеливание и окрашивание текстиля, волокон, тканей и текстильных изделий, включая готовую одежду		

Приложение Г
(обязательное)

Перечень маркерных веществ и технологических показателей

Таблица Г.1 — Перечень маркерных веществ для хлопчатобумажных производств

Для атмосферного воздуха	Для водных объектов
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ХПК
Углерода оксид	БПК
Формальдегид	Взвешенные вещества
Взвешенные вещества	Железо
	pH
Натрий гидроксид (Натрия гидроокись, Натр едкий, Сода каустическая)	СПАВ

Таблица Г.2 — Перечень маркерных веществ для шерстяных производств

Для атмосферного воздуха	Для водных объектов
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ХПК
Углерода оксид	БПК
Серы диоксид (Ангидрид сернистый)	Взвешенные вещества
Натрия гидроксид (Натрия гидроокись, Натр едкий, Сода каустическая)	pH
	СПАВ
	Жиры
	Хрома трехвалентные соединения (в пересчете на Cr^{3+})

Таблица Г.3 — Перечень маркерных веществ для льняных производств

Для атмосферного воздуха	Для водных объектов
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ХПК
Углерода оксид	БПК
Формальдегид	Взвешенные вещества
Взвешенные вещества	pH
	СПАВ
Натрия гидроксид (Натрия гидроокись, Натр едкий, Сода каустическая)	Хлориды (Cl^-)

Таблица Г.4 — Перечень технологических показателей по сбросам загрязняющих веществ в водный объект отделочных предприятий трикотажной промышленности

Технологический показатель	Единица измерения	Диапазон (значение):		
		камвольные	тонкосуконные	шелковые красильноотделочные
Сбросы загрязняющих веществ в водный объект отделочных предприятий трикотажной промышленности: - взвешенные вещества - БПК - pH - хрома трехвалентные соединения (в пересчете на Cr^{3+}) - СПАВ	мг\л	100–150 400–700 7,6–7,8 5–10 100–150	175–300 – 9,5–10,5 5–10 40–60	150–300 50–700 7,8–10,5 0,5–1 40–80

Таблица Г.5 — Перечень технологических показателей по потреблению ресурсов и энергии

	Пар, Гкал/1000 кг ткани	Вода, $м^3$/1000 кг ткани	Эл.энергия, т кВт/1000 кг ткани	Газ, $м^3$/1000 кг ткани
Производство тканей из натуральных и смесовых волокон				
Отварка, беление, мерсеризация	4,0—103,0	40—80	240—410	—
Крашение	36—100	40—200	1900—4600	—
Заключительная отделка	4,0—8,0	23—43	180—1250	250—360
Производство шерстяных тканей				
	-	1,0—1,5	до 81,67	76,57—93,59

Таблица Г.6 — Перечень технологических показателей по расходам химреактивов и материалов

	Расход химреактивов и ТВВ, кг/1000 кг ткани	Расход красителей, кг/1000 кг ткани
Производство тканей из натуральных и смесовых волокон		
Отварка, беление, мерсеризация	30—60	-
Крашение	83—191	36—81
Заключительная отделка	115—187	0,3—3,0
Производство шерстяных тканей		
	0,332—0,405	0,167—0,204

Таблица Г.7 — Перечень технологических показателей по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу

Технологический показатель	Единица измерения	Диапазон (значение)
Диоксид азота (NO_2)	г/1000 кг ткани	до 512,80
Оксид углерода (CO_2)		до 48,32
Формальдегид		до 593,24
Взвешенные вещества		до 279,70
Гидроксид натрия (NaOH)		до 1143,50

Приложение Д
(обязательное)

Перечень НДТ, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, потребление сырья, воды, энергии и снизить образование отходов

Таблица Д.1 — Перечень НДТ, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, потребление сырья, воды, энергии и снизить образование отходов

