

**ХЛОПКО-
ПОДОБНЫЕ
ВИСКОЗНЫЕ
ВОЛОКНА**



МОСКВА
«ХИМИЯ»
1987

Авторы: А. Т. СЕРКОВ, В. В. СКОРОБОГАТЫХ,
М. Б. РАДИШЕВСКИЙ, В. П. КАТУШКИН, А. А. СЕРКОВ,
К. Н. ПЛОТНИКОВА, Р. П. СИВАНКОВА, Н. П. КРЫЛОВА,
Я. М. СЕРЕБРЯННЫЙ, О. Н. БОЧКИНА

...техн. отдела Рязанского ПО
Ш. Умнова

УДК 677.463

Хлопкоподобные вискозные волокна/А. Т. Серков, В. В. Скоробогатых, М. Б. Радишевский и др. — М.: Химия, 1987. 192 с. (Химия — промышленности).

Рассмотрены технология и аппаратное оформление процесса получения новых высокомолекулярных волокон, приближающихся по своим свойствам к хлопку. Приведены данные по их переработке в хлопчатобумажной, трикотажной, шелковой и льняной отраслях текстильной промышленности. Описаны мероприятия по охране окружающей среды. Дана технико-экономическая оценка перспектив развития производства этих волокон.

Для инженерно-технических и научных работников производства химических волокон, а также специалистов текстильной и трикотажной отраслей промышленности.

Табл. 29. Ил. 46. Библиогр. список 68 назв.

2803090100—147
X—106—88
050(01)—87

© Издательство „Химия”, 1987

Оглавление

Введение	5
ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНА СИБЛОН	9
Основные стадии процесса получения волокна сиблон	9
Получение щелочной целлюлозы	10
Получение вискозы	13
Подготовка вискозы к формованию	16
Формование, отделка, сушка и упаковка волокна	20
Приготовление и регенерация осадительной ванны	35
Охрана окружающей среды при производстве волокна сиблон	42
Обезвреживание газовыделений	42
Очистка сточных вод	56
ГЛАВА 2. СВОЙСТВА ХЛОПКОПОДОБНЫХ ВИСКОЗНЫХ ВОЛОКОН И МЕТОДЫ ИХ ИСПЫТАНИЯ	58
Свойства хлопкоподобных вискозных волокон	58
Методы испытаний хлопкоподобных вискозных волокон	69
Геометрические показатели	69
Физико-механические характеристики	79
Химический состав	89
Структурные характеристики	97
Релаксационные свойства	108
Дефектность волокон	112
ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ СИБЛОНА И ПОЛИНОЗНОГО ВОЛОКНА В ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	115
Переработка высокомолекулярного волокна сиблон	115
Переработка полинозного волокна	143
ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ СИБЛОНА И ПОЛИНОЗНОГО ВОЛОКНА В ТРИКОТАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	151
ГЛАВА 5. ПРИМЕНЕНИЕ СИБЛОНА И ПОЛИНОЗНОГО ВОЛОКНА В ДРУГИХ ОТРАСЛЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	159
Переработка волокна сиблон в шелковой промышленности	159

Переработка полинозного волокна в шелковой промышленности	165
Переработка волокна сиблон в льняной промышленности	167
Переработка полинозного волокна в льняной промышленности	172
Переработка вискозного высокомодульного волокна в асбестовой промышленности	176
ГЛАВА 6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОЛОКНА СИБЛОН	178
<i>Библиографический список</i>	183

Введение

В Комплексной программе химизации народного хозяйства СССР на период до 2000 года „В целях повышения уровня благосостояния... советских людей за счет широкого использования химических материалов и прогрессивных технологических процессов предусматривается обеспечить дальнейший рост производства, улучшение потребительских свойств и расширение ассортимента товаров народного потребления...” [1]. Особое внимание уделяется созданию тканей и изделий широкого потребления с улучшенными потребительскими и гигиеническими свойствами.

По требованию гигиенистов и материаловедов-текстильщиков одежда „первого слоя” должна изготавливаться из целлюлозных волокон — хлопка, льна, вискозных волокон. Это обусловлено высокими гигроскопичностью, сорбционной способностью, сбалансированной воздухопроницаемостью и теплопроводностью изделий из этих волокон, что обеспечивает выполнение требований санитарии.

Применяемые в текстильной промышленности синтетические волокна (полиэфирные, полиамидные, полиакрилонитрильные), хотя и обладают рядом ценных свойств — высокими износ- и формоустойчивостью, прочностью, — характеризуются низкими санитарно-гигиеническими показателями.

Долгие годы не мог быть решен вопрос обеспечения текстильной промышленности хлопкоподобным сырьем. В настоящее время эта задача решена — промышленностью освоено выпуск хлопкоподобных вискозных волокон — полинозного и сиблона, исходным сырьем для получения которых служит древесная целлюлоза. Эти волокна по своим санитарно-гигиеническим свойствам не уступают хлопку, превосходя его по другим физико-механическим показателям.

Крупное промышленное производство вискозного высокомодульного волокна под торговой маркой „сиблон” было пущено в 1981 г. на заводе „Сибволокно” [2, 3]. Прочность сиблона в 1,5 раза выше прочности обычного вискозного волокна. Волокно стабильно в размерах, стойко к действию щелочей, характеризуется меньшей потерей прочности в мокром состоянии, хорошими эксплуатационными свойствами. По комплексу показателей волокно сиблон занимает

промежуточное положение между средне- и тонковолокнистым хлопком, поэтому его можно отнести к хлопкоподобным волокнам.

Технологический процесс получения сиблона основан на усовершенствованном вискозном способе. Исходным сырьем является высококачественная сульфатная целлюлоза, получаемая из древесины сибирских хвойных пород. Модификации подверглись практически все технологические стадии вискозного процесса. При получении щелочной целлюлозы посредством диализа из процесса выводят низкомолекулярные фракции (гемицеллюлозы); ксантогенирование осуществляют по „сухому” методу с двойным вакуумированием; фильтрация вискозы производится на намывных фильтрах; формирование волокна осуществляется из вискозы с высоким индексом устойчивости (зрелости) в присутствии модификаторов; ориентацию волокна проводят в две стадии; для формирования применяют блочные фильерные комплекты с 20–30 тыс. отверстий.

Несколько ранее [4] на Рязанском ПО „Химволокно” было пущено в эксплуатацию опытно-промышленное производство полинозного волокна. По некоторым качественным показателям это волокно в большей мере приближается к тонковолокнистому хлопку: имеет более высокую, чем высокомолекулярное волокно, прочность в мокром состоянии, более стойко к действию щелочей, стабильно в размерах. Однако из-за повышенной хрупкости и плохой проходимости при текстильной переработке, широкое освоение его промышленностью тормозится.

Производство вискозных волокон, в том числе высокомолекулярных и полинозных, характеризуется повышенной вредностью. Для получения из целлюлозы формовочного раствора — вискозы, применяют токсичное легколетучее вещество — сероуглерод, концентрация которого в рабочей зоне не должна превышать 5, а в жилой зоне — 0,02 мг/м³. В сточные воды попадают ионы цинка, сернистые продукты и поверхностно-активные вещества. Для достижения высокой степени малоотходности и безвредности в производстве волокна сиблон реализованы новейшие технические решения, что дало возможность повысить степень регенерации сероуглерода до 70 %. Общая степень обезвреживания по сероуглероду (с учетом его частичного превращения в сероводород, серу и оксиды серы) составляет 95–97 %. Для снижения сброса вредных веществ в сточные воды применяется проти-

воточная промывка с последующей выпаркой концентрированных отработанных промывочных растворов.

Текстильная и трикотажная промышленность накопили значительный опыт по применению хлопковискозных волокон.

Технологический режим переработки смесей хлопка с сиблоном на хлопкопрядильном оборудовании имеет лишь небольшие отличия от режима переработки хлопка. Для нормального протекания процесса прядения и получения пряжи удовлетворительной равноты необходимо точное и стабильное дозирование, хорошее перемешивание хлопкового волокна с сиблоном, обеспечивающее равномерное распределение этих волокон по длине и сечению пряжи. При переработке на чесальных машинах смесей хлопка с 33–45 % сиблона удается снизить на 10–40 % число пороков на 1 г прочеса и обрывность пряжи. Прочность пряжи линейной плотности 20–36 текс кольцевого и пневмомеханического способов прядения, выработанная из смеси средневолокнистого хлопка и сиблона, находится на уровне прочности хлопчатобумажной пряжи. Ткачество и отделка хлопкосиблоновой пряжи проводятся на существующем оборудовании лишь с некоторой корректировкой параметров (с учетом меньшей стойкости сиблона к воздействию щелочей).

Переработку полинозного волокна можно также осуществлять на обычном хлопкопрядильном оборудовании по технологии, близкой к технологии переработки хлопка, но с изменениями, учитывающими специфические свойства полинозных волокон — повышенную хрупкость и склонность к фибриллизации. По прочности хлопкополинозная пряжа, выработанная из смесей с тонковолокнистым хлопком (в соотношении 33 : 67 и 50 : 50), не уступает хлопчатобумажной пряже, а иногда и превосходит ее.

На основании опыта переработки большого числа опытных партий полинозного волокна рекомендовано использовать его для замены 33–50 % тонко- и средневолокнистого хлопка при выработке пряжи линейной плотности 7,5–29,0 текс для изготовления тканей плательного, блузочного и сорочечного ассортимента, а также бельевого трикотажа и чулочных изделий.

Полинозное волокно 0,67 текс с успехом может перерабатываться в льняной промышленности в качестве добавки к чесаному льну в количестве 33 %. Полученная пряжа характеризуется высокими прочностью и равномерностью по

линейной плотности. Лignoполинозную пряжу линейной плотности 56 текс можно применять при выработке скатертного и простынного полотна, которые по эксплуатационным свойствам не уступают чисто льняным.

При оценке перспективы развития производства хлопкоподобных волокон, наряду с потребительскими свойствами, необходимо учитывать ряд технико-экономических факторов, в том числе возможности сырьевой базы, капитальные вложения, себестоимость и прибыль, трудовые затраты, конкурентоспособность (в отношении хлопка), вопросы экологии, возможность использования действующих вискозных производств для выпуска хлопкоподобных волокон (после модернизации этих производств).

Себестоимость высокомодульного волокна не превышает себестоимости средневолокнистого хлопка и почти в 2 раза ниже себестоимости тонковолокнистого хлопка. Учитывая снижение количества отходов, обрывности при переработке, лучший товарный вид (при использовании смесей сиблона с хлопком), а также возможность расширения ассортимента изделий, развитие производства высокомодульных волокон в нашей стране можно считать экономически оправданным.

Остается не решенным вопрос об оптимальном соотношении объемов производства высокомодульных и полинозных волокон. Производство полинозных волокон несколько сложнее и менее экономично из-за необходимости применения высоковязких вискоз, повышенного количества сероуглерода, кислот низкой концентрации в осадительной ванне и пониженной скорости формования. Однако по прочности, усадке и стойкости к действию щелочей полинозные волокна превосходят сиблон.

Объем его производства по технико-экономическим расчетам должен составлять до 20–30 % от общего выпуска хлопкоподобных волокон. Наиболее целесообразно использовать полинозные волокна в смесях с тонковолокнистым хлопком и льном. Заслуживают интереса работы по промышленному освоению технологии экономичного вида полинозного волокна, выпускаемого в опытном масштабе под торговой маркой вислен [5, с. 138–140]. Возможности по повышению качества существующих хлопкоподобных вискозных волокон и разработке новых волокон далеко не исчерпаны. В частности представляют интерес реализация мезоморфного состояния при применении осадителей на основе органических веществ и концентрированных кислот.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНА СИБЛОН

ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНА СИБЛОН

Технологический процесс производства вискозного высокомодульного волокна включает в себя следующие основные стадии:

- получение щелочной целлюлозы, включая мерсеризацию, отжим, измельчение, деструкцию (предсозревание), приготовление мерсеризационной щелочи и диализ отжимной щелочи;

- ксантогенирование щелочной целлюлозы и растворение ксантогената целлюлозы с образованием раствора ксантогената целлюлозы в щелочи (вискозы);

- подготовку вискозы к формованию, включая фильтрацию, обезвоздушивание и созревание;

- формование, резку, отделку и сушку волокна;

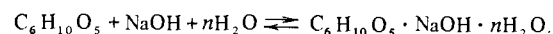
- подготовку и регенерацию осадительной ванны, включая выпарку, кристаллизацию, дегазацию и фильтрацию.

Технология получения волокна сиблон существенно отличается от производства вискозного штапельного волокна обычного типа [4, с. 96] и имеет много схожего со способом получения высокопрочного вискозного корда. К основным отличительным особенностям можно отнести следующие: применение более качественного сырья; удаление низкомолекулярных фракций с помощью диализа; высокое отношение гидроксида натрия к целлюлозе в вискозе; добавка модификаторов; формование вискоз с высокой степенью этерификации из осадительных ванн с пониженным содержанием серной кислоты, высоким содержанием сульфата цинка при низких температурах; осуществление пластификационной вытяжки на 110–130 %. Волокна формуют со скоростью 27–31 м/мин с применением блочных фильер с диаметром отверстий 40–50 мкм.

Ниже будут рассмотрены отдельные стадии процесса получения волокна сиблон.

Процесс проводится в отделении мерсеризации, в котором осуществляются также стадии отжима, измельчения и деструкции (предсозревания) щелочной целлюлозы.

Мерсеризация — обработка целлюлозы раствором гидроксида натрия. При этом протекают химические и физико-химические процессы, основными из которых являются: набухание целлюлозы, образование нового химического соединения — щелочной целлюлозы, вымывание низкомолекулярных полисахаридов (гемицеллюлоз), некоторое снижение молекулярной массы целлюлозы в результате окислительной деструкции за счет воздействия кислорода воздуха в присутствии гидроксида натрия. Щелочная целлюлоза образуется по уравнению



Мерсеризация осуществляется на установке непрерывного действия УНМ-6-30 по технологической схеме, приведенной на рис. 1.1. Кипы целлюлозы со склада с помощью мостового крана устанавливаются на рольганг, где их распаковывают. Подача кип к установке осуществляется самоходной тележкой с приводным рольгангом 1. Распакованные кипы транспортером 2 подаются на кантователь 3, который устанавливает их под определенным углом на питатель 4, состоящий из ряда вращающихся валиков, по которым движется лента. Питатель снабжен сбрасывающим механизмом 5 для равномерной подачи необходимого числа листов целлюлозы в мерсеризатор.

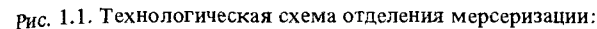
Для проведения процесса используют облагороженную сульфитную целлюлозу, получаемую из хвойных сибирских пород древесины (сосна, лиственница) с высоким содержанием α -целлюлозы (не ниже 95,5 %) и пониженным содержанием вредных примесей: смол и жиров не более 0,06, золы — 0,08 %, железа — 8 мг/кг. Применение целлюлозы с более низким содержанием основного вещества может привести к повышению содержания гемицеллюлоз в мерсеризационной щелочи и соответственно к снижению прочности волокна (особенно в мокром состоянии). При повышенном содержании примесей снижается устойчивость формования и образуется число непрорезанных волокон.

Мерсеризатор представляет собой вертикальный бак с мешалкой, в который непрерывно подают мерсеризацион-

ную щелочь и листы целлюлозы. Внизу на валу мешалки укреплены лопасти с зубьями, проходя через которые целлюлоза разрывается и превращается в гомогенную массу — пульпу. Лопасти мешалки способствуют циркуляции пульпы, что обуславливает повышение равномерности обработки целлюлозы. Из нижней части мерсеризатора пульпа непрерывно отбирается массо-насосом 8 и подается в гомогенизатор 9. В мерсеризационной щелочи содержится 230–240 г/л NaOH, гемицеллюлозы — не более 10–12 г/л; температура — 50–55 °С. Количество мерсеризационного раствора, подаваемого в мерсеризатор, должно быть таким, чтобы отношение объема гидроксида натрия к целлюлозе (жидкостной модуль) составляло 15–16.

Из гомогенизатора пульпа щелочной целлюлозы подается через бак-выравниватель давления 10 на отжимной пресс 11. В баке-выравнивателе давления над уровнем пульпы щелочной целлюлозы создается воздушная подушка постоянного давления, равного 20–50 кПа. Под этим давлением пульпа поступает во внутреннюю полость между барабанами отжимного пресса. Отжимные барабаны установлены таким образом, что половина их цилиндрической поверхности омывается пульпой. Благодаря наличию дренажных канавок на поверхности барабанов происходит фильтрация раствора гидроксида натрия внутрь барабанов, а на их поверхности образуется слой щелочной целлюлозы, который, попадая в зазор между барабанами, отжимается до заданной степени. С барабанов отжатый раствор гидроксида натрия поступает на барабанный фильтр непрерывного действия 12, где частицы щелочной целлюлозы удаляются с сетки внутренним шнеком и по трубопроводу возвращаются в мерсеризатор, а отфильтрованный раствор гидроксида натрия самотеком поступает в бак 22, фильтруется на листовом фильтре 23 и подается на приготовление мерсеризационной щелочи и частично — на диализ для удаления гемицеллюлоз. Мерсеризационная щелочь готовится из укрепительной щелочи с концентрацией NaOH 280–300 г/л и отжимной отфильтрованной щелочи в смесителе 18 и баке 20, подогревается в теплообменнике 21 и подается в мерсеризатор 6 через бачок 7 поддержания постоянного уровня.

Отжатая щелочная целлюлоза с содержанием α -целлюлозы 30–33 % и гидроксида натрия 16–18 % снимается с отжимных валов скребками и поступает в предварительный измельчитель, который крестовидными зубьями разрывает поступающий холст щелочной целлюлозы и сбрасывает образующиеся



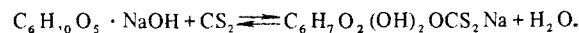
1 – самоходная тележка; 2 – транспортер для подачи кип целлюлозы; 3 – кантователь кип целлюлозы; 4 – питатель; 5 – листоподающее устройство; 6 – бак-мерсеризатор; 7 – бачок для поддержания постоянного уровня в мерсеризаторе; 8 – массо-насос целлюлозной пыли; 9 – гомогенизатор; 10 – бачок для выравнивания давления; 11 – отжимной пресс; 12 – фильтр непрерывного действия для отжимного мерсеризационного раствора; 13 – трехвалковый измельчитель щелочной целлюлозы; 14 – камера предозревания с трехъярусным транспортером; 15 – бункер-весы; 16 – система вакуумного пневмотранспорта; 17 – мерник укрепительной щелочи; 18 – смеситель для приготовления мерсеризационного раствора; 19 – напорный бак с мерсеризационным раствором; 20 – бак с мерсеризационным раствором; 21 – подогреватель; 22 – бак для сбора отфильтрованного отжимного раствора; 23 – листовой фильтр; 24 – мерник для раствора ПАВ

куски на транспортер, подающий их к измельчителю 13. На него подается также 10 %-ный раствор феноксолоа из расчета 0,1–0,5 % от α -целлюлозы. Измельчитель состоит из трех валов с зубьями на поверхности; частота вращения валов – 3560 об/мин. Измельченная щелочная целлюлоза с помощью системы транспортеров подается на трехъярусный транспортер 14, где проходит ее деструкция, и далее через бункер 15 с помощью системы вакуумного пневмотранспорта 16 – на ксантогенирование.

Получение вискозы

Ксантогенирование — процесс обработки щелочной целлюлозы сероуглеродом с целью перевода ее в растворимое состояние. При этом образуется ксантогенат целлюлозы, который после завершения процесса ксантогенирования растворяют в растворе гидроксида натрия. Получаемый при этом вязкий раствор темно-оранжевого цвета называется вискозой.

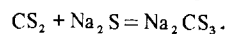
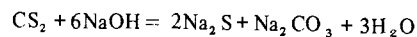
Ксантогенирование производится по сухому способу. Щелочную целлюлозу, загруженную в ксантогенатор, после создания вакуума в пределах 71,8–74,6 кПа обрабатывают сероуглеродом из расчета 40 % от массы целлюлозы. Процесс проводят в течение 85–90 мин. При этом протекает следующая химическая реакция:



В результате реакции образуется сложный кислый эфир целлюлозы и дитиоугольной кислоты, называемый ксанто-

генатом целлюлозы, который хорошо растворяется в разбавленном растворе гидроксида натрия.

Кроме основной, протекают также побочные реакции с образованием тритиокарбоната натрия, сульфида натрия, карбоната натрия и других примесей:



Все реакции протекают с выделением тепла, и для поддержания заданной температуры в рубашку ксантогенатора подают воду с температурой 22–24 °С.

Процесс растворения ксантогената целлюлозы проводят в две стадии: первая стадия — начало растворения — осуществляется в ксантогенаторе, вторая стадия — собственно растворение — проводится при интенсивном растирании комков ксантогената, охлаждении массы в холодильнике до 12–14 °С и интенсивном перемешивании в растворителе. Для лучшего растворения масса из ксантогенатора подается вначале в грубый растиратель, а затем в тонкий растиратель.

Технологическая схема отделения ксантогенирования и растворения представлена на рис. 1.2. Ксантогенатор 1 представляет собой барабан цилиндрической формы, установленный под углом 4°, что обеспечивает его полное опорожнение. Внутри ксантогенатор снабжен мешалкой, которая может переключаться на различную частоту вращения — 14, 28 и 42 об/мин.

Для предотвращения образования в аппарате взрывоопасной смеси сероуглерода с кислородом воздуха ксантогенирование проводится в среде азота. Перед загрузкой щелочной целлюлозы ксантогенатор вентилируется с подачей азота. После загрузки щелочной целлюлозы в ксантогенаторе с помощью вакуум-насоса 21 создается вакуум (86–93 кПа). Затем подают азот (вакуум при этом снижается до 59–67 кПа) и снова создают вакуум. Сероуглерод дозируют через счетчики и штуцера 3 в количестве 40 % от α-целлюлозы. Процесс ксантогенирования проводится 85–90 мин. Окончание ксантогенирования контролируется по появлению в аппарате вторичного вакуума. По окончании ксантогенирования аппарат вентилируется с подачей азота, а затем в него подается растворительная щелочь и умягченная вода в течение 5 мин, а затем осуществляется перемешивание в течение 8–10 мин. После этого снова вводится растворительная щелочь, и полученная ксантогенатная пульпа подается через грубый растира-

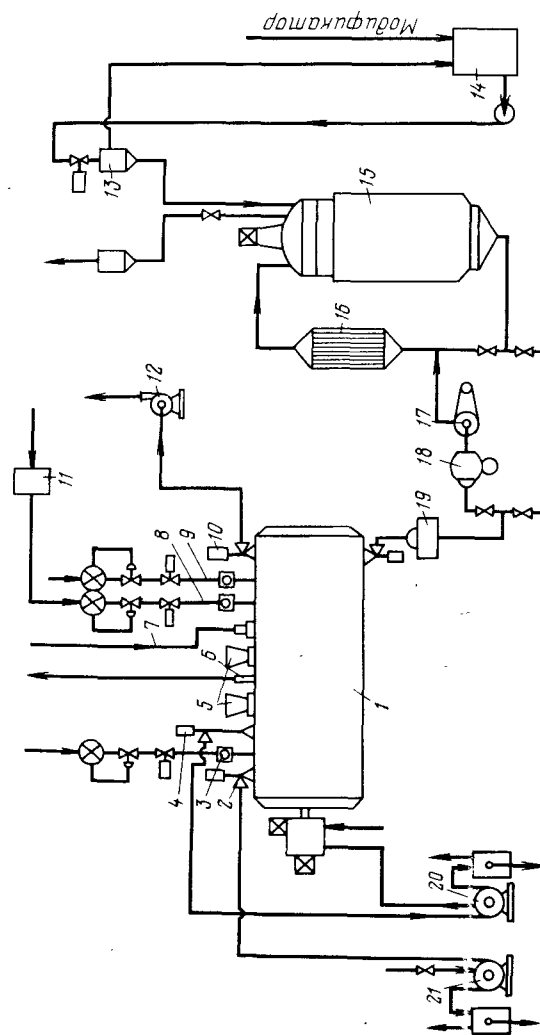


Рис. 1.2. Технологическая схема ксантогенирования:

1 — ксантогенатор; 2 — штуцер для создания вакуума; 3 — штуцер для подачи сероуглерода; 4 — штуцер для подачи вакуума (для пневмотранспорта); 5 — взрывные мембраны; 6 — воздушник; 7 — линия подачи умягченной воды; 8 — линия подачи растворительной щелочи; 9 — линия подачи умягченной воды; 10 — вентиляторное устройство; 11 — регулятор подачи добавок; 12 — вентилятор для продувки аппарата; 13 — мерник для раствора модификаторов; 14 — бак для растворов модификаторов; 15 — насос для раствора модификаторов; 16 — холодильник; 17 — тонкий растиратель; 18 — грубый растиратель; 19 — вакуум-насос для пневмотранспорта; 20 — вакуум-насос для технологического вакуума; 21 — вакуум-насос для создания вакуума.

тель 19, шестеренчатый насос 18, тонкий растиратель 17 и холодильник 16 в растворитель 15.

После этого в ксантогенатор вводят оставшуюся часть растворительной щелочи и умягченной воды с одновременной подачи азота. Затем аппарат промывается и вода передается в растворитель с одновременной подачей азота.

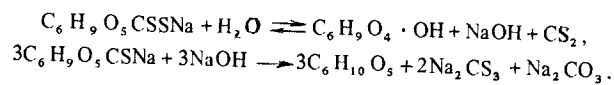
Дорастворитель 15 представляет собой вертикальную емкость, состоящую из двух цилиндров, снабженных рубашками для темперирования. Наружный цилиндр — закрытая емкость, внутренний цилиндр образует пространство для перемешивания и циркуляции вискозы. Под внутренним цилиндром на валу закреплена мешалка, работающая как турбинка. Для повышения эффекта перемешивания на том же валу смонтирована мешалка. При растворении вискоза циркулирует по схеме растворитель 15 — насос 18 — тонкий растиратель 17 — холодильник 16 — растворитель 15.

За 100–120 мин до конца растворения добавляют композиции модификаторов (полиэтиленгликоль, оксигетилированные амины) в виде 30 %-ного водного раствора в количестве 3,0–4,5 % от α -целлюлозы. Температура вискозы в растворителе: начальная — 12–16, конечная — 8–12 °С. Охлаждение вискозы производится рассолом, циркулирующим в рубашках дорастворителя и холодильника. Образующаяся в растворителе вискоза характеризуется следующими показателями:

Индекс зрелости по NaCl	13–18
Вязкость, Па · с	12,5–18,7
Содержание, %	
α -целлюлозы	6,5–7,5
NaOH	6,0–7,0
Фильтруемость через сетку № 0071, с	
не более	100

Подготовка вискозы к формованию

Подготовка вискозы к формованию заключается в фильтрации и обезвоздушивании. Во время проведения этих операций (в течение 16–20 ч) происходит дополнительное растворение ксантогената целлюлозы, его перезетерификация и частичное омыление ксантогенатных групп с образованием побочных продуктов по реакциям



Изменение химического состава и соответственно физико-химических свойств вискозы называют созреванием. Скорость созревания вискозы зависит в основном от температуры и ее состава.

Технологическая схема подготовки вискозы к формованию приведена на рис. 1.3.

Вискоза с участка, где проводится растворение, поступает в приемный бак 1; далее насосом подается в смеситель 3 и через подогреватель 2, где она подогревается от 10–14 до 25–30 °С, подается в обезвоздушиватель 4. Для предотвращения коагуляции вискозы на стенках трубчатого теплообменника ее подогрев осуществляют путем непрерывной циркуляции вискозы из смесителя 3 через теплообменник 2.

Вискоза после растворения содержит 3–4 % (об.) диспергированного и 0,8–1 % растворенного воздуха. В процессе подготовки вискозы к формованию в присутствии воздуха протекают окислительные процессы; кроме того, при фильтрации из-за наличия воздуха нарушается структура капилляров в фильтр-материале, что может вызвать проскок гелевых частиц. При формовании диспергированный воздух приводит к обрыву нитей или образованию дефектов на них. Растворенный воздух может также вызвать повышенную обрывность. Поэтому обезвоздушивание вискозы, т. е. удаление диспергированного и частично растворенного воздуха, является важной технологической операцией.

Обезвоздушивание вискозы проводят преимущественно непрерывным способом в аппаратах типа испарителей.

Обезвоздушиватель 4 (см. рис. 1.3) представляет собой сосуд в виде усеченного конуса. Верхнее основание конуса сферическое, нижнее соединено с барометрической трубой. Вискоза подается в кольцевой коллектор, из которого поступает внутрь обезвоздушивателя в кольцевой карман. Стекая через перелив по периметру кармана, вискоза по стенкам конуса попадает в барометрическую трубу и в смеситель 5. Из смесителя вискоза подается в намывной бак 6 установки фильтрации вискозы через намывной слой; туда же загружается расчетное количество мелконарезанного волокна. Смесь тщательно перемешивается и подается в дисковый фильтр 8, состоящий из пакета с дисками, заключенными в корпус. Пакет приводится во вращение электродвигателем. Верхняя часть диска обтянута тремя сетками, расположенными одна над другой. При заполнении дискового филь-

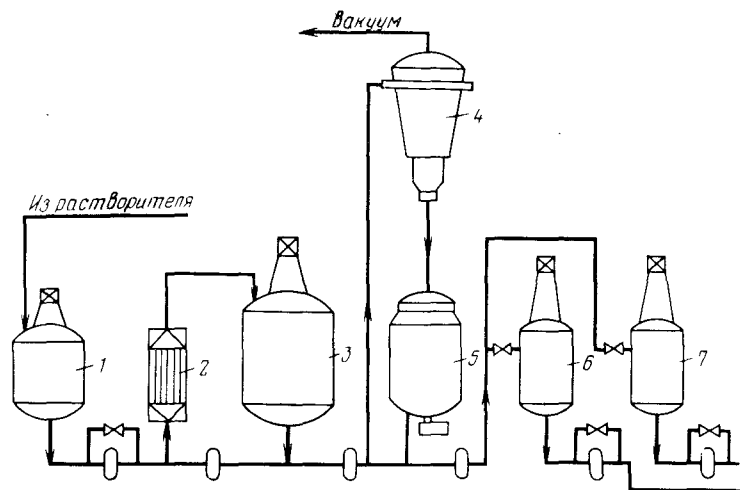
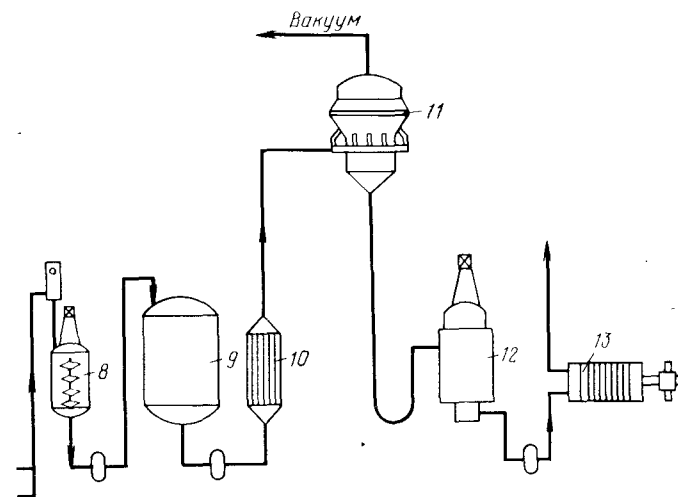


Рис. 1.3. Технологическая схема подготовки вискозы к формованию: 1 — приемный бак; 2 — подогреватель; 3 — смеситель; 4 — обезвоздушный фильтр; 5 — промежуточный бак; 6 — подогреватель;

тра вытесняемый воздух удаляется через воздушник с клапаном. Смесь вискозы с мелконарезанным волокном циркулирует по схеме намывной бак 6 — насос — дисковый фильтр 8 — намывной бак 6.

После намыва фильтрующего слоя открывается клапан на линии подачи вискозы в промежуточный бак 9 и начинается фильтрация. К нефильтованной вискозе в смесительный бак 7 постоянно добавляется небольшое количество мелконарезанного волокна для увеличения продолжительности работы фильтра до регенерации. Из смесительного бака насосом вискоза подается на дисковый фильтр снизу и сверху для равномерного распределения по фильтровальным элементам. При фильтрации вискоза движется от периферии фильтра к центру, проходит сверху вниз через слой фильтрующего материала, три сетки и через отверстия в пустотелом валу поступает в трубопровод. Фильтрация проводится при постоянной скорости. При увеличении давления до 600 кПа фильтр останавливают на промывку. После промывки фильтрующий слой сбрасывается с дисков за счет центробежной силы при кратковременном включении двигателя. Из фильтра суспензия



душеватель; 5, 7 — смесители; 6 — намывной бак; 8 — дисковый; 11 — обезвоздушиватель; 12 — гомогенизатор; 13 — фильтр-пресс

мелконарезанного волокна подается в декантатор и далее, после регенерации возвращается в производство.

Из бака 9 вискоза, предварительно нагретая до 26–28 °С, подается через подогреватель 10 в аппарат окончательного обезвоздушивания 11. Обезвоздушивание проводится в режиме кипения при остаточном давлении 1,33 кПа. Содержание растворенного воздуха в вискозе не превышает 20–40 % от равновесного, т. е. составляет 2–4 мл/л. Обезвоздушная вискоза поступает в гомогенизатор 12 и далее через фильтр-пресс второй фильтрации — на формование. Зарядка фильтр-прессов: по одному слою гамджи и байки, два слоя лентина или шифона; частота перезарядки — 1 раз в 20–30 сут.

В табл. 1.1 приведены показатели вискозы, поступающей на формование. В таблице указаны пределы возможных значений параметров. Оператор устанавливает конкретные значения параметров на основании изученной зависимости взаимного влияния параметров, а также различного рода возмущений, вызываемых изменением качества сырья, температурного режима, вывода для проведения ремонта отдельных видов оборудования и т. д. Однако во всех случаях

ТАБЛИЦА 1.1

Параметр	Допустимое значение	Допустимое отклонение	Прочность волокна *	Устойчивость формования *
Содержание α-целлюлозы, %	7,0–7,5	± 0,1	4	1
Содержание NaOH, %	6,1–6,6	± 0,1	4	3
Индекс зрелости по NaCl	6,0–8,0	± 0,5	5	5
Вязкость, Па · с	6,4–8,0	± 0,8	3	4
Содержание модификаторов, % от α-целлюлозы	3–4,5	± 0,1	5	4
Содержание воздуха, см ³ /дм ³	≤ 4	—	3	3
Замедляемость фильтрования (через фильеру 1000/0,05), с	≤ 20	—	5	5

* Влияние параметров на показатели вязкости оценено в баллах (по пятибалльной системе).