№	НДТ
1	**НДТ 1.** Улучшение общих экологических показателей предприятий текстильной промышленности путем внедрения и поддержание системы экологического менеджмента
2	**НДТ 2.** Управление материальными ресурсами и оптимальная организация производства для сведения к минимуму воздействия на окружающую среду производственных процессов
3	**НДТ 3.** Управление системой предотвращения загрязнений сточных вод, образуемых в процессах отделки текстильных материалов
4	**НДТ 4.** Рациональное управление системой предотвращения загрязнений сточных вод, снижение расхода свежей воды и образование сточных вод при обработке текстильных материалов
5	**НДТ 5.** Оптимальное управление системой потребления электроэнергии и других теплоносителей с целью роста энергоэффективности технологических процессов и снижения техногенного воздействия на окружающую среду при производстве текстильных материалов и изделий
6	**НДТ 6.** Предотвращение и снижение газовых выбросов и пыли, образующихся в технологических процессах обработки текстильных материалов и изделий
7	**НДТ 7.** Контроль ключевых параметров технологического процесса на предприятиях (давление, температура, скорость обработки, прочие ключевые индикаторы согласно технологическим регламентам предприятия)
8	**НДТ 8.** Контроль и измерение выбросов в атмосферу (NO_2, CO_2, SO_2, пыль, формальдегид, гидроксид натрия)
9	**НДТ 9.** Контроль и измерение сбросов в воду (ХПК, БПК, взвешенные вещества, органические красители, СПАВ, АОХ, общий фосфор, общий азот, pH, электропроводность)
10	**НДТ 10.** Снижение образования отходов, вовлечение в повторное использование
11	**НДТ 11.** Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах подготовки текстильных материалов
12	**НДТ 12.** Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессе колорирования целлюлозных, шелковых и шерстяных, полиамидных текстильных материалов и изделий активными красителями

Окончание таблицы Д.1

№	НДТ
13	**НДТ 13.** Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах крашения полиэфирных текстильных материалов дисперсными красителями и шерсть-полиэфирной смесью дисперсных и активных красителей на оборудовании периодического действия
14	**НДТ 14.** Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах крашения целлюлозных текстильных материалов кубовыми красителями на оборудовании периодического действия
15	**НДТ 15.** Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах крашения шерстяного волокна, топса, ленты, пряжи, ткани, сукна кислотными металлокомплексными (1 : 2) красителями
16	**НДТ 16.** Снижение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессах печати текстильных материалов пигментами
17	**НДТ 17.** Снижение выбросов NO_2 (маркерное вещество), образующихся при работе отделочного оборудования
18	**НДТ 18.** Снижение выбросов CO_2 (маркерное вещество), образующихся при работе отделочного оборудования
19	**НДТ 19.** Снижение выбросов формальдегида (маркерное вещество) в атмосферу, образующихся в процессах заключительной отделки текстильных материалов
20	**НДТ 20.** Снижение выбросов гидроксида натрия (маркерное вещество) в атмосферу, образующихся в процессах мерсеризации целлюлозных и целлюлозосодержащих (более 40 %) текстильных материалов
21	**НДТ 21.** Предотвращение и снижение выбросов ЛОС и масляных туманов, образующихся в технологических процессах обработки текстильных материалов и изделий
22	**НДТ 22.** Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии в процессах подготовки текстильных материалов
23	**НДТ 23.** Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии в процессах крашения текстильных материалов
24	**НДТ 24.** Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии в процессах заключительной отделки текстильных материалов

Приложение Е
(обязательное)

Энергоэффективность

Е.1 Краткая характеристика отрасли с точки зрения ресурсо- и энергопотребления

Производство текстильных изделий, включая процессы промывки, отбеливания, мерсеризации, колорирования текстильной продукции, отличается энергозатратностью, трудоемкостью и существенным водопотреблением.

Так, особой статьей в затратах по производству отбеленных, гладкокрашеных и набивных тканей, трикотажных полотен и изделий являются затраты на энерго- и водопотребление. Поэтому все отделочные предприятия размещаются рядом с водными ресурсами. По западно-европейским нормам расход на отделку 1 кг текстильных материалов составляет 100 л воды и 15–20 кВт ч энергии. Реальные расходы технологической воды на Российских текстильных предприятиях превосходят эти цифры в 2–3 раза.

Решение проблем экологизации текстильного отделочного производства невозможно без дальнейшего развития совмещенных способов подготовки, крашения и заключительной отделки текстильных материалов, а также без внедрения ресурсосберегающих, безотходных, экологически чистых технологий на основе использования биохимических, физико-механических процессов и новых видов энергий (УЗ, ВЧ, плазма, СВЧ).

Так, создание экологичных и ресурсосберегающих технологий чаще всего базируется на температурной интенсификации процессов, использовании биохимических катализаторов и поверхностной селективной модификации волокнистых материалов, исключении высокозатратных процессов, таких, например, как мерсеризация. Использование технологического процесса печатания позволяет осуществлять реализацию малоотходных и ресурсосберегающих технологий, поскольку исключается операция промывки напечатанных тканей.

Е.2 Основные технологические процессы, связанные с использованием энергии

Технологические процессы, связанные с использованием энергии при производстве текстильных изделий, приведены в разделах 1 и 2 настоящего справочника НДТ.

Е.3 Уровни потребления

Удельный расход сырьевых материалов при интенсивном разведении сельскохозяйственной птицы приведен в разделе 3 и приложении Г.

Е.4 Наилучшие доступные технологии, направленные на повышение энергоэффективности и оптимизацию и сокращение ресурсопотребления

Номер и наименование НДТ	Подраздел справочника НДТ
НДТ 5. Оптимальное управление системой потребления электроэнергии и других теплоносителей с целью роста энергоэффективности технологических процессов и снижения техногенного воздействия на окружающую среду при производстве текстильных материалов и изделий	Подраздел 5.1.5
НДТ 22. Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии в процессах подготовки текстильных материалов	Подраздел 5.3
НДТ 23. Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии в процессах крашения текстильных материалов	Подраздел 5.3
НДТ 24. Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии в процессах заключительной отделки текстильных материалов	Подраздел 5.3

Е.5 Экономические аспекты реализации НДТ, направленные на повышение энергоэффективности и оптимизацию и сокращение ресурсопотребления

Новые экономические условия, сложившиеся в России, ставят текстильную отрасль перед необходимостью поиска новых путей повышения конкурентоспособности продукции. Перед отраслью стоят задачи повышения качества продукции, снижения ее себестоимости при существующей структуре сырьевой базы. Особый интерес в сложившейся ситуации представляет возможность решения этих задач путем разработки новых и совершенствования уже существующих технологий, не требующих обновления парка оборудования отделочных предприятий, а также поиск относительно недорогих и высокоэффективных текстильных вспомогательных веществ.

Универсализация и унификация технологических режимов современного оборудования позволяют производству стать более экономичным, экологичным и гибким.

Так, в настоящее время созданы более экономичные сушильные машины, основанные на применении инфракрасных лучей и токов высокой частоты.

На ряде передовых производств Российской Федерации внедрены технологии экобеления на основе биохимических технологий, где щелочная отварка заменена на биообработку. Проведенное технико-экономическое обоснование перспективности использования ферментативно-пероксидных технологий подготовки, которое свидетельствует, что экономический эффект для предприятий отрасли составляет (по данным на

2008 г.) от 131,64 (руб./1000 м ткани) до 166,01 (руб./1000 м ткани). При условии, что предприятие выпускает в сутки 280 тыс. м тканей, экономический эффект составит 45 082 руб. в сутки, а для производств большей производственной мощностью, например 450 тыс. м тканей, — 59 238 руб. в сутки. Дополнительно имеется экономия за счет снижения щелочности сточных вод, и их температуры составит 1024,88 руб. в сутки.

Использование нового поколения отделочного оборудования для трикотажных изделий позволяет получать штучные трикотажные изделия с улучшенным качеством формирования и стабилизации, экономить электроэнергию не менее чем в три раза, увеличить съем продукции с занимаемой площади в 2,7 раза ($м^2$). При этом себестоимость заключительных операций снижается в 2–2,5 раза.

Е.6 Перспективные технологии, направленные на повышение энергоэффективности и оптимизацию и сокращение ресурсопотребления

Е.6.1 Технологии обработки текстильных материалов с использованием энергии электромагнитных колебаний ВЧ/СВЧ-диапазона (см. раздел 7) позволяют снизить:

- расход красителей на 10 % — 20 %;
- расход ПТРС на 10 %;
- расход воды в среднем на 15 %;
- расход электроэнергии.

Е.6.2 Использование биополимеров в очистке сточных вод от предприятий текстильной отрасли (см. раздел 7) позволит достичь:

- снижения температуры красильного раствора, т. е. меньшее потребление энергии;
- минимизации концентраций используемых ТВВ и красителей;
- минимизации времени пропитки и запаривания, т. е. снижение потребления энергии.

Е.6.3 Пенные технологии отделки (ПТО) текстильных материалов обеспечивают в среднем в 3–4 раза снижение влагосодержания обработанного материала и, соответственно, сокращение расхода энергии на удаление из него жидкости в процессах тепловой обработки. Так, в технологиях пенного крашения, которое осуществляется при низком модуле ванны (5–10), достигается уменьшение расхода воды (до 30 %), энергии (до 40 %), красителей и ТВВ (до 15 %) и существенно меньшее загрязнение промстоков.

Библиография

1 ГОСТ 13784-94 Волокна и нити текстильные. Термины и определения

2 ГОСТ 16430-83 Полотна нетканые. Термины и определения.