допустимые отклонения от заданных оператором значений должны строго поддерживаться в пределах, указанных в таблице. Влияние показателей вязкости на прочность волокна и устойчивость процесса формования оценивается по пятибалльной системе; при этом устойчивость формования характеризуется числом сменяемых фильер, подмотов и непрорезанных волокон.

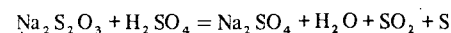
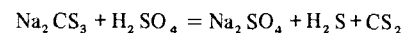
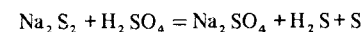
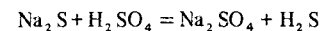
Формование, отделка, сушка и упаковка волокна

Формование вязкозных волокон является сложным процессом и состоит из нескольких последовательно и параллельно протекающих процессов:

- течения вязкозы через капилляры отверстий фильеры;
- образование элементарных струй;
- диффузии компонентов осадительной ванны и вязкозы;
- нейтрализации растворителя;
- осаждения (коагуляции) ксантогената;
- разложения ксантогената;
- движения коагулирующей нити в осадительной ванне;
- ориентационного вытягивания;
- термофиксации.

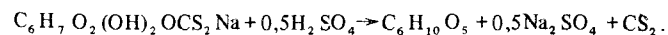
После упрочнения путем ориентационной вытяжки и термофиксации нити режугся на штапельки длиной 36–60 мм, подвергаются отделке и сушке.

Процесс нитеобразования, происходящий при взаимодействии струек вязкозы и осадительной ванны, состоит из ряда физико-химических и химических процессов. Компоненты осадительной ванны (H_2SO_4 , $ZnSO_4$) диффундируют внутрь вязкозных струек, а компоненты вязкозы из внутренних слоев волокна — во внешние. При этом гидроксид натрия нейтрализуется серной кислотой. Нейтрализация проходит от поверхности в глубь волокна. Одновременно происходит взаимодействие серной кислоты с содержащимися в вязкозе побочными продуктами:



При протекании этих реакций происходит выделение сероводорода, сероуглерода, серы и диоксида серы внутри волокна и в осадительной ванне. Сероводород при воздействии кислорода воздуха частично превращается в серу. Вследствие нейтрализации растворимость ксантогената целлюлозы снижается и система распадается на две фазы — твердую и жидкую. Вследствие большой молекулярной массы и повышенной жесткости цепи ксантогенат целлюлозы обладает недостаточной растворимостью и осаждается с частично сольватносвязанным растворителем. Поэтому твердая фаза представляет собой сильно набухший ксантогенатный гель (сольват), а жидкая фаза — раствор продуктов реакции компонентов осадительной ванны и вязкозы.

В кислой среде ксантогенат целлюлозы неустойчив и разлагается:



В результате усиливается межмолекулярное взаимодействие между гидроксильными группами целлюлозы и происходит выделение жидкой фазы из волокна — явление синерезиса. Образующийся сероуглерод в виде эмульсии выделяется с синеретической жидкостью из волокна.

Макромолекулы ксантогената целлюлозы в вязкозе представляют собой статистически равновесные клубки, которые взаимно проникают друг в друга; кристаллиты образуются лишь в тех местах, где в условиях стерических затруднений отдельные участки нескольких макромолекул

могут занять взаимно ориентированное положение. Отдельные участки одной макромолекулы могут входить в состав нескольких кристаллитов. Между кристаллитами располагаются переплетенные участки макромолекул, образующие аморфную фазу.

Процесс структурообразования начинается с поверхности струйки вискозы и распространяется вглубь. Условия структурообразования в поверхностных и внутренних слоях будут различными. Чем „жестче” осадительная ванна, тем больше различия между наружными и внутренними слоями волокна.

Мягкие условия формования высокомолекулярного волокна достигаются за счет применения осадительной ванны с низким содержанием серной кислоты (66–80 г/л) и пониженной температурой (30–40 °С), вискозы с высоким отношением щелочи к целлюлозе (0,9–1,1) и индексом зрелости 6–8 по NaCl, а также при применении добавок модификато-

ров, замедляющих диффузию компонентов осадительной ванны в вискозу. Все эти условия способствуют образованию структурно-однородного волокна с высокими физико-механическими показателями, но одновременно приводят к потере устойчивости формования, что обуславливает образование большого числа обрывов, подмотов, непрорезанных волокон. Для предотвращения этих недостатков скорость формования снижают до 22–30 м/мин.

Формование, ориентационное вытягивание, отделка и сушка высокомолекулярного волокна производятся на поточной линии ПЛ-25-И, схема которой приведена на рис. 1.4. В состав поточной линии входят следующие машины. формовочная машина ПШ-250-И5 с двувальцами, аппарат пластификационной вытяжки АПВ-ИЗ, тянущие триовальцы резательная машина РФ-400, отделочная машина ОЛШ-240-И5, рыхлитель мокрого волокна РМ-240-И2, питатель ПЛШ-240-И3, сушильные машины 1СЛР-240-И и 2СЛР-240-И, камера конди-

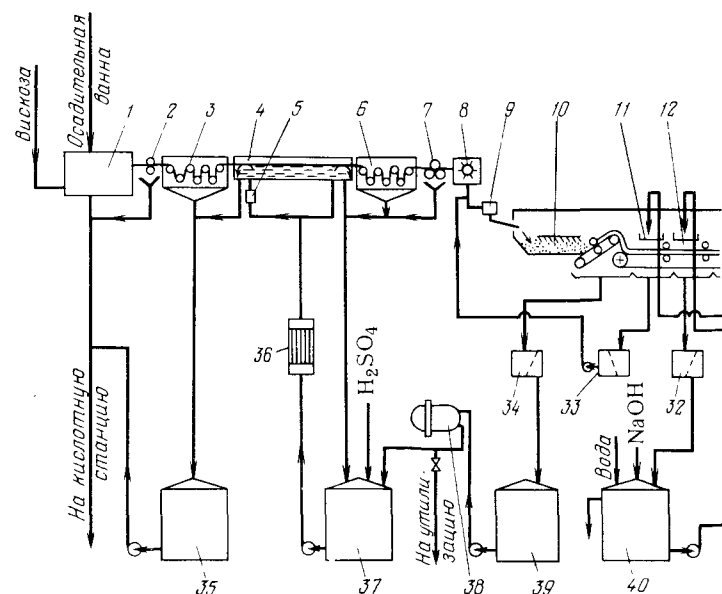
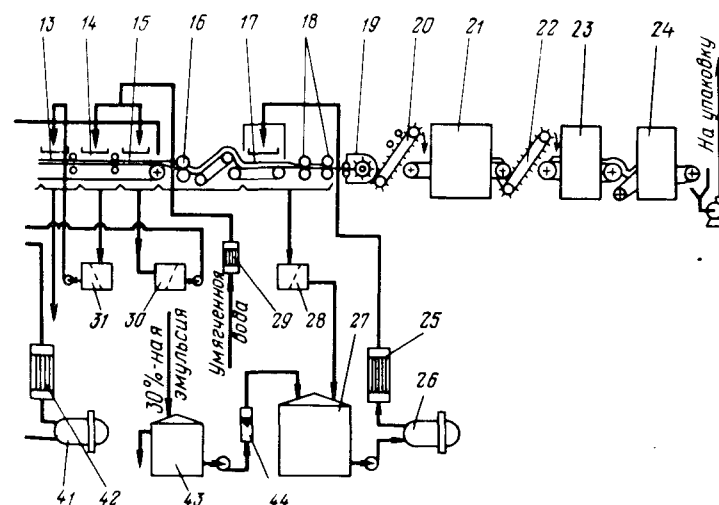


Рис. 1.4. Технологическая схема поточной линии ПЛ-25-И;

1 – формовочная машина; 2 – двувальцы; 3, 6 – первый и второй вытяжные станы; 4 – желоб для пластификационной вытяжки; 5 – пароподогреватель; 7 – триовальцы; 8 – резательная машина; 9 – гидротранспортное устройство; 10 – грабельная секция отделочной машины; 11, 13–15 – сита для промывки; 12 – сито для десульфурации; 19 – рыхлитель; 20, 22 – питатели; 21, 23 – сушилки; 24 – рамы; 25 – бак для приготовления авиважной эмульсии; 26, 36, 42 – теплообменники; 27 – бак для приготовления авиважной эмульсии; 28, 30–34 – фильтры и ловушки; 35 – бак для сбора отработанной ионной ванны; 37 – бак для приготовления пластификационного раствора; 38 – бак для приготовления десульфурационного раствора; 39 – бак для сбора кислой воды с грабельной секции; 40 – бак для приготовления десульфурационного раствора; 43 – бак



13 – сита для промывки; 14 – сито для десульфурации; 15 – сито для десульфурации; 16, 18 – валы усиленного отжима; 17 – авиважная камера кондиционирования; 19 – рыхлитель; 20, 22 – питатели; 21, 23 – сушилки; 24 – рамы; 25 – бак для приготовления авиважной эмульсии; 26, 36, 42 – теплообменники; 27 – бак для приготовления авиважной эмульсии; 28, 30–34 – фильтры и ловушки; 35 – бак для сбора отработанной ионной ванны; 37 – бак для приготовления пластификационного раствора; 38 – бак для приготовления десульфурационного раствора; 39 – бак для сбора кислой воды с грабельной секции; 40 – бак для приготовления десульфурационного раствора; 43 – бак

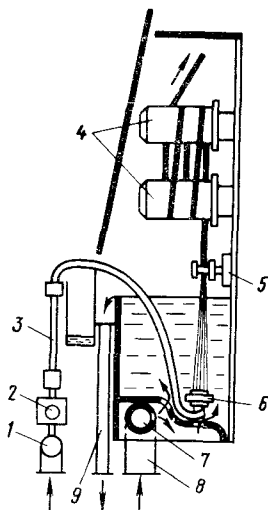


Рис. 1.5. Схема формовочной машины ПШ-250-ИБ:

1 — коллектор для подачи вискозы; 2 — шестеренчатый насос; 3 — червяк; 4 — приемные диски; 5 — жгутонаправитель; 6 — блочный фильтрный комплект; 7 — коллектор для подачи осадительной ванны; 8 — трубопровод для подачи осадительной ванны; 9 — трубопровод для отвода отработанной осадительной ванны

ционирования КЛШ-240-И, пневмотранспортное устройство и упаковочный пресс ДА-8237.

Процесс формования осуществляется на машине ПШ-250-И5, схема которой изображена на рис. 1.5.

Вискоза, поступающая из коллектора 1 дозирующим насосом ПШ-40-И 2 через червяк 3 подается в блочный фильтрный комплект БФК-28,5 6, состоящий из 19 единичных фильтров с общим числом отверстий 28 500, и продавливается тонкими струйками в осадительную ванну. Диаметр отверстий в фильтрах 40–50 мкм.

В желоб формовочной машины через трубопровод 8 и перфорированный коллектор 7 подается осадительная ванна в количестве 1,8 м³/ч на один блочный фильтрный комплект.

Параметры осадительной ванны приведены в табл. 1.2. Отработанная осадительная ванна через переливное корыто и трубопровод 9 направляется в кислотную станцию для регенерации.

На машине ПШ-250-И5 осуществляется вертикальное формование. Путь волокна от доньшка фильеры до поверхности осадительной ванны составляет 600 мм.

Свежесформованные жгутики с шести фильерных блоков с помощью жгутонаправителя 5 собираются на двух приемных цилиндрах 4 в один жгут, который двумя витками охватывает приемные цилиндры. Затем все жгуты с приемных цилиндров машины формования собираются в ленту шириной 400 и толщиной 1,5–3,0 мм, которая поступает на первый семивальцевый вытяжной стан 3 (см. рис. 1.4) аппарата пластификационного вытягивания АПВ-ИЗ. Упрочнение вискозного высокомолекулярного волокна достигается с помощью

ТАБЛИЦА 1.2

Параметр	Допустимое значение	Допустимое отклонение	Прочность волокна *	Устойчивость формования *
Содержание, г/л:				
H ₂ SO ₄	66–80	± 1,5	5	5
ZnSO ₄	45–60	± 1,5	5	3
Na ₂ SO ₄	130–150	± 3,0	4	4
ПАВ	0,2–0,4	± 0,1	2	4
Плотность при 20 °С, г/см ³	1,18–1,22	± 0,003	4	4
Температура, °С	30–40	± 1,0	3	4
Поверхностное натяжение, 10 ⁻³ Н/см	42–48	± 2	2	4

* Влияние параметров на показатели вискозы оценено в баллах (по пятибалльной системе).

ориентационного вытягивания. На поточной линии ПЛ-25-И принята двухступенчатая схема ориентационного вытягивания жгута: первая стадия — между приемными цилиндрами формовочной машины 1 (см. рис. 1.4) и первым вытяжным станом 3 в пределах 70–90 % по отношению к линейной скорости приемных цилиндров; вторая стадия — между первым 3 и вторым 6 вытяжными станами в пределах 10–35 % в среде горячей пластификационной ванны, циркулирующей в желобе 4. Параметры пластификационной ванны приведены ниже:

Параметр	Допустимое значение	Допустимое отклонение
Содержание, г/л:		
H ₂ SO ₄	25–30	± 5,0
ZnSO ₄	8–15	± 2,0
Na ₂ SO ₄	20–40	± 5
Плотность, г/см ³	1,030–1,045	± 0,010
Температура, °С	96	± 2
Расход на один желоб, м ³ /ч	3,0–3,5	± 0,2

Дувальцы 2 (см. рис. 1.4), установленные после формовочной машины 1, служат для отвода жгута при заправке линии или при аварийном останове вытяжного стана. При нормальной работе дувальцы выключены, а верхний валок приподнят, и жгут проходит не касаясь его. На валах вытяжных станов жгут орошается холодной умягченной водой

(из расчета 100 л/ч на один валок). Подача регулируется с помощью поплавкового ротаметра. Свежая пластификационная ванна подается в обводную трубу, подогрев и циркуляция осуществляются с помощью пароподогревателя 5.

Пластификационная ванна готовится следующим образом. Часть оборотной воды с грабельной секции в количестве 6–7 м³/т из бака 39 направляется в бак 37 для приготовления пластификационного раствора, а остальная часть – на утилизацию тепла и в канализацию. В бак для приготовления пластификационного раствора 38 поступают также обработанная ванна из концевой кармана желоба пластификации 4, с двух вытяжных валов 6 и триовальцев 7. Для поддержания концентрации в пределах 25–30 г/л туда же через ротаметр дозируется серная кислота. Свежая пластификационная ванна подается центробежным насосом через бак теплообменника 36 в обводную трубу желоба для пластификационной вытяжки. В пластификационном желобе ванна циркулирует по ходу жгута и возвращается в голову желоба по обводной трубе, проходя через пароподогреватель 5. Количество циркулирующего раствора для автоматического поддержания температуры по длине желоба около 94–98 °С должно составлять 35–40 м³/ч. Отработанная пластификационная ванна из переднего кармана желоба 4 сливается в бак 35 и далее подается на регенерацию в систему осадительной ванны.

Привод вытяжных станов осуществляется от индивидуальных электродвигателей. Скорость регулируется изменением частоты тока тиристорными преобразователями. При останове первых станов автоматически останавливаются и вторые. Фильтрные блоки находятся на разном расстоянии от вытяжных устройств, на которых осуществляется первая стадия вытяжки, поэтому продолжительность прохождения жгутом расстояния перед первой вытяжкой колеблется от 14,5 до 20,3 с, и все шесть жгутиков, поступающих на вытяжку, характеризуются различной степенью разложения ксантогената целлюлозы. С ростом пути жгута перед первой стадией вытяжки на воздухе снижается величина общей вытяжки. Это приводит к тому, что прочность готового волокна с различных фильерных блоков различается в пределах от 0,5 до 1 сН/текс.

Продолжительность прохождения жгутом пути от первой и десятой секции до первых семивальцев вытяжных станов составляет соответственно 32,5 и 4,2 м. Тем не менее волокна

из этих секций практически не различаются по показателям. Это объясняется тем, что вытяжка волокна в основном зависит от структуры, образующейся при осаждении в осадительной ванне. Кроме того, на участке от приемных цилиндров до поступления в пластификационную ванну степень этерификации ксантогената целлюлозы γ_{CS_2} в жгуте меняется незначительно (на 2–3 единицы).

Выходными триовальцами 7 жгут подается к резательным машинам РФ-400 8, которые разрезают жгуты на штапельки длиной 36–60 мм. Линейная плотность жгута, поступающего в резательную машину, составляет 400 ктекс. Резка жгута осуществляется между неподвижным ножом и ножом, установленным на вращающейся головке под углом 4°15' к оси (принцип „ножниц”). В целях безопасности при открывании ограждения двигатель автоматически отключается. Регулировка натяжения жгута осуществляется путем изменения скорости резания нажатием на кнопки „Больше”–„Меньше”.

При переходе жгута и резаного волокна с одной операции на другую они уносят компоненты осадительной ванны, что обуславливает существенное увеличение расхода сырья на производство готового продукта. В табл. 1.3 приведен состав кислого волокна на отдельных переходах технологического процесса. Из данных таблицы видно, что с волокном

ТАБЛИЦА 1.3

Технологический переход	Содержание компонентов, %				
	целлюлоза	серная кислота	сульфат натрия	сульфат цинка	вода
С прядильных дисков	19,8	2,15	6,28	2,9	68,8
Перед первым вытяжным станом	20,8	2,1	5,95	2,8	68,35
После первого вытяжного стана	25,8	1,1	3,68	2,02	67,4
После желоба аппарата пластификационной вытяжки	19,9	1,02	1,29	0,98	76,8
После второго вытяжного стана	25,8	0,35	0,48	0,24	73,1
Волокно после резательной машины	46,5	0,30	0,40	0,20	52,6
Волокно после первой промывки	23,1	0,00	0,014	0,036	76,8

на отделку уносится не более 4—8 кг серной кислоты, сульфата цинка и сульфата натрия на 1 т волокна, т. е. сам технологический процесс получения высокомолекулярного волокна является малоотходным.

Отделка волокна сиблон для удаления с волокна компонентов осадительной ванны, загрязнений и серы, а также для придания волокну мягкости, эластичности, рассыпчатости и других свойств, улучшающих переработку его в текстильной промышленности, производится на машине ОЛШ-240-ИС.

При этом принята следующая последовательность технологических операций.

Волокно от резательных машин 8 (см. рис. 1.4) системой гидротранспорта 9 подается в грабельную секцию 10 отделочной машины, которая предназначена для образования холста волокна. Перемещение волокна вдоль грабельной секции производится грабельным устройством, совершающим возвратно-поступательное движение.

На выходе из грабельной секции слой волокна проходит по наклонному сетчатому транспортеру, отжимается и поступает на пластинчатый транспортер. Скорость движения транспортера изменяется в пределах 0,37—2,2 м/мин.

Перечень операций и параметры отделки волокна сиблон на отделочной машине ОЛШ-240-ИС приведены в табл. 1.4.

Для обеспечения качественной отделки необходимо установить оптимальную толщину слоя волокна и скорость его передвижения, что достигается равномерной складкой волокна и регулированием скорости движения транспортера. Над транспортером расположены сита, в которые подаются отделочные растворы. Для фильтрации отделочных растворов на подающие трубопроводы надеваются мешки из хлориновой ткани. Растворы через отверстия в пластинах транспортера сливаются в поддоны, расположенные между рабочей и холостой ветвями транспортера, и отводятся с отделочной машины.

После каждой отделочной операции с целью уменьшения смешивания отделочных растворов производится отжим волокна отжимными валами. Нижний вал промежуточных валов расположен под верхней ветвью транспортера, верхний — над слоем волокна. Нижний вал вращается принудительно от цепей транспортера, верхний — фрикционно от слоя волокна. Усилие отжима регулируется с помощью передвижного груза, воздействующего через рычаг на подшипники верхнего вала.

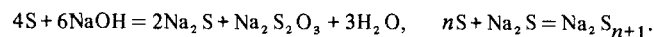
ТАБЛИЦА 1.4

№ сит	Операция	Технологический раствор	Расход, м ³ /ч	Массовая концентрация, г/л	Температура, °С	Место подачи раствора
Грабельная секция	Предварительная промывка и образование холста	Кислая оборотная вода из сит 1—4	15—25	0,5—2,0	55—65	В бак для приготовления пластификационной ванны
1—4	1-я промывка	Оборотная вода из сит 21—24	15—25	—	55—65	В грабельную секцию
5—12	Десульфурация	Раствор NaOH	15—25	1,5—3,0	60—80	В приемный бак
13—16	2-я промывка	Щелочная оборотная вода из сит 17—20	15—20	—	55—65	То же
17—20	3-я промывка	Свежая умягченная вода	15—25	—	55—65	На сита 13—16
21—24	4-я промывка	Свежая умягченная вода	15—25	—	55—65	На сита 1—4
25—30	Авиажная обработка	Раствор стеарокса-6	15—25	5—9	40—48	В приемный бак

После пластинчатого транспортера слой волокна подается на валы усиленного отжима. Отжатый слой наклонным сетчатым транспортером подается на секцию пластинчатого транспортера для авиважной обработки, затем подвергается двукратному усиленному отжиму и далее поступает на рыхлитель мокрого волокна.

Свежая, подогретая в теплообменнике 29 умягченная вода подается на сита 17–24 (15). Отработанная вода с сит 21–24 поступает самотеком в бак-ловушку 30, где отфильтровываются унесенные жидкостью волокна, и центробежным насосом перекачивается на сита 1–4 (11). Далее отработанная вода с сит 1–4 сливается в бак-ловушку 33 и насосом подается в гидротранспортное устройство 9. От резательной машины суспензия волокна поступает в грабельную секцию 10. Отработанная вода с грабельной секции сливается в бак-ловушку 34 и далее — в бак 39. После фильтрации на фильтре 38 часть воды подается в бак 37 для приготовления пластификационной ванны, а другая часть — на утилизацию. Отработанная вода с сит 17–20 14 стекает в бак-ловушку 31 и затем насосом подается на сита 13–16 для промывки волокна после десульфурации. Слабощелочная отработанная вода сбрасывается в канализацию.

Десульфурационный раствор готовится в баке 40 из умягченной воды и гидроксида натрия. Раствор, содержащий 1,5–2,5 г/л NaOH, фильтруется на рамном фильтре 41, подогревается в теплообменнике 42 и подается на сита 5–12. Отработанный раствор через фильтр-ловушку 32 возвращается в бак 40; избыток десульфурационного раствора сливается в канализацию. При десульфурации волокна происходит образование полисернистых соединений:



Авиважная обработка волокна заключается в нанесении на него препарата стеарокс-6 в количестве 0,2–0,3 %. Рабочая эмульсия авиважного препарата, содержащая 5–9 г/л стеарокс-6, готовится в баке 27 путем дозирования 30 %-ной эмульсии из бака 43 с помощью ротаметра 44. Готовый раствор фильтруется на рамном фильтре 26, подогревается в теплообменнике 25 и подается на сита авиважной секции 17 отделочной машины. Отработанный авиважный раствор возвращается через бак-ловушку 28 в бак 27.

Отжатое на валах усиленного отжима 18 до содержания влаги 120–140 % волокно поступает на транспортер питающего

стола рыхлителя РМ-240-И2 19. Волокно зажимается питающими цилиндрами и подается к колковому барабану. Частоту вращения колкового барабана можно изменять (298, 387, 495 об/мин) за счет смены шкивов на валу. На поверхности барабана расположено шесть рядов колков с шагом 36 мм. Барабан закрыт двумя крышками, при подъеме которых отключается электродвигатель привода барабана.

Подъем верхнего питающего цилиндра ограничен конечными выключателями, останавливающими питающий транспортер при зазоре между валами, равном 60 мм. При выдергивании кусочков волокна из зажима питающих цилиндров оно разрыхляется и выбрасывается через передний раструб в лоток.

Подача волокна от рыхлителя мокрого волокна на транспортер сушильной машины осуществляется питателем ПЛШ-240-ИЗ 20, который предназначен для образования равномерного слоя на транспортере сушильной машины 21. Подхваченное колками транспортера питателя волокно поднимается со скоростью 6,7–30,0 м/мин и сбрасывается на загрузочный лоток транспортера сушильной машины. Выравнивание слоя волокна на питателе производится нижней и верхней гребенками. Расстояние между иглами гребенок и иглами питателя регулируется в пределах от 0 до 50 мм. Число качаний верхнего сбивного гребня составляет 45–120 циклов/мин, нижнего 40–106 циклов/мин.

Сушка волокна осуществляется горячим воздухом на двух одноярусных ленточных машинах 1СЛР-240И 21 и 2СЛР-240И 23. Каждая машина состоит из 10 секций, оборудованных центробежными вентиляторами с электродвигателями и калориферами для подогрева воздуха. Скорость движения транспортеров сушильных машин составляет 0,82–3,70 м/мин; высота слоя волокон 100 мм; рабочее давление пара 294–392 кПа; средняя температура воздуха в машине 110 °С. Для предотвращения забивания вентиляторов волокном перед ними установлены сетки.

Подогретый воздух прогоняется вентиляторами сверху вниз через движущийся на транспортере слой волокна, направляясь навстречу движению волокна внутри сушильной машины с помощью отражателей. Отработанный влажный воздух удаляется из сушильной камеры выбросным вентилятором в атмосферу.

Пластинчатый перфорированный транспортер движется со скоростью 0,82–3,70 м/мин.

Волокно, высушенное до влажности 40–50 % в первой сушильной машине, вторым питателем 22 подается на вторую машину, где высушивается до влажности 8–14 %. Предусмотрены регистрация и регулирование температуры воздуха по зонам. Для ликвидации возможного возгорания волокна в сушильных машинах установлены дренчерные системы с использованием перегретого пара.

После сушки волокно имеет некоторую неоднородность по влажности, поэтому его кондиционируют в камере КЛШ-240-И 24. Кондиционеры состоят из семи секций и разделены на две зоны — рабочую, где движется транспортер с волокном, и зону, где установлены сепараторы, вентиляторы и увлажняющее устройство. Из трубопровода, проходящего вдоль камеры кондиционирования, в камеру через форсунки подается пар под давлением 0,3 МПа. Увлажненный паром воздух через сепараторы засасывается секционными вентиляторами и прогоняется через слой волокна; при этом влажность волокна устанавливается равной 10–16 %.

Упаковка кондиционированного волокна производится на прессе ДА-8237, к которому волокно подается от камеры кондиционирования с помощью пневмотранспортной системы. Упаковочный пресс имеет две камеры — предварительного и окончательного прессования. Перед поступлением волокна в камеру предварительного прессования на нижнюю плиту закладывается упаковочный материал. При заполнении камеры предварительного прессования волокном, ее поворачивают и проводят окончательное прессование. Кипы волокна имеют массу 160 ± 20 кг; габариты $970 \times 735 \times 595$ мм.

После этого проводят испытания каждой партии волокна и полученные результаты вписывают в сертификат, который является сопроводительным документом.

Технологический процесс получения высокомолекулярного волокна может быть реализован также на агрегатах ША-25-ИР после их модернизации. Для повышения производительности агрегата до 30 т/сут применяют блочные фильерные комплекты, усиленные вытяжные устройства. Ориентационная вытяжка жгута, термофиксация и отгонка сероуглерода осуществляются в дополнительно устанавливаемом аппарате пластификационной вытяжки: за пределами формовочной машины или в подкапсальном пространстве. Такой модернизированный агрегат имеет уменьшенные габариты и пригоден для получения высокомолекулярного, упрочненного и обычного вискозного волокон.

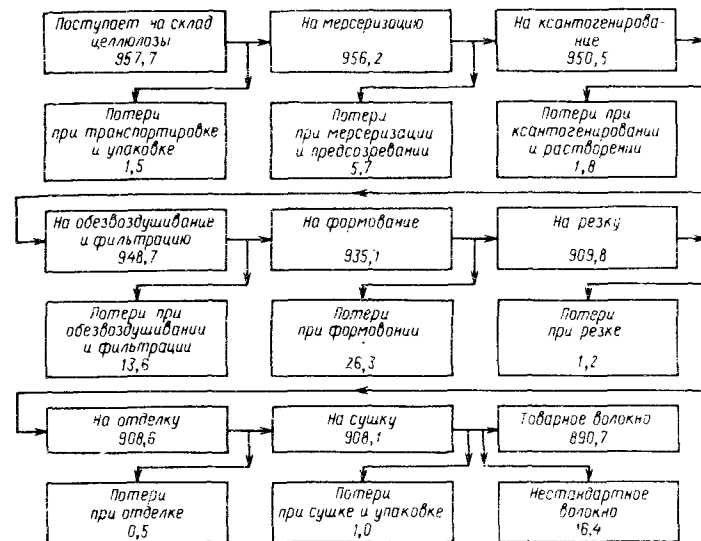


Рис. 1.6. Схема материального баланса целлюлозы, кг/т. волокна

На рис. 1.6 представлена схема материального баланса, из которого видно, что общие потери целлюлозы при получении вискозы, формовании, отделке и сушке волокна составляют 29 кг/т волокна, или 3,1 %. На выработку нестандартного волокна расход целлюлозы составляет 1,75 %.

В отделении формования имеется ряд участков и мастерских по очистке и подготовке фильер, гарнитуры, дозирующих насосов, резательных машин КИП и автоматики, электротехнического и энергетического обеспечения. Разборка, обработка и сборка блочных фильерных комплектов БФК-28,5, а также учет и хранение фильер производится в фильерной мастерской. Блочный фильерный комплект состоит из корпуса, фильерного диска, фильтровального элемента, футорки и гайки. В фильерный диск впрессовывается 19 фильер по 1500 отверстий в каждой; диаметр доньшка фильеры 12,5 мм, диаметр отверстия от 40 до 50 мкм. Общее число отверстий в блоке составляет 28 500. Для герметизации фильерного блока используются резиновые прокладки.

Загрязненные фильерные комплекты, снятые с формовочной машины и уложенные в поддоны, разбирают; фильерные диски укладывают в кассеты, которые помещают в барку

с перфорированным дном и тщательно промывают умягченной водой с температурой 40–50 °С. Затем кассеты перемещают во вторую барку, где производится обработка циркулирующим раствором щелочи концентрацией 120 г/л при комнатной температуре в течение 7 ч. Затем снова промывают умягченной водой при 40–50 °С и продувают сжатым сухим отфильтрованным воздухом под давлением 500 кПа.

Для разрушения оставшихся в отверстиях пленок фильтерные диски помещают в барку с хромовой смесью при комнатной температуре на 6 ч. Концентрация $K_2Cr_2O_7$ в серной кислоте составляет 20 г/л. После этого диски повторно промывают умягченной водой и продувают. Качество очистки отверстий фильер контролируют с помощью часового проекта П4-2. Дополнительный контроль осуществляется на микроскопе МПР-1. Если в фильерах засорено более двух отверстий, их подвергают ультразвуковой обработке в течение 10 мин с последующей обдувкой воздухом. В том случае, когда после проведения ультразвуковой обработки чистота фильера будет неудовлетворительной, повторно проводят все операции очистки фильерных дисков, причем продолжительность щелочной обработки увеличивают до 12 ч. Отбракованные после повторной обработки фильеры изымаются из обращения и отправляются на завод-изготовитель для переплавки.

Очистка остальных деталей блочного фильерного комплекта производится путем предварительной промывки умягченной водой в моечной машине и последующей промывки раствором щелочи в барке, в которой также осуществляется промывка деталей от щелочи.

Для очистки червяков и соединительных трубок их снимают с машины, направляют в гарнитурную мастерскую, где промывают водой, затем помещают в раствор щелочи концентрацией 100–150 г/л на 5 ч, промывают умягченной водой при температуре 30–35 °С и продувают сжатым воздухом.

При очистке фарфоровых деталей их укладывают в барку, заливают раствором щелочи концентрацией 10–12 г/л. Через 2 ч щелочь сливают, детали промывают умягченной водой с температурой 40 °С в течение 5–10 мин и продувают сжатым воздухом.

При отклонении подачи растворов дозирующими насосами от заданной или выходе их из строя насосы снимают с формовочных машин, промывают в насосной мастерской, испытывают на стенде и распределяют по группам в зависимости от производительности.

Приготовление и регенерация осадительной ванны

В результате протекания химических и физико-химических процессов при формировании составов уходящей с формовочной машины отработанной осадительной ванны отличен от состава ванны, поступающей на формирование. Это обусловлено тем, что она разбавляется водой, поступающей с вискозой, и водой, образующейся при реакции нейтрализации между гидроксидом натрия и серной кислотой. При этом содержание серной кислоты в ванне уменьшается. Кроме того, содержание серной кислоты и сульфата цинка снижаются за счет уноса осадительной ванны свежесформованным жгутом. Общее количество сульфата натрия возрастает, так как он образуется при нейтрализации. Состав отработанной осадительной ванны, подаваемой на регенерацию (г/л): H_2SO_4 – 60–80; $ZnSO_4$ – 40–50; Na_2SO_4 – 120–135; плотность ванны – 1,15–1,20 г/см³. При разложении побочных продуктов, содержащихся в вискозе, образуются сера, сероуглерод и сероводород. С осадительной ванной уносятся из желоба формовочной машины обрывки волокон и комочки регенерированной вискозы, образующиеся соответственно при заправке фильерных блоков или при утечке вискозы.