3 ГОСТ Р 56828.13 – 2016 НДТ. Формат описания технологий.

4 ГОСТ Р 56828.14 – 2016 НДТ. Структура информационно-технического справочника.

5 ГОСТ Р 56828.15 – 2016 НДТ. Термины и определения.

6 Справочник Европейского союза по НДТ «Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry» (July 2003).

7 Приказ Федеральной службы по техническому регулированию и метрологии от 23 июня 2015 г. № 863 «Об утверждении порядка сбора данных, необходимых для разработки информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям и анализа приоритетных проблем отрасли».

8 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р об утверждении поэтапного графика создания в 2015–2017 годах справочников наилучших доступных технологий».

9 Промышленное производство в России. 2016: Стат.сб./Росстат. — П81 М., 2016. — 347 с.

10 Маркетинговое исследование. Рынок синтетических тканей. Источник : http://www.indexbox.ru/news/rost-proizvodstva-sinteticheskih-tkanej-zamedlyaetsya/ www.indexbox.ru.

11 Alto Consulting Group. Рынок трикотажных изделий (чулочно-носочных). Текущая ситуация и прогноз 2017–2021 гг. http://alto-group.ru/index.php.

12 Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

13 Постановление Правительства Российской Федерации от 23.12.2014 № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».

14 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.12.2014 № 2674-р об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий».

15 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.03.2014 № 398-р об утверждении комплекса мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий.

16 Постановление Правительства Российской Федерации от 28 сентября 2015 г. № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».

17 Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2010/75/ЕС от 24 ноября 2010 г. о промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним).

18 Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 665.

19 Колибаба В. И., Кутумова, Е. О., Кутумова, Е. В. Выявление и экономическая оценка потенциала энергосбережения в текстильной отрасли ; ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». — Иваново : «Вестник ИГЭУ», 2012. — Вып. 1.

20 Кутумова Е. О., Кутумова, Е. В., Матвиевская, Н. Ю. Инновационная экономика текстильных предприятий как инструмент снижения энергоемкости валового регионального продукта // Современные наукоемкие технологии (региональное приложение). — 2012. — № 3 (29). — С. 33–40.

21 Программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 г.» от 27 декабря 2010 г. № 2446-р.

22 Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. NQ 2227-р). URL: http://www.economy.gov.ru/minec/main. Дата обращения 15.02.12.

23 Стратегия развития легкой промышленности России на период до 2020 г. (Приказ Минпромторга России № 853 от 24 сентября 2009).

24 Закон Ивановской области от 31.12.2002 № 106-ОЗ «О научно-технической и инновационной политике Ивановской области» (принят Законодательным Собранием 26 декабря 2002 г.).

25 ГОСТ Р 51750—2001 Энергосбережение. Методика определения энергоемкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах [Текст]. — Введ. 01.01.2002. — М.: Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2001. — 24 с.

26 Бузник, В. М. Опыт и и проблемы малого высокотехнологичного производства в научных организациях / Инновации. — М., 2003. — № 7. — 27–30 с.

27 VDMA Sourcing Service: Products and Technologies for the Textile Industry URL: http://www.machines-for-textiles.com. Дата обращения 03.04.

28 Киселев, Е. М. Экотехнологии отделки текстильных материалов : монография / А. М. Киселев, В. А. Епишкина, Р. Н. Целмс, А. А. Буринская. — СПб. : ФБГОУВО «СПбГУПТД», 2016. — 327 с.

29 Киселев, А. М. Основы пенной технологии отделки текстильных материалов. — СПб. : СПГУТД, 2003. — 551 с.

30 Меленчук Е. В. Совершенствование технологии колорирования и отделки текстильных материалов с использованием новых отечественных полимеров : дис. … канд. техн. наук. — М., 2016. — 165 с.

31 Захарченко А. С. Изучение свойств пленкообразующих полимеров, используемых в отделке текстильных материалов / А. С. Захарченко, А. А. Алешина, О. В. Козлова // Изв. вузов. Химия и химическая технология. — 2012. — Т. 55. — № 3. — С. 87–91.

32 Реагенты для закрепления окрасок текстильных изделий / Какинума Кадзуми, Носэ Капухико, Гото Юкио. [Тоё босэки к. к.]. — Япон. пат. кл. 48 В 03, (G 06 P 5/06), № 51–37394, заявл. 31.08.72, № 47–87677, опубл. 15.10.76.