На рис. 1.7 представлен баланс основных компонентов осадительной ванны. Как видно из приведенных данных,

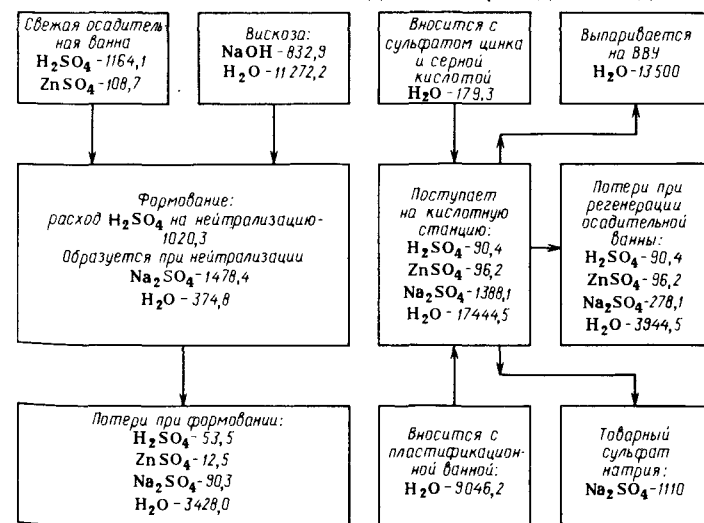


Рис. 1.7. Схема материального баланса компонентов осадительной ванны, кг/т волокна

из осадительной ванны необходимо упарить $13,5 \text{ м}^3$ воды (на 1 т волокна) и выделить 1110 кг безводного сульфата натрия.

Технологическая схема приготовления и регенерации осадительной ванны представлена на рис. 1.8.

Отработанная осадительная ванна с формовочной машины самотеком поступает в смеситель 1, представляющий собой гуммированный трубопровод, снабженный штуцерами для введения добавок. В смеситель непрерывно дозируются: концентрированная (92,5–94,0 %-ная) серная кислота из напорного бака 6 через ротаметр 7; раствор сульфата цинка в осадительной ванне концентрацией 200–300 г/л ZnSO_4 из напорного бака 4 через ротаметр 5; упаренная осадительная ванна из отделения вакуум-выпарных установок через ротаметр 8; избыток пластификационной ванны через холодильник 2 и ротаметр 3.

Часть отработанной осадительной ванны поступает в буферный бак 18, откуда она направляется на вакуум-выпарные установки и на приготовление концентрированного раствора сульфата цинка.

Из смесителя 1 укрепленная осадительная ванна поступает в аппарат для дегазации пневмомеханического типа 17,

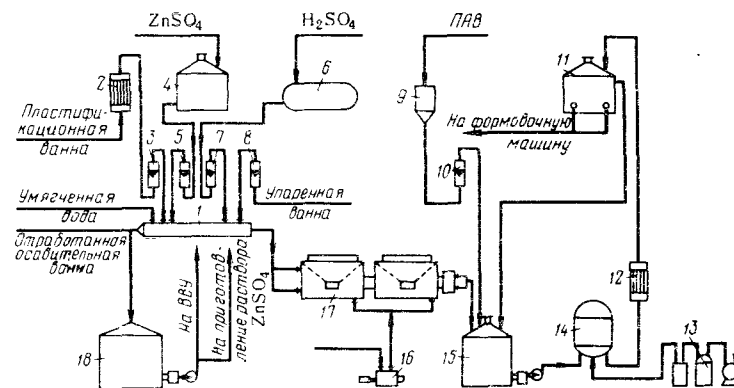


Рис. 1.8. Технологическая схема приготовления и циркуляции осадительной ванны:

1 - смеситель; 2 - холодильник; 3, 5, 7, 8, 10 - ротаметры; 4 - напорный бак с концентрированным раствором ZnSO_4 ; 6 - напорный бак с концентрированной H_2SO_4 ; 9 - напорный бак с концентрированным раствором ПАВ; 11 - напорный бак с осадительной ванной; 12 - теплообменник; 13, 16 - воздуходувки; 14 - кварцевый фильтр; 15 - приемный бак для осадительной ванны; 17 - дегазатор; 18 - буферный бак (ВВУ - вакуум-выпарная установка)

в нижнюю часть которого подается диспергированный воздух из воздуходувки 16. Дегазированная ванна стекает далее в приемный бак 15, куда из напорного бака 9 через ротаметр 10 дозируется концентрированный раствор поверхностно-активного вещества. Затем осадительная ванна фильтруется на кварцевом фильтре 14, подогревается (или охлаждается) в теплообменнике 12 и поступает в напорный бак 11, из которого через индукционный расходомер подается на формовочную машину. Кварцевый фильтр 14 загружается прокаленным песком (размер зерен 2–3 мм, толщина слоя 950 мм).

Для промывки от загрязнений песок периодически направляют противотоком к чистой ванне, взмучивая его сжатым воздухом, подаваемом от воздуходувки 13. Расход ванны на одну промывку составляет $5,4 \text{ м}^3/\text{м}^2$ при давлении 300 кПа; песок промывают три раза, продолжительность каждой промывки 5–7 мин. Воздух подается в течение 5 мин при давлении 100 кПа. Тщательная фильтрация осадительной ванны необходима для нормального проведения процесса формования, предотвращения засорения фильера, повреждения и обрывов элементарных волокон. Показателем чистоты фильтрации ванны является ее прозрачность, которая должна быть не ниже 50 см.

Температура ванны регулируется автоматически в пределах $\pm 1^\circ\text{C}$. Приемный бак оборудован световой и звуковой сигнализацией верхнего и нижнего предельных уровней, напорный бак - сигнализацией нижнего уровня. Верхний уровень поддерживается автоматически с помощью переливной линии, через которую избыток ванны возвращается в приемный бак 15.

Выпаривание осадительной ванны. Избыточную воду из осадительной ванны удаляют на двухкорпусной вакуум-выпарной установке с двумя корпусами с замкнутыми циркуляционными контурами, схема которой приводится на рис. 1.9.

Отработанная осадительная ванна подается в приемный бак 15 для питания вакуум-выпарных установок. Далее ванна, нагретая до $40\text{--}50^\circ\text{C}$, через теплообменник 14 поступает в теплообменник 16, где нагревается до $65\text{--}72^\circ\text{C}$ и направляется в дегазатор 1. В дегазаторе вследствие перепада давлений происходит вскипание осадительной ванны и удаляются содержащиеся в ней пары CS_2 и H_2S . Капли, унесенные газовым потоком, отделяются в брызгоулавливателе 2. При этом ванна, охлаждаясь до 65°C , поступает в бак 18 и насосом подает-

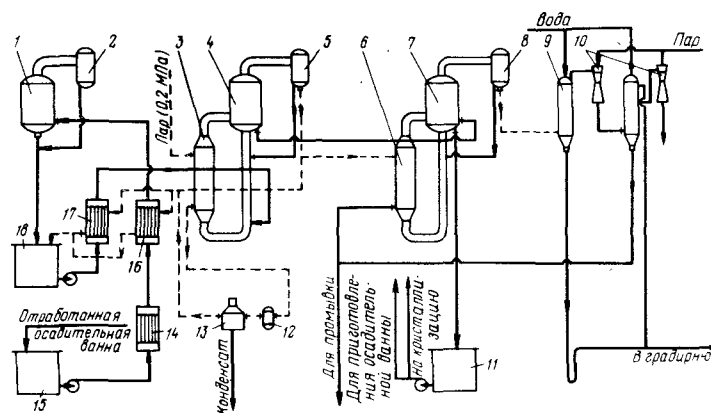


Рис. 1.9. Схема вакуум-выпарной установки ВВУ-8:

1 — дегазатор; 2, 5, 8 — брызгоуловители; 3, 6 — обогревательные камеры выпарных аппаратов; 4, 7 — испарители первого и второго корпусов; 9 — барометрический конденсатор; 10 — парозежкторные насосы; 11 — бак для упаренной осадительной ванны; 12 — конденсатоотводчик; 13 — испаритель; 14, 16, 17 — подогреватели; 15 — бак для отработанной осадительной ванны; 18 — бак для дегазированной осадительной ванны

ся через теплообменник 17 в испаритель 4. В первом корпусе, где осадительная ванна нагревается свежим паром, происходит выпаривание воды. Частично упаренная ванна из первого корпуса за счет разницы давлений переходит во второй корпус, где дополнительно упаривается, а затем поступает в барометрический бак упаренного раствора 11, откуда подается в отделение кристаллизации сульфата натрия и в бак регенерированной осадительной ванны. Упаренная осадительная ванна имеет следующий состав (г/л): H_2SO_4 — 100–130; ZnSO_4 — 70–100, Na_2SO_4 — 180–230; плотность 1,27–1,35 г/см³; температура 50–55 °С. Греющий пар под давлением 0,2 МПа подается в камеру корпуса A_{13} . Образующийся в испарителе вторичный пар через брызгоотделитель 5 направляется в приемную камеру второго корпуса 6 и в теплообменнике 16 и 17. Вторичный пар из второго корпуса 7 через брызгоуловитель 8 поступает в барометрический конденсатор 9, откуда несконденсировавшиеся газы отсасываются парозежкторным насосом 10 и выбрасываются в атмосферу через гидрозатвор. Конденсат греющего пара из первого аппарата через конденсатоотводчик 12 поступает в испаритель 13, где вследствие перепада давления происходит вски-

пание конденсата. Образовавшийся вторичный пар чистого конденсата направляется в трубопровод вторичного пара первого корпуса, а охладившийся конденсат направляется на тепловую точку. Конденсат вторичного пара из второго аппарата и подогревателей 16 и 17 используется для промывки вакуум-выпарных установок.

Кристаллизация сульфата натрия. Процесс выделения сульфата натрия из пересыщенного раствора в виде кристаллов глауберовой соли $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ основан на уменьшении его растворимости с понижением температуры. Технологическая схема кристаллизации сульфата натрия приведена на рис. 1.10.

Упаренная осадительная ванна из отделения выпарки с температурой 55 °С поступает в приемный бак 1, который должен быть наполнен не менее чем на 25 % с целью предотвращения попадания воздуха в установку. Из бака 1 ванна через аппараты предварительного охлаждения 2 и 3 поступает в четырехступенчатый горизонтальный кристаллизатор 33. Под вакуумом происходит испарение воды и охлаждение раствора: в аппарате 2 до 34–36, а в аппарате 3 до 22–24 °С. Вакуум в аппаратах 2 и 3 создается парозежкторным вакуум-насосом 4. В кристаллизаторе 33 ванна перетекает из одной ступени в другую через переливные устройства; четвертая ступень оборудована разгрузочной трубой. Во избежание отложения солей на стенках аппарата и интенсификации кристаллизации путем поддержания кристаллов во взвешенном состоянии на днище каждой ступени предусмотрены перфорированные трубки для подачи воздуха. В кристаллизаторе температура ванны снижается; в первой ступени до 15–17, во второй до 10–13, в третьей до 8–10 и в четвертой до 5–8 °С.

Пары воды из аппаратов 2 и 3, а также из кристаллизатора поступают в конденсаторы смешения 8 и 10, в которые подается охлажденная вода из системы оборотного водоснабжения. Разряжение в конденсаторах создается парозежкторными вакуум-насосами 7 и 9 со вспомогательным конденсатором 6 и волокоольцевым вакуум-насосом 5. Вода из конденсаторов поступает в барометрический бак 34, где нейтрализуется щелочью и поступает в систему оборотного водоснабжения.

Суспензия кристаллов глауберовой соли из четвертой ступени кристаллизатора насосом 32 подается в сепаратор 11, в котором происходит неполное отделение жидкой фазы

через дозирующее устройство и центрифугу поступает в кристаллизатор 12. Сульфат натрия из центрифуги 23 загруженным шнековым питателем 22 подается в трубу сушильного аппарата. Поток горячих газов из топки 21 подхватывает сульфат натрия и уносит в циклон 19. Разрежение на входе в сушильную трубу не более 392 Па, температура газовой смеси на входе в трубу 270–400, на выходе 120–140 °С. Сухая соль через секторный питатель и охлаждающий шнек поступает в бункер-накопитель 20, откуда товарный продукт поступает на фасовку в бумажные мешки. Из циклона газозвдушная смесь отсасывается в вентилятор 18, где орошается водой, а затем поступает в гидроциклон, где вода отделяется и сбрасывается в канализацию. Получаемый товарный сульфат натрия содержит 98,5–99,6 % Na_2S и используется в стекольной промышленности или для производства моющих порошков.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВОЛОКНА СИБЛОН

Производство вискозных волокон, в частности высокомолекулярного волокна сиблон, как и большинство химических производств, относится к числу экологически опасных, если не выполняются определенные санитарно-гигиенические и природоохранные мероприятия.

В производстве волокна сиблон наряду с химическими веществами обычной категории вредности (гидроксид натрия, серная кислота, сульфаты натрия и цинка), используется вещество высшей категории вредности — сероуглерод; кроме того, при переработке вискозы образуется сероводород, который также относится к веществам высшей категории вредности.

Обезвреживание газовыделений

С целью снижения вредного воздействия сероуглерода и сероводорода на обслуживающий персонал и для предотвращения загрязнения окружающей среды необходимо проведение ряда мероприятий, конечной целью которых является снижение фактических концентраций сероуглерода и сероводорода до уровня предельно допустимых: в рабочей зоне соответственно до 5 и 10 мг/м³, в жилетной — до 0,03 и 0,008 мг/м³.

Снижение вредности производства может быть достигнуто путем проведения следующих мероприятий:

снижения количества сероуглерода, применяемого для приготовления вискозы;

повышения стабильности технологического процесса, в частности снижения обрывности при формовании и связанной с этим разгерметизацией оборудования;

создания комплексной схемы обезвреживания, позволяющей максимально локализовать газовыделения и получить концентрированные газозвдушные смеси, что дает возможность повысить экономичность процесса регенерации сероуглерода;

создания оптимального вентиляционного оснащения, позволяющего при минимальных объемах вентиляционных выбросов обеспечить снижение загазованности до требуемых санитарно-гигиенических норм.

При получении вискозы для ксантогенирования расходуется от 380 до 420 кг сероуглерода на 1 т волокна. Основная часть сероуглерода (до 70 %) идет на образование ксантогената целлюлозы, около 27–32 % расходуется на образование побочных продуктов. Кроме того, при определенных условиях (при вентиляции ксантогенаторов, обезвоздушивании вискозных растворов) теряется около 1,5–5,0 % сероуглерода.

Кинетика разложения побочных продуктов, ксантогената целлюлозы и выделения сероуглерода и сероводорода из формирующегося волокна существенно различаются [6]. Разложение ксантогената целлюлозы и побочных продуктов являются химическим процессом, тогда как выделения образующихся газов из волокна и технологических растворов относятся к фазовым процессам. Существенную роль в разложении и удалении побочных продуктов играют диффузионные процессы. Вследствие малых геометрических размеров элементарных волокон выделение из них побочных продуктов, коэффициент диффузии которых составляет около $1 \cdot 10^{-5}$ см²/с, завершается в течение 1–2 с. Побочные продукты диффундируют в осадительную ванну, где разлагаются в гомогенной среде. Процессы диффузии ускоряются вследствие синерезиса, или из-за поперечной усадки волокна при формовании. Разложение побочных продуктов Na_2CS_3 и Na_2S в осадительной ванне протекает с высокой скоростью, близкой к скорости ионных реакций и завершается в течение 0,5–1,5 с. Высока также скорость выделения сероводорода из формирующейся нити, что обусловлено низкой температурой

кипения (-60°C) и сравнительно малой растворимостью в растворах, pH которых не превышает 3.

Разложение ксантогената целлюлозы протекает значительно медленнее по сравнению с прохождением двух других процессов. На первом формовочном диске степень замещения ксантогената целлюлозы γ_{CS_2} , обычно составляет 4–7. Наиболее низкой скоростью характеризуется процесс выделения сероуглерода из формирующегося волокна.

Принимая во внимание сравнительно быстрое разложение побочных продуктов и ксантогената целлюлозы с одной стороны и сравнительно медленное выделение сероуглерода из волокна с другой можно рассчитать его содержание в волокне в химически несвязанном состоянии; оно достигает 4–5 % от массы набухшего гелеобразного волокна. Поскольку растворимость сероуглерода в жидкой фазе не превышает 0,2 % (масс.), можно сделать вывод, что сероуглерод находится в волокне в виде эмульсии. Это экспериментально подтверждено микроскопическими исследованиями и количественным анализом волокна. Переход сероуглерода в жидкую фазу с образованием эмульсии является причиной его медленного удаления из волокна. Особенно существенные затруднения появляются в присутствии поверхностно-активных веществ, способствующих образованию тонкодисперсных устойчивых эмульсий.

Распределение сероуглерода по стадиям технологического процесса получения волокна сиблон, а также образование сероуглерода, диоксида серы, элементарной серы количественно установлены при составлении материального баланса сероуглерода, на основе которого осуществлен расчет и проектирование систем вентиляции формовочно-отделочного оборудования, а также общеобменной вентиляции формовочно-отделочных цехов, выбор метода и объем капитальных затрат на строительство газоочистных сооружений.

Учитывая необратимый характер реакции разложения ксантогената целлюлозы и побочных продуктов, а также малую растворимость сероуглерода и сероводорода в технологических растворах, уравнение материального баланса сероуглерода можно представить в виде

$$A - B = (D - C) + E,$$

где A, B – содержание сероуглерода в вискозе (жгуте), соответственно в начале и в конце технологического процесса, % от α -целлюлозы; D, C – содержание сероуглерода в технологических растворах соответственно по завершению технологического процесса и в технологи-

ческих растворах, поступающих на операцию; E – содержание сероуглерода в газовой смеси местного отсоса на определенной технологической стадии.

Преобразуя приведенное выше уравнение, получим выражение, из которого можно определить производительность агрегата по волокну P (кг/ч):

$$P(A - B) = G \cdot \Delta C + L \cdot C_1,$$

где G – расход технологических растворов на стадии процесса, $\text{м}^3/\text{ч}$; ΔC – разность концентраций сероуглерода в поступающих и уходящих технологических растворах, $\text{г}/\text{м}^3$; L – объем газовой смеси, отсасываемой местной вытяжной системой, $\text{м}^3/\text{ч}$; C_1 – концентрация сероуглерода в отсасываемой газовой смеси, $\text{г}/\text{м}^3$.

Ниже показано распределение сероуглерода и сероводорода (%) по отдельным стадиям технологического процесса производства волокна сиблон (количество сероуглерода, заданного при ксантогенировании, принять за 100 %):

	CS_2	H_2S
1. Задается при ксантогенировании	100	–
2. Образуется в процессе получения вискозы и подготовки ее к формованию (в пересчете на сероуглерод):		
тиосульфат и диоксид серы	3,8	–
элементарная сера	2,2	–
3. Направляется в цех регенерации при ксантогенировании	1,95	–
4. Поступает в атмосферу химического цеха и с общеобменной вытяжкой направляется в вентиляционную трубу	0,05	–
5. Поступает с вискозой и технологическими растворами в канализацию с последующей регенерацией в цехе	1,7	3,0
6. Переходит в сероводород	14,1	100
7. Выделяется в подкапсюльное пространство и с постоянным отсосом поступает в цех регенерации	10,25	28,4
8. Отводится с осадительной и пластификационной ваннами на кислотную станцию и от дегазаторов, приемных и напорных барок направляется в цех регенерации	17,6	57,5
9. Выделяется в зоне пластификационной обработки и тянущих вальцев и с вентиляционным отсосом направляется в цех регенерации	47,75	6,1
10. Потери с усиленной вытяжкой в высотную трубу	0,5	1,4

11. Поступает в атмосферу формовочно-отделочного и кислотного цехов и с общеобменной вытяжкой выбрасывается в атмосферу	0,1	3,6
12. Образуется элементарная сера и серная кислота в процессе регенерации и сероуглерода	4,4	—
13. Поступает с просоком в атмосферу через высотную трубу	0,95	—
14. Степень обезвреживания вентиляционных выбросов	98	99,5
в том числе степень утилизации сероуглерода	72,5	—
15. Выбрасывается в атмосферу без очистки	2,0	5,0

Потери сероуглерода при ксантогенировании с вентиляционными отсосами и вследствие утечки его из аппаратов достигает 2–2,5 %, т. е. 8–10 кг на 1 т готовой продукции.

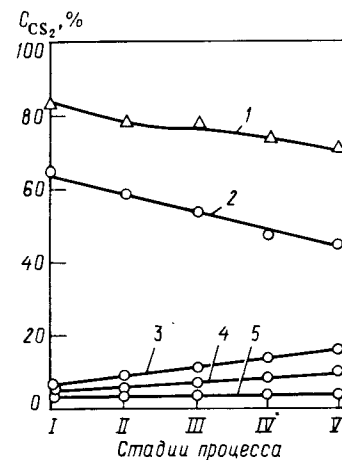
При ксантогенировании, растворении и обезвоздушивании вискозы, ее созревании и фильтрации протекают окислительные процессы, в результате чего часть сероуглерода переходит в $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Na_2CS_4 , Na_2S_n , которые при формовании разлагаются на элементарную серу, диоксид серы, сероуглерод и сероводород; при этом основным источником образования диоксида серы является тиосульфат натрия.

Для определения содержания тиосульфата натрия, а также элементной серы и диоксида серы проводили серию опытов на всех стадиях получения вискозы и подготовки ее к формованию по методике Бернгардта — Нейман, цинклатному методу и иодометрическому определению тиосульфата натрия в вискозе [3, 4].

На рис. 1.11 показано изменение по стадиям получения и подготовки вискозы содержания в ней общего сероуглерода, а также сероуглерода, связанного в ксантогенате целлюлозе. Из рис. 1.11 видно, что общее содержание сероуглерода в вискозе уменьшается с 85 до 75 % от заданного при ксантогенировании; содержание связанного сероуглерода изменяется от 65 до 47 %; содержание побочных продуктов, в результате разложения которых образуется сероводород, возрастает с 8 до 15; суммарное содержание элементарной серы и диоксида серы — от 4 до 10–11 %. Содержание тиосульфата натрия изменяется незначительно и находится в пределах 3–5 %. Общее количество сероуглерода, переходящего в сероводород в производстве волокна сиблон, достигает 14,1–15,5 % от заданного при ксантогенировании, что на

Рис. 1.11. Изменение содержания сероуглерода в вискозе по технологическим стадиям (I–V):

1 — общего; 2 — связанного в виде ксантогената целлюлозы; 3 — находящегося в побочных продуктах; 4 — перешедшего в сероводород; 5 — перешедшего в диоксид серы и элементарную серу; I — после растворения; II — после первой фильтрации; III — после обезвоздушивания; IV — после второй фильтрации; V — перед формованием



1,5–2,0 % ниже, чем при производстве вискозного волокна обычного типа. Кроме того, вследствие небольшой продолжительности созревания в серу переходит меньшее количество диоксида серы. С учетом рассмотренных выше особенностей баланса CS_2 при производстве волокна сиблон на формование с вискозой поступает 77,2 % сероуглерода от заданного при ксантогенировании.

При формовании волокна в подкапсульное пространство формовочной машины выделяется до 10,2 % сероуглерода, при этом с осадительной ванной в отделение подготовки и регенерации осадительной ванны отводится до 17,8 % сероуглерода от заданного при ксантогенировании. Это объясняется низкой температурой ванны и очень важно для обеспечения требуемых санитарно-гигиенических условий в рабочей зоне агрегата. Загазованность парами сероуглерода в производстве волокна сиблон в 1,5–2,0 раза ниже, чем на агрегатах, производящих вискозное волокно обычного типа. Основное выделение сероуглерода (47–50 %) происходит при пластификационной обработке жгута в аппарате АПВ-ИЗ.

Кинетика выделения сероуглерода при этом формально может быть описана уравнением реакции нулевого порядка, поскольку его удаление происходит путем испарения с поверхности волокна и лимитируется концентрацией сероуглерода, которая практически остается постоянной:

$$C - C_0 = -Kt,$$

где C — содержание сероуглерода в волокне в момент времени t ;
 C_0 — начальное содержание сероуглерода; K — константа.

Для температуры пластификационной обработки жгута, равной 85°C при производстве высокомодульного волокна, $K = 1,67 \text{ с}^{-1}$. В соответствии с приведенным уравнением для полного удаления сероуглерода из жгута длина аппарата АПВ-ИЗ должна составлять 20–22 м (с учетом резерва).

При хорошо отлаженной пластификационной обработке волокна на резку и последующую отделку поступает не более 0,2 % сероуглерода от α -целлюлозы (0,5 % от заданного при ксантогенировании).

Во время перезаправки машины, смены фильерных комплектов, устранении подмотов на транспортирующих элементах (дисках, вальцах) и других операциях часть сероуглерода может проникать в рабочую зону обслуживания поточной линии. Эта величина регламентируется и не должна превышать 0,1–0,25 кг на 1 т готовой продукции, так как она определяется предельно допустимой концентрацией (ПДК) сероуглерода в рабочей зоне, равной 5 мг/м^3 .

Достижение этих показателей обеспечивается путем создания рациональной системы вентиляции формовочно-отделочного оборудования. Для достижения предельно допустимых выбросов (ПДВ), которые также регламентируются, все местные вытяжные системы объединяются, а содержащаяся в них газовоздушная смесь подвергается очистке. На газоочистные сооружения в производстве волокна сиблон поступает 76–78 % сероуглерода от заданного при ксантогенировании.

В процессе очистки ГВС от сероводорода и сероуглерода часть его (около 5 %) окисляется и гидролизуется с образованием серной кислоты и серы на активированном угле. Газовоздушная смесь очищается до содержания в ней сероуглерода, равного 50 мг/м^3 , который выбрасывается в атмосферу через вентиляционную трубу высотой 200 м.

Таким образом, суммарная степень обезвреживания газовых выбросов производства высокомодульного вискозного волокна (с учетом сероводорода, серы и диоксида серы) составляет 92–92,3 %, при этом регенерируется и повторно используется в производстве до 71 % сероуглерода от заданного на проведение ксантогенирования.

При расчете вентиляционной системы предприятий вискозных волокон для обеспечения требуемых санитарно-гигиенических условий труда необходимо решить одновременно две основные задачи: во-первых снизить концентрацию сероуглерода (сероводорода) в рабочей зоне до предельно допустимой концентрации, т. е. до 5 мг/м^3 ; во-вторых, необходимо обеспечить максимальное удаление сероуглерода в виде концентрированных газовоздушных смесей с помощью местных вытяжных систем для того, чтобы достичь максимальной регенерации сероуглерода и не допустить загрязнения селитебной зоны предприятий.

Решение поставленных задач достигается путем создания комплексной схемы сбора вентиляционных выбросов с проведением ряда мероприятий: капслюляцией (локализацией) мест, где происходит основное выделение газов, организацией двух-трех режимной вентиляции, применением особых устройств для локализации мест газовыделения с направленным изменением технологических параметров процесса производства волокна сиблон.

На современном предприятии по производству вискозных высокомодульных волокон общий расход вентиляционного воздуха на все производственные помещения, достигает 200–220 тыс. м^3 на 1 т готовой продукции. Из этого количества на формовочно-отделочный цех приходится 80–85, кислотную станцию — 10–12 и химический цех — 4–6 %. Оборудование, установленное в химическом, формовочно-отделочном и кислотном цехах, оснащено местными отсосами. Общий объем отсасываемой газовоздушной смеси достаточно велик и по экономическим соображениям не весь направляется на газоочистные сооружения. Объем концентрированной воздушной смеси, направляемой на газоочистные сооружения, составляет 68–70 тыс. м^3 на 1 т выпускаемой продукции, что составляет около 30 % от общего объема вентиляционных выбросов. Низкоконцентрированные газовоздушные смеси, составляющие основную часть, выбрасываются в атмосферу через высотную трубу (факел выброса около 200 м).

Наиболее рациональной является трехрежимная система вентиляции, применение которой дает возможность наиболее полно осуществить процесс рекуперации сероуглерода [7].

Принципиальная схема трехрежимной вентиляции представлена на рис. 1.12.

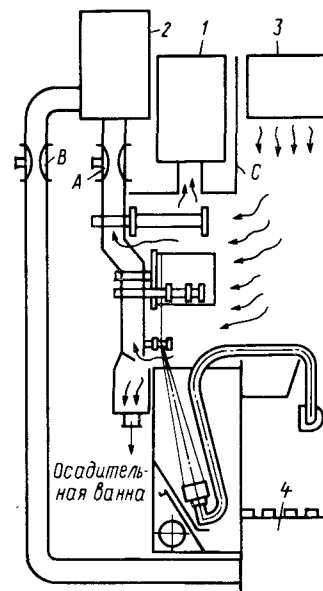


Рис. 1.12. Схема системы приточно-вытяжной вентиляции формовочной машины;

1-4 - вентиляционные каналы: 1 - постоянного отсоса; 2 - усиленного отсоса; 3 - приточного воздуха; 4 - общеобменной вентиляции (А, В, С - см. в тексте)

Схема системы вентиляции поточной линии - на рис. 1.13.

Постоянный отсос (первый режим) осуществляется через вентиляционный канал 1, сообщающийся с подкапсюльным пространством формовочной машины 16, тянущими вальцами 13, 15, аппаратом пластификационной обработки жгута 14, вытяжным станом 12 и аппаратом слоеобразования 10. С целью

создания высоких концентраций сероуглерода в газовой смеси объем вентиляционного воздуха, поступающего на агрегат производительностью 25-30 т/сут по готовому волокну, для перечисленных позиций составляет соответственно 24000, 2000, 20000, 3000 и 1000 м³/ч. Газовоздушная смесь постоянного отсоса поступает непосредственно на газоочистные сооружения; ее транспортирование осуществляется высоконапорными вентиляторами типа ВЦКИ-1, установленными в цехе регенерации сероуглерода. В момент открытия створок капсюляции автоматически включается дополнительный усиленный отсос (второй режим) путем открытия клапана А (см. рис. 1.12) на линии, соединяющей подкапсюльное пространство формовочно-отделочного агрегата с вентиляционным каналом 2. При этом линейная скорость воздушного потока в открытых проемах составляет 1,0-1,5 м/с. При втором режиме вентиляции (усиленном) количество отсасываемой газовой смеси в 2,0-2,5 раза превышает объем газовой смеси, которая отводится с постоянным отсосом, однако продолжительность работы вентиляции усиленного отсоса составляет лишь 2-3 % от времени работы вентиляции постоянного отсоса, поэтому объем газовой смеси, отводимой в режиме усиленной вентиляции, со-

ставляет лишь 10-12 % от общего воздухообмена. В отдельных случаях (аварийный останов тянущих элементов агрегата, массовый „завар“ фильер и т. д.) на агрегате может быть открыто более 50 % створок капсюляции. В этом случае предусматривается аварийная система вентиляции (третий режим). При этом весь объем приточного воздуха из канала 3 через открытые проемы нагнетается в канал усиленной вытяжки 2. Все блокирующие клапаны А на линии усиленной вытяжки открыты, а клапан В, при помощи которого каналы-приемники 4 приточного воздуха соединяются с каналом усиленной вытяжки 2, закрыт. При работе всех приточно-вытяжных систем обеспечиваются требуемые санитарно-гигиенические условия на рабочих местах формовочно-отделочного агрегата. В третьем режиме работают редко; продолжительность работы в этом режиме, а также объем отсасываемой газовой смеси не превышают 3-5 % от тех же показателей общего воздухообмена.

Требования по охране воздушного бассейна от загрязнения газовыми выбросами определены санитарными нормами СН-245-71, согласно которым содержание сероуглерода в селитебной зоне не должно превышать 0,03, а сероводорода - 0,008 мг/м³. С учетом этих нормативов и рассчитываются предельно допустимые выбросы для каждого предприятия.

Очистке от сероводорода и сероуглерода подвергается концентрированная газовой смесь, объем которой составляет около 20-30 % от общего объема вентиляционных выбросов. Однако, как уже указывалось выше, в ней содержится до 76-78 % сероуглерода и около 14-15 % сероводорода (в пересчете на сероуглерод) от заданного при ксантогенировании.

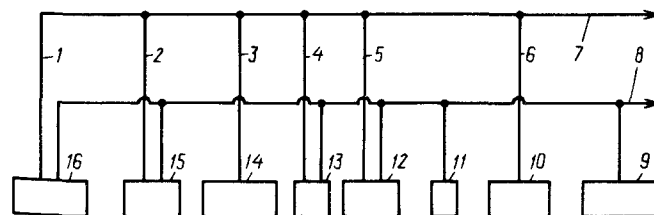
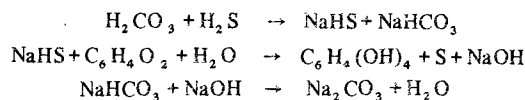


Рис. 1.13. Схема системы вентиляции поточной линии:

1-6 - вентиляционные каналы; 7 - коллектор постоянного отсоса на газоочистную установку; 8 - линия усиленного отсоса в вентиляционную трубу; 9 - отделочная машина; 10 - аппарат слоеобразования; 11 - резательная машина; 12 - вытяжной стан; 13, 15 - тянущие вальцы; 14 - аппарат пластификационной вытяжки; 16 - формовочная машина

Первой стадией очистки газовой смеси в производстве вискозного высокомолекулярного волокна является улавливание сероводорода в скруббере, орошаемом поглотительным раствором, содержащим нейтрализующие и окисляющие компоненты — 1–2 г/л гидрохинона и 30–35 г/л кальцинированной соды; при этом pH раствора поддерживается на уровне 8,5–9,0.

Поглощение H_2S протекает по схеме:



Вначале сероводород связывается в виде гидросульфата, который затем окисляется в присутствии катализатора (гидрохинона) до элементарной серы. В качестве побочного продукта при очистке сероводорода указанным методом образуется тиосульфат натрия. К числу достоинств этого метода очистки газовой смеси от сероводорода следует отнести применимость его в диапазоне концентраций от 0,1 до 1,5 г/м³; при этом степень улавливания сероводорода достигает 99,5 % и концентрация H_2S в очищенной газовой смеси не превышает 20 мг/м³.