33 Куваева Е. Ю. Совершенствование технологии упрочнения окрасок текстильных материалов / Е. Ю. Куваева, О. И. Одинцова, Б. Н. Мельников // Изв. вузов. Технология текст. пром-ти. — Иваново. — 2002. — № 3. — с. 41–44.

34 Куваева Е. Ю. Повышение устойчивости окрасок текстильных материалов, колорированных водорастворимыми красителями / Е. Ю. Куваева, О. И. Одинцова, Б. Н. Мельников, Н. А. Леонова // Изв. вузов. Технология текст. пром-сти. — Иваново. — 2003. — № 2. — С. 49–51.

35 Куваева Е. Ю., Одинцова, О. И., Догадкина, Н. А., Мельников Б. Н. Состав для закрепления водорастворимых красителей на хлопчатобумажных волокнах и тканях из них / Е. Ю. Куваева, О. И. Одинцова, Н. А. Догадкина, Б. Н. Мельников // Патент № 2233360, опубл. БИ № 21 ; 27.07.2004.

36 Кротова М. Н., Куваева, Е. Ю., Одинцова, О. И., Мельников, Б. Н. Бесформальдегидный состав для закрепления водорастворимых красителей на целлюлозных волокнах и тканях из них // Патент РФ № 2285762, БИ № 29 ; опубл. 20.10.2006.

37 Кротова М. Н., Куваева, Е. Ю., Одинцова, О. И., Мельников, Б. Н. Бесформальдегидный состав для закрепления водорастворимых красителей на целлюлозных волокнах и тканях из них // Патент РФ № 2285763, БИ № 29 ; опубл. 20.10.2006.

38 Егоров Н. В. Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник / Н. В. Егоров, В. И. Лебедева, О. К. Смирнова, М. Н. Кириллова, Т. Д. Захарова, О. И. Одинцова, А. Л. Никифоров // Под ред. Б. Н. Мельникова. — Иваново : изд-во «Талка», 2003. — 453 с.

39 Kosmaenko K. Prikaz praktičnog izvođenja postupka hromiranja kod direktnih boja na pamučnom materijalu sa teorijskim osnovama // Text. Ind. — 1970. — V. 18. — № 9. — P. 51–52.

40 Патент № 1444255 ФРГ, кл. 8 m 1/01; 22a, 33/18 (DO 6 p, C09 b 33/18). -1971. — 4 с.

41 Емельянов А. Г. Прямые красители и их применение в текстильной промышленности / А. Г. Емельянов. — М. : Ростехиздат, 1963. — 232 с.

42 Мельников Б. Н. Применение красителей / Б. Н. Мельников, П. В. Морыганов. — М. : Легкая индустрия, 1971. — 264 с.

43 Мельников Б. Н., Щеглова, Т. Л., Виноградова, Г. И. Применение красителей : учебное пособие для вузов — 3-е изд., испр. и доп. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 331 с.

44 Лобанова Л. А. Крашение, печать и роспись текстильных материалов / Л. А. Лобанова // Учебное пособие. — М., 2013. — с. 608.

45 Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов : учебн. пособие для вузов. В 3 т. Т. 2. — М., 2001. — 540 с.

46 Бельцов В. М. Оборудование текстильных отделочных предприятий : учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. / В. М. Бельцов ; СПГУТД. — СПб., 2000. — 568 с.

47 Патент № 53-37479 (Япония). Заключительная отделка смолами хлопка и его смесей, МКИ D06 M 15/58. — С. 4.

48 Petersen H. D. Optimierungtextiler applikationsverfahren mit methoden der statistishen versuchsplanung am beispied der textilhochveredlung mit dimethylol-4,5-dihydroxyäthylenharnstoff / H. D. Peterson // Milliand Textilber. — 1980. –Bd. 61. — N 2. — S. 174–180.

49 Petersen H. D. Optimierung textiler applikationsverfahren mit methoden der statistishen versuchsplanung am beispied der textilhochveredlung mit dime-

thylol-4,5-dihydroxyäthylenharnstoff / H. D. Peterson // Milliand Textilber. — 1980. — Bd. 61. — N 3. — S. 274–281.

50 Легчилина Л. М. Особенности применения малоформальдегидных отделочных препаратов / Л. М. Легчилина, В. К. Крюков, З. В. Ульянов // Текстил. промсть. — 1987. — № 6. — С. 55–56.

51 Смирнова О. К. Вспомогательные вещества в химико-текстильных процессах. Современный ассортимент отечественных текстильных вспомогательных веществ / О. К. Смирнова, Н. П. Пророкова // Рос. хим. журнал (Журнал Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). — 2002. — Т. XLVI. — № 1. — С. 88–96.