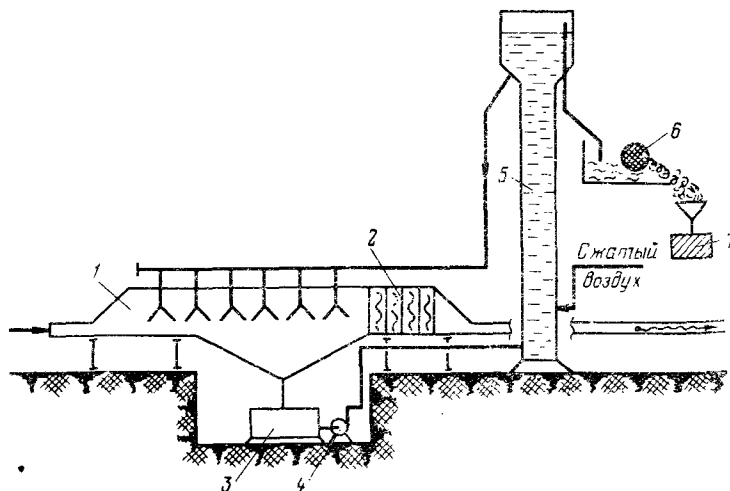


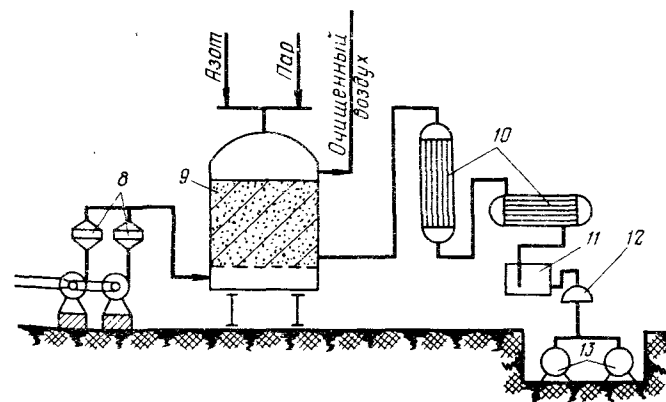
Рис. 1.14. Принципиальная технологическая схема очистки газовой смеси от сероводорода:
1 — скруббер для абсорбции сероводорода; 2 — каплеуловитель; 3 — сборник для поглотительного раствора; 4 — насос; 5 — регенератор; 6 — вакуум-фильтр; 7 — расплавитель серы; 8 — воздушоподогреватель; 9 — адсорбер; 10 — конденсаторы; 11 — водоотделитель; 12 — расходомер; 13 — сборники для сероуглерода

Принципиальная технологическая схема очистки газовой смеси от сероводорода представлена на рис. 1.14.

Газовоздушная смесь в количестве 400 000 м³/ч поступает в горизонтальный скруббер 1, длина которого составляет 50 м, диаметр — 7 м. Пройдя капельную завесу поглотительного раствора, газовоздушная смесь через каплеуловитель 2 направляется на участок рекуперации сероуглерода. Поглотительный раствор из скруббера поступает в сборник 3, из которого при помощи насоса 4 направляется в вертикальный регенератор 5. Регенерация поглотительного раствора осуществляется при помощи сжатого воздуха, который подается в нижнюю часть регенератора. Флотированная сера поступает на вакуум-фильтр 6 и затем направляется в расплавитель 7. Регенерированный раствор из верхней части регенератора вновь поступает на разбрызгивающие устройства скруббера 1.

Очистка газовой смеси от сероуглерода осуществляется методом адсорбции его на активном угле в адсорберах периодического действия со стационарным слоем угля [8].

При использовании этого метода решающее значение имеет так называемая „адсорбционная способность“ активированного угля, т. е. способность поглощать сероуглерод.



душной смеси от сероводорода и сероуглерода:

3 — сборник для поглотительного раствора; 4 — насос; 5 — регенератор; 6 — вакуум-фильтр; 7 — расплавитель серы; 8 — воздушоподогреватель; 9 — адсорбер; 10 — конденсаторы; 11 — водоотделитель; 12 — расходомер; 13 — сборники для сероуглерода

Эффективными адсорбентами сероуглерода являются микропористые активные угли с развитой удельной поверхностью ($\geq 1000 \text{ м}^2/\text{г}$) марок АРТ-2 или „суперсорбон”.

Динамическая активность угля, т. е. степень насыщения угля сероуглеродом к моменту проскока, является основным показателем, определяющим экономичность процесса очистки. Количественно зависимость адсорбционной емкости a от концентрации сероуглерода в газовой смеси C описывается уравнением Фрейндлиха

$$a = KC^{1/n},$$

где K — константа, зависящая от поверхности сорбента; n — константа, зависящая от температуры процесса.

Обычно значение $n > 1$. Для угля АРТ-2 константа $K = 0,98$, $1/n \approx 0,27$.

При рекуперации сероуглерода из газовой смеси, содержащей $5,0\text{--}5,2 \text{ г/м}^3$ сероуглерода, адсорбционная емкость составляет $40\text{--}45 \text{ кг}$ на 1 т активированного угля, т. е. $4\text{--}4,5 \%$ от массы угля.

Было установлено, что активность угля тем выше, чем выше концентрация сероуглерода и тем эффективнее используется адсорбционное оборудование. Так, удельный съем сероуглерода в расчете на 1 т активного угля колеблется от $0,053$ до $0,084$ при концентрации сероуглерода в газовой смеси, равной $4,5\text{--}5,0 \text{ г/м}^3$, и от $0,26$ до $0,34$ при концентрации сероуглерода в смеси, равной $12\text{--}14 \text{ г/м}^3$. Следует отметить, что для безопасности транспортировки газовой смеси концентрация сероуглерода в ней не должна превышать половины нижнего предела взрываемости, т. е. должна быть не более $16\text{--}17 \text{ г/м}^3$.

Принципиальная схема процесса рекуперации сероуглерода представлена на рис. 1.14.

Очищенная от сероводорода газовоздушная смесь, пройдя воздухоподогреватель 8, поступает в нижнюю часть адсорбера 9, заполненную активным углем марки АРТ-2 (либо углем типа суперсорбон). Количество угля в адсорбере около 30 т ; линейная скорость газовоздушной смеси $0,30\text{--}0,32 \text{ м/с}$. За 1 ч в адсорбере очищается до $30\,000 \text{ м}^3$ газовой смеси. Адсорбер работает по двухфазному циклу: сорбция — десорбция. Для обеспечения непрерывной работы установки предусмотрено 20 адсорберов, переключение которых происходит автоматически. По завершении процесса адсорбции адсорбер переключается на десорбцию, которая производится острым паром. Смесь паров воды и сероуглерода по дистил-

лятопроводу поступает в конденсаторы 10. Сконденсированный сероуглерод поступает в водоотделитель (сепаратор) 11 и через расходомер 12 направляется в сборники сероуглерода 13.

В процессе работы активный уголь загрязняется продуктами каталитического окисления сероводорода и частичного гидролиза сероуглерода (серой и серной кислотой), что приводит к загрязнению микропор и снижению активности угля. Экспериментально установлено, что существенное снижение активности угля происходит при содержании серной кислоты в угле, равной $3\text{--}5$ и серы $10\text{--}15 \%$ (масс.). Для удаления серной кислоты уголь промывают путем $4\text{--}5$ -кратного заполнения адсорбера умягченной водой. Для удаления серы используется горячий раствор ($75\text{--}80^\circ\text{C}$) NaOH с концентрацией до 20% .

При разработке и практической реализации технологического процесса получения волокна сиблон накоплен значительный опыт по очистке газовых выбросов и регенерации сероуглерода, который целесообразно использовать при реконструкции или модернизации существующих производств обычных вискозных волокон.

При осуществлении комплексной схемы обезвреживания необходимо выполнить следующие основные мероприятия:

в химическом цехе направить отсосы от ксантогенаторов на регенерацию и исключить сброс вискозы в канализацию;

на кислотной станции выполнить капслюляцию оборудования и осуществить полную регенерацию осадительной и пластификационной ванн, для чего должно быть смонтировано дополнительное оборудование для выпаривания избытка воды и выделения избытка сульфата натрия;

с целью сокращения потерь технологических растворов необходимо осуществить сбор аварийных и других сбросов в специальные емкости с последующей их очисткой и регенерацией;

в цехе формирования волокна на поточных линиях организовать трехрежимную вентиляцию;

отходы кислого волокна и неотделанного жгута следует собирать в контейнеры с отсосом газовой смеси на регенерацию;

потоки газовой смеси от местных отсосов должны быть объединены и направлены на регенерацию;

на предприятиях должны быть созданы установки для очистки вентиляционных газов от сероводорода и установки

для рекуперации сероуглерода углеадсорбционным методом с возвратом регенерированного сероуглерода в производство.

Выполнение этих работ даст возможность улучшить санитарные условия в зонах обслуживания оборудования, экологические условия на территории и вокруг предприятия и снизить себестоимость выпускаемого волокна.

Очистка сточных вод

В производстве вязкого высокомолекулярного волокна образуются стоки двух видов — кислые и щелочные. Первые из-за высокого содержания цинка часто называют кислыми цинксодержащими стоками. Щелочные стоки иногда разделяют на щелочные (из отделения мерсеризации) и вязкощелочные (из отделения ксантогенирования, растворения и фильтрации вискозы).

Основными источниками кислых стоков являются: сбросы промывных кислых вод, пластификационной ванны; унос осадительной ванны при выпарке и кристаллизации; потери осадительной и пластификационной ванн при регенерации фильтров и промывке аппаратуры; потери осадительной ванны вследствие образования пены в присутствии ПАВ и модификаторов. Объем кислых стоков составляет 100–125 м³ на 1 т волокна.

Основными источниками образования щелочных стоков являются: сброс канализационной щелочи при диализе отжимной щелочи; отработанная десульфурационный раствор и промывные воды после десульфурации и промывки аппаратуры и фильтр-материалов; подтеки из сальников, насосов, запорной арматуры и т. д. Некоторое количество щелочных стоков образуется на установке газовой смеси от сероводорода и сероуглерода. Объем щелочных стоков составляет 50–70 м³ на 1 т волокна.

Основными примесями, которые оказывают вредное воздействие на окружающую среду и содержание которых строго нормируется, являются цинк, сероуглерод, сероводород, целлюлоза, ПАВ и модификаторы. В первичных кислых стоках, поступающих на очистные сооружения, содержание цинка достигает 120–400 мг/л. Содержание сероуглерода и сероводорода составляет соответственно 80–150 и 70–110 мг/л. В то же время содержание цинка в водоемах рыбохозяйствен-

ного использования не должно превышать 0,01 мг/л, а предельно допустимая концентрация сероуглерода равна 1 мг/л. Содержание ПАВ и модификаторов в стоках достигает 60–120 мг/л; щелочные стоки содержат до 1200 мг/л щелочи (в пересчете на NaOH); содержание сернистой кислоты в кислых стоках колеблется в пределах 300–1500 мг/л. В воде водоемов санитарно-бытового водопользования содержание сульфата натрия не должно превышать 500 мг/л. Показатель химического потребления кислорода (ХПК) для щелочных стоков составляет 1500–2000, для кислых 300–500 мг/л. Значения биологического показателя потребления кислорода (БПК) находятся в пределах 940–1300 для щелочных стоков и 190–360 мг/л для кислых стоков.

В связи со сложным составом и большим объемом сточных вод их очистка является многостадийным процессом, включающим стадии механохимической очистки, фильтрации и биологической (биохимической) очистки [9].

На рис. 1.15 приведена технологическая схема очистки сточных вод производства вязкого высокомолекулярного волокна.

Щелочные стоки смешиваются с кислыми в смесителе 1 до pH 2,0–2,5 и поступают в отстойник 3. Целесообразно подавать на биологическую очистку вискозосодержащие щелочные стоки, так как в этом случае исключаются сложные операции по удалению и переработке целлюлозных шламов. В отстойнике 3 происходит разложение ксантогената целлюлозы и побочных сернистых продуктов. Целлюлоза выпадает в осадок и ило-насосами передается в шламонаполнитель 7.

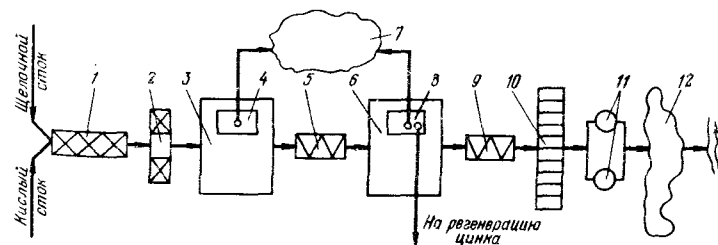


Рис. 1.15. Технологическая схема очистки сточных вод:

1, 5, 9 — смесители; 2 — дегазатор; 3 — отстойник целлюлозного шлама; 4, 8 — массо-насосы; 6 — отстойник известкового шлама; 7 — шламонаполнитель; 10 — кварцевые фильтры; 11 — аэротенки; 12 — пруд-накопитель

Удаление сероуглерода и сероводорода происходит в дегазаторе 2. После этого образовавшаяся газовоздушная смесь направляется на установку регенерации сероуглерода.

Очищенный от целлюлозы сток в смесителе 5 нейтрализуется известковым молоком до pH 9–10. В отстойнике 6 происходит выделение гидроксида цинка, железа и других поливалентных металлов. Известковое молоко, содержащее 5–10 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$, получают гашением оксида кальция при 39–45 °С. Образующийся осадок ило-насосом перекачивают в шламонаполнитель 7 или на установку регенерации цинка, поскольку содержание цинка в осадке может достигать 15–20 %. Очищенная вода в смесителе 9 нейтрализуется серной кислотой или диоксидом углерода до pH 6,5–7,5. Содержание цинка в поступающей на фильтрацию воде составляет 5–10 мг/л взвешенных частиц — 150–200 мг/л; показатель ХПК — 200–300 мг/л. Стоки после фильтрации на кварцевых фильтрах 10 поступают в аэротенки 11 станции биологической очистки.

Очищенные стоки перекачиваются в пруды-накопители 12, откуда сбрасываются в водоемы.

Первоочередной задачей для снижения загрязнения водного бассейна является проведение комплекса мероприятий по уменьшению объема промышленных стоков. В ряде случаев экономически целесообразно осуществлять локальную очистку стока до его смешения с другими стоками, что даст возможность создать замкнутую водооборотную систему.

Глава 2

СВОЙСТВА ХЛОПКОПОДОБНЫХ ВИСКОЗНЫХ ВОЛОКОН И МЕТОДЫ ИХ ИСПЫТАНИЯ

СВОЙСТВА ХЛОПКОПОДОБНЫХ ВИСКОЗНЫХ ВОЛОКОН

Мягкие условия осаждения при формировании высокомолекулярного волокна сиблон обуславливают получение волокна с равномерной структурой, характеризующей оптимальным

соотношением чередующихся упорядоченных (кристаллических) и аморфных областей. Это определяет высокую деформационную способность формируемого волокна (110–130 %) при ориентационном вытягивании в режиме вязкоэластической деформации и достижение высоких физико-механических показателей.

Данные о физико-механических показателях высокомолекулярного волокна сиблон в сравнении с обычным вискозным волокном, хлопком и высокомолекулярными волокнами, выпускаемыми фирмами „Ленцинг“ (Австрия) и „Сятери“ (Финляндия) приведены в табл. 2.1.

Как видно из приведенных в таблице данных по основным физико-механическим показателям, волокно сиблон не уступает высокомолекулярным волокнам, выпускаемым зарубежными фирмами „Сятери“ (Финляндия) и „Ленцинг“ (Австрия), производящей около 90 % высокомолекулярных волокон, выпускаемых в Западной Европе, и значительно превосходит обычное вискозное волокно. Прочность сиблона в кондиционном состоянии в 1,6 раза выше прочности обычного вискозного волокна, а в мокром состоянии — в 2 раза. Сиблон имеет пониженное удлинение и набухание в воде. Удлинение при разрыве сиблона в сухом состоянии составляет 19–20 %, прочность в петле, косвенно характеризующая хрупкость волокна, равна 8,2 сН/текст, т. е. выше норм, установленных для волокна первого сорта.

Более высокие показатели волокна сиблон по сравнению с показателями обычного вискозного волокна дают возможность увеличить содержание сиблона в смесях со средневолокнистым хлопком до 33–45 % (вместо 10 % при использовании обычного вискозного волокна) при достижении свойств тканей и трикотажа на основе этих смесей, аналогичных свойствам хлопчатобумажных материалов. По данным, приведенным в работе [10], линейная плотность волокна сиблон практически такая же, как линейная плотность средневолокнистого хлопка 5-го типа, с которым оно преимущественно перерабатывается; прочность в сухом состоянии на 25–30 % выше, чем прочность хлопка, а коэффициент вариации по разрывной нагрузке ниже (соответственно 15–20 и 37–40 %). Средневзвешенная длина волокна сиблон колеблется от 34,6 до 38,5 мм, коэффициент вариации по длине равен 10 % (у хлопкового волокна соответственно 30–36 мм и 20–30 %).