52 Одинцова О. И. Использование катионных препаратов для упрочнения окрасок текстильных материалов / О. И. Одинцова, М. Н. Кротова, Б. Н. Мельников // Прикладная химия. — СПб. — 2009. — Т. 82. — № 3. — С. 467–471.

53 Одинцова О. И. Проблемы выбора текстильных вспомогательных веществ для процессов подготовки и промывки текстильных материалов / О. И. Одинцова, О. К. Смирнова, М. Н. Кротова, Б. Н. Мельников // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. — Иваново. — 2009. — № 2. — С. 46–49.

54 Мельников Б. Н. Роль текстильных вспомогательных веществ. Прогресс текстильной химии и технологии / Б. Н. Мельников // Рос. хим. журнал (Журнал Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). — 2002. — Т. XLVI. — № 1. — С. 9–20.

55 Шубина В. В. Исследование взаимодействия малеиновой и лимонной кислот и их смесей с целлюлозными волокнами / В. В. Шубина, Л. Г. Тебелев, В. В. Павутницкий // Вестник ДИТУД УлГТУ. — 2007. — № 1(31). — С. 28–33.

56 Шубина В. В. Оптимизация технологии малосминаемой отделки хлопчатобумажных тканей многоосновными карбоновыми кислотами / В. В. Шубина, С. Н. Власов, В. В. Павутницкий // Вестник ДИТУД УлГТУ. — 2008. — № 1(35). — С. 5–10.

57 Разуваев А. В. Заключительная отделка текстильных материалов биоцидными препаратами / А. В. Разуваев // Изв. вузов. Химия и химическая технология. — 2010. — Т. 53. — Вып. 8. — С. 3–7.

58 Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов. В 3 т. Т. 3. — М., 2001. — 298 с.

59 Морыганов А. П. Проблемы и перспективы огнезащитной отделки текстильных материалов [http://www.textileclub.ru.].

60 Хвала А. Текстильные вспомогательные вещества. В 2 ч. Ч. 1. / А. Хвала, В. Ангер. — М. : Легпромбытиздат, 1991. — 431 с.

61 Отделка хлопчатобумажных тканей [Текст] : справочник / Н. В. Егоров, В. И. Лебедева, О. К. Смирнова, М. Н. Кириллова, Т. Д. Захарова, О. И. Одинцова, А. Л. Никифоров ; под ред. Б. Н. Мельникова. — Иваново : Талка, 2003. — 484 с. — ISBN 5-87596-051-5.

62 Сафонов В. В. Химическая технология отделочного производства. — Москва, 2002. — 279 с.

63 Балашова Т. Д., Журавлева, Н. В., Коновалова, М. В., Куликова, М. А. Основы химической технологии волокнистых материалов : учебное пособие. — М. : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2005. — 363 с.

64 Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов [Текст] : учеб. для вузов в 3 томах. Т. 1 «Теоретические основы технологии. Волокна. Загрязнения. Подготовка текстильных материалов». — М., 2000. — Т. 1. -436 с. — ISBN 5-85507-173-1, ISBN 5-85507-174-х.

65 Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов [Текст]: учеб. для вузов. В 3 т. Т. 2. Колорирование текстильных материалов. — М., 2001. — ISBN 5-85507-173-1, ISBN 5-85507-174-х.

66 Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов [Текст] : учеб. для вузов. В 3 т. Т. 3. Заключительная отделка текстильных материалов. — М., 2001. — 298 с. — ISBN 5-85507-173-1, ISBN 5-85507-174-х.

67 Чешкова А. В., Владимирцева Е. Л., Шибашова С. Ю., Козлова О. В. / Химические технологии в дизайне текстиля ; под редакцией Чешковой А. В.; БГБОУ ВПО ИГХТУ. — Иваново, 2013. — с. 312.

68 Лобанова Л. А. Крашение, печать и роспись текстильных материалов : учебное пособие. — М, 2013. — с. 608.

69 Фридлянд Г. И. Отделка льняных тканей / Г. И. Фридлянд. — М. : Легкая и пищ. промышленность, 1982. — 430 с.

70 Бельцов В. М. Оборудование текстильных отделочных предприятий [Текст] / В. М. Бельцов. — СПб., 2001. — 568 с.

71 Громов В. Ф. Пряжекрасильное производство: оборудование, технологии, экология / Учебное пособие. — СПб. : ИПЦ СПГУТД, 2005. — 374 с.