В ЦНИХБИ были проведены исследования по определению влияния уменьшения длины резки волокна с 38 до 34 мм

ТАБЛИЦА 2.1

Показатель	Высокомодульные волокна				Хлопок		Полинозное *	Обычное вискозное волокно
	сиблон *	фирмы „Ленцинг“	фирмы „Сятери“	среднево- локнистый (4 и 5 типа)	тонково- локнистый			
Линейная плотность, текс	0,13 (0,17)	0,162	0,175	0,15–0,18	0,12–0,14	0,125–0,144 (0,157–0,188)		0,17
Прочность, сН/текс	32–34 (30–33)	30,8	31,9	25,6–28,5	31–34	32–38 (33–41)		20–22
Удлинение, %	18–21 (18–21)	20,7	19,0	12,5–15	13,5–14,5	9–13 (10–14)		19–26
Прочность в мокром состоянии, сН/текс	20–22 (19–21)	19,1	19,6	27–32	33,5–37,5	25–28 (25–30)		10–12
Удлинение в мокром состоянии, %	20–24 (20–24)	23,3	22,3	12–15	8,5–15	10–14 (13–18)		26–31
Модуль упругости в мокром состоянии, сН/текс	80–95 (85–100)	62	84	150–180	180–240	180–200 (180–240)		22–35
Прочность в петле, сН/текс	6,5–8,8 (6–8,5)	7,7	7,9	15–18,5	21,5–25,0	4–6 (4–6)		6–7,5
Изгибустойчивость, тыс. циклов	8–15 (15–20)	—	—	40–60	32–56	2,5–3,3 (1,2–3,0)		6–8
Растворимость в 6,5 %-ном растворе	10–12 (10–12)	5,1	2,5	0,5–1,5	0,5–1,5	2,5–3,5 (2,5–3,5)		22–26
Набухание в воде, %	70–80 (70–80)	61	63	45–55	45–55	60–65 (60–65)		100–110

* В скобках приведены показатели для волокна линейной плотности 0,17 текс, без скобок — для волокна линейной плотности 0,13 текс.

в смеси с 55–67% средневолокнистого хлопка (4- и 5-го типов) на качественные показатели пряжи, выработанной по кольцевому и пневмомеханическому способам прядения. Установлено, что при использовании в смесях высокомодульного волокна сиблон с длиной резки, равной 34 мм, прочность пряжи и коэффициент вариации по разрывной нагрузке сохраняются примерно на одном уровне, обрывность пряжи снижается, однако при этом возрастает число пороков в пряже.

Полинозные волокна формируются из высокоэтерифицированных ($\gamma_{CS_2} = 55–60$) прядильных растворов ксантогената целлюлозы с высоким индексом зрелости по NaCl (10–18) в осадительные ванны с низким содержанием серной кислоты и сульфата цинка (соответственно 17–25 и 0,5–1,0 г/л). Коагуляция и осаждение элементарных струек протекают медленно. Стабильность формирования достигается при увеличении прочности струек за счет повышения вязкости вискозы до 22–30 Па·с. Необходимый уровень вязкости поддерживается при степени полимеризации целлюлозы, равной 500–550. Отличительной особенностью процесса формирования полинозного волокна является исключение из процесса самостоятельной технологической операции — деструкции целлюлозы (предсозревания). Благодаря „мягким“ условиям формирования и применению прядильных растворов с низкой концентрацией целлюлозы (5–6,5 %) создаются условия для повышения степени ориентационной вытяжки до 120–180 % и получения высокоориентированной, равномерной по поперечному сечению структуры с надмолекулярными кристаллическими образованиями больших размеров. Это в свою очередь обуславливает высокую прочность и модуль упругости, низкое удлинение и повышенную хрупкость полинозного волокна (см. табл. 2.1).

Полученное в опытно-промышленных условиях полинозное волокно линейной плотностью 0,17 текс характеризуется высокой прочностью в сухом и мокром состоянии — соответственно 33–41 и 25–30 сН/текс, удлинение — 10–14 %. По этим показателям полинозное волокно не уступает тонковолокнистому хлопку. Однако низкая прочность в петле 4–6 сН/текс и недостаточная изгибустойчивость (1200–3000 циклов) обуславливают повышенную хрупкость полинозного волокна и ухудшают его перерабатывающую способность на прядильном оборудовании. Полинозное волокно опытных партий с линейной плотностью 0,13 текс выдерживало большее число двойных изгибов.

Отличительной особенностью полинозного и высоко-модульного волокна сиблон является высокий модуль упругости в мокром состоянии (соответственно 180–240 и 80–100 сН/текс), определяющий деформационные свойства волокна и усадочные свойства тканей. Во время отделочных операций ткани подвергаются воздействию значительных напряжений. Возникающая деформация фиксируется при сушке с переходом волокна в стеклообразное состояние. При последующих мокрых обработках (стирках) в свободном состоянии происходит релаксация напряжений и полученной деформации. Количественная связь между процессами деформации при отделке и полной релаксацией во время эксплуатации характеризуется усадкой, измеренной после релаксации предварительно деформированного и высушенного образца. Соответствующая приложенному напряжению и зависящая от модуля упругости в мокром состоянии деформация после снятия напряжения приводит к усадке. Так, при напряжениях, возникающих при отделке тканей, усадка ткани из высокомодульного или полинозного волокна составляет 3–4 %, ткань из обычного вискозного волокна в этих условиях усаживается на 8–9 % [11].

Высокий модуль упругости волокон в мокром состоянии обуславливает повышенное сопротивление напряжению тканей и низкую деформационную способность во время мокрых обработок, а также увеличение упругой (обратимой) составляющей деформации, релаксация которой реализуется мгновенно после снятия напряжения. В результате повышение модуля приводит к снижению усадки и улучшению формоустойчивости тканей. На рис. 2.1 приведена обобщенная эмпирическая зависимость усадки тканей Y от модуля упругости волокон в мокром состоянии E , которая описывается уравнением

$$Y = 31,5E^{-0,5}.$$

Модуль упругости в мокром состоянии обычного вискозного волокна составляет 20–40 сН/текс и ему соответствует усадка, равная 5–7 %. Увеличение модуля упругости высоко-модульного волокна до 80–100 сН/текс приводит к снижению усадки до 2,9–3,5 %. Полинозному волокну, имеющему модуль 170–240 сН/текс, соответствует усадка 2–2,4 %.

Повышению прочности и модуля упругости способствует высокая ориентационная вытяжка высокомодульного волокна на 120–130 %, которая протекает в режиме смешанной

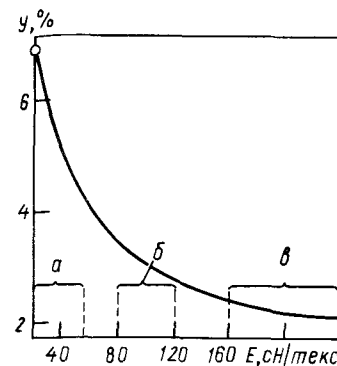


Рис. 2.1. Обобщенная зависимость усадки тканей Y от модуля упругости волокон в мокром состоянии E :

а – вискозные волокна обычного типа; б – высокомодульные волокна; в – полинозные волокна

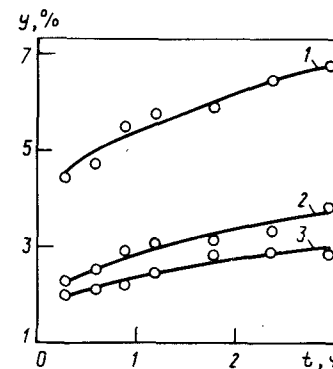


Рис. 2.2. Расчетные кривые и экспериментальные данные (точки) зависимости усадки обычного вискозного (1), высокомодульного (2) и полинозного (3) волокон от продолжительности обработки t

вязкоупругой деформации. Частичное протекание ориентационной вытяжки в режиме упругой деформации предопределяет возникновение в волокнах внутренних напряжений и неравновесности структуры. Последующая релаксация в свободном состоянии во время отделки и сушки приводит к снижению внутренних напряжений в волокнах. Полная релаксация достигается в процессе эксплуатации во время многократных водно-температурных обработок (стирок); протекающие при этом релаксационные процессы приводят к уменьшению длины волокна. Результирующая усадка характеризует степень равновесного состояния структуры волокна. Усадка полинозного и высокомодульного волокна после первой обработки составляет соответственно 2 и 2,3 %, после десяти обработок – 2,9 и 3,8 %, у обычного вискозного волокна – соответственно 4,4 и 6,7 %.

Кинетика усадки описывается уравнением Кольрауша:

$$Y_t = Y_0 + Y_\infty [1 - \exp(-t/\tau)^K],$$

где Y_t – усадка волокна в момент времени t , %; Y_0 – начальная усадка, %; Y_∞ – равновесная усадка по окончании релаксационного процесса, %; K – константа для данного вида волокна; τ – время релаксации, ч.

Параметры уравнения Кольрауша, описывающего процесс релаксационной усадки вязкозных волокон, приведены ниже:

Волокно	Y_0	Y_∞	τ	K
Обычное вискозное	4,4	6,7	6,4	1,0
Высокомодульное	2,3	3,8	5,0	1,3
Полинозное	2,0	2,9	4,36	1,5

На рис. 2.2 представлены экспериментальные данные (точки) и рассчитанные по уравнению Кольрауша кривые усадки вискозных волокон в процессе многократных водно-температурных обработок. Продолжительность одной обработки составляет 18 мин.

Несмотря на высокую ориентационную вытяжку, высокомодульное волокно сиблон усаживается практически в 2 раза меньше, чем обычное вискозное волокно и продолжительность достижения равновесного состояния у него значительно меньше. Более высокая степень равновесности структуры высокомодульного волокна обусловлена тем, что при его производстве ориентационная вытяжка в основном протекает в режиме вязкоэластической деформации, необратимая составляющая которой равна 66–75 % [12]. При ориентационной вытяжке обычного вискозного волокна значительную роль играет упругая деформация, что обуславливает повышенную неравномерность структуры этого волокна.

Благодаря высокому значению модуля упругости в мокром состоянии и более равномерной, отрелаксированной структуре изделия из высокомодульного волокна сиблон обладают более высокой формоустойчивостью в процессе эксплуатации, чем изделия из обычного вискозного волокна. Формоустойчивость изделий определяется двумя основными факторами — усадочными свойствами тканей и несминаемостью. В табл. 2.2 приведены данные о зависимости усадки тканей и несминаемости от многократных водно-температурных обработок.

По усадочным свойствам ткани из высокомодульного волокна сиблон приближаются к хлопчатобумажным, а по несминаемости значительно превосходят ткани из обычного вискозного волокна и хлопчатобумажные ткани. Так, несминаемость тканей из 100%-ного сиблона и смесей сиблона (33 %) и хлопка (67 %) после 50 циклов обработки составляет соответственно 49,7 и 38 %; несминаемость обычной штапельной и хлопчатобумажной ткани в этих условиях — соответ-

ТАБЛИЦА 2.2

Состав ткани	Усадка (%) при числе обработок				Несминаемость (%) при числе обработок			
	1	5	25	50	0	5	25	50
Обычное вискозное волокно	6,0	7,9	11,8	12,5	49,2	40,7	35,4	34,9
Сиблон	4,0	5,0	6,6	7,0	60,7	53,8	49,8	49,7
Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	4,0	5,4	6,9	6,9	37,1	—	—	38,0
Хлопок	3,4	4,9	6,4	6,3	34,6	—	—	36,9
Полинозное волокно	3,0	4,0	5,8	5,5	65,7	58,0	52,5	52,5

ственно 34,9 и 36,9 %. На основании полученных данных можно утверждать, что по формоустойчивости в процессе эксплуатации ткани на основе сиблона не уступают хлопчатобумажным тканям [13]. Наиболее высокой формоустойчивостью характеризуется ткань из полинозного волокна.

Хлопкоподобные свойства высокомодульного волокна сиблон и полинозного волокна обусловлены особенностями их физической (надмолекулярной) структуры. Структурные характеристики высокомодульных волокон и их изменение в процессе щелочных обработок при отделке тканей (отварка, отбелка) и эксплуатации изделий приведены в табл. 2.3 [14, 15].

Наиболее совершенную структуру, характеризующуюся высокой кристаллическостью, имеют полинозное и высокомодульное волокна. Индекс кристалличности полинозного и высокомодульного волокон составляет соответственно 0,59 и 0,504; длина кристаллитов — 7,4 и 6,6 нм. Для этих волокон характерна более высокая молекулярная ориентация и меньшая дефектность кристаллитов, чем для обычного вискозного волокна. После отбелки и водно-температурных обработок индекс кристалличности и средняя длина кристаллитов у всех рассматриваемых волокон увеличиваются; одновременно кристаллические области становятся более дефектными, ухудшается их осевая ориентация. Отмечена следующая закономерность: чем менее совершенна структура волокна, тем существеннее изменения, происходящие в ней при различных обработках. Для обычных вискозных волокон отмечено увеличение длины кристаллитов с 5,6 до 10,9 нм; наблюда-

66 ТАБЛИЦА 2.3

Показатель	Обычное вискозное			Сиблон			Полинозное			Средневолоконистый хлопок			
	исход-ное	после отбел-ки	после 50 сти-рок	исход-ное	после отбел-ки	после 50 сти-рок	исход-ное	после отбел-ки	после 50 сти-рок	исход-ное	после отбел-ки	после 50 сти-рок	после 50 сти-рок
Линейная плотность, текс	0,169	0,164	0,152	0,166	0,166	0,161	0,15	0,149	0,154	0,187	0,203	0,163	
Прочность, сН/текс	18,9	23,2	13,2	32,3	31,5	19,5	40	40,9	15,2	23,5	14,3	6,4	
Удлинение, %	23,3	23,8	18,0	21,0	22,1	16,9	12,8	14,1	7,6	12,4	12,6	8,0	
Прочность в мокром состоянии, сН/текс	10,2	9,8	—	21,1	20,3	10,1	30	31,5	6,4	24,1	13,3	—	
Удлинение в мокром состоянии, %	29,7	26,1	—	22,9	24,6	13,3	13,6	15,6	11,0	16,1	13,2	—	
Модуль упругости в мокром состоянии, сН/текс	28	18	—	72	71	30	158	214	82	90	58	—	
Прочность в петле, сН/текс	7,2	6,4	—	8,7	8,5	4,8	4,3	—	—	11,2	8,0	—	
Изгибоустойчивость, циклы	7467	8449	491	15042	19405	643	2440	1088	—	22896	16313	—	
Степень полимеризации	313	280	104	453	403	180	520	456	146	2400	1340	405	
Растворимость в 6%-ном растворе	28,4	28,8	100	11,8	9,5	17	1,8	2,4	15,6	—	0,58	0,2	
Сорбция паров воды, %	14,6	13,3	11	13,8	13	12	12,8	12,5	11,3	7,2	7	6,3	
Набухание в воде, %	110	91,2	73,8	76,8	67,7	55,8	64	51,2	50,9	51,0	41,7	40,7	
Индекс кристалличности	0,48	0,61	0,63	0,504	0,504	0,581	0,59	0,609	0,682	0,76	0,44	0,663	
Длина кристаллитов, нм	5,6	7,5	10,9	6,6	7,8	8,9	7,4	7,9	8,0	7,7	7,9	8,7	
Дефектность кристаллитов	1,3	1,5	1,6	1,2	1,2	1,3	1,0	1,2	1,2	0,9	0,1	1,1	
Угол разориентации, град	11,6	11,8	13	8	8,9	9,7	7,0	7,2	7,7	32,7	34,8	34,9	

ется также увеличение угла разориентации после 50 стирок с 11,8 до 13°. Высокомодульные и полинозные волокна имеют более совершенную структуру и изменения размеров кристаллитов и ориентации у этих волокон менее значительны.

Увеличение индекса кристалличности и размеров кристаллитов связано с протеканием процесса дополнительной кристаллизации во время отделочных операций и эксплуатации вискозных волокон. Данные об изменении набухания и равновесной сорбционной способности, приведенные в табл. 2.3, также указывают на уменьшение доступности гидроксильных групп целлюлозы в результате снижения доли аморфных участков в процессе дополнительной кристаллизации. Предпосылкой для дополнительной кристаллизации является окислительная и гидролитическая деструкция [16]. В условиях щелочной отварки, отбелки и стирок наблюдается значительное снижение степени полимеризации вискозных волокон и хлопка, возрастает дефектность их кристаллитов. Наиболее глубоко деструкция протекает у обычного вискозного волокна. После 50 стирок оно имеет самое низкое значение степени полимеризации (104), что обуславливает резкое ухудшение эксплуатационных свойств. Эксплуатационные свойства высокоомодульных и полинозных волокон, применяемых в смесях с хлопком, сохраняются в большей степени. Химическая деструкция и изменения надмолекулярной структуры оказывают существенное влияние на физико-механические показатели волокон в процессе эксплуатации. Так, прочность обычного вискозного, высокоомодульного, полинозного волокна и хлопка после отбелки и 50 стирок снижается соответственно на 30, 39, 62 и 70 %. Наблюдается также значительное снижение прочности волокон в мокром состоянии: у высокоомодульного волокна — на 50, у полинозного волокна — на 78 и у хлопка — на 44 %. Обычное вискозное волокно в этих условиях практически полностью теряет прочность в мокром состоянии. Следует отметить, что абсолютное значение прочности в сухом и мокром состоянии у высокоомодульного волокна значительно выше, чем у других волокон, что свидетельствует о более высокой устойчивости высокоомодульного волокна к химическим и механическим воздействиям в процессе эксплуатации. У высокоомодульного и полинозного волокна на достаточно высоком уровне сохраняется и модуль упругости в мокром состоянии.

Благодаря оптимально сбалансированной структуре высокоомодульное волокно сиблон значительно превосходит дру-

гие вискозные волокна по устойчивости к двойным изгибам. Оно выдерживает 15 тыс. циклов; после отварки, отбели и 50 стирок изгибоустойчивость снижается до 643 циклов, т. е. этот показатель в 1,3 раза выше, чем у обычного вискозного волокна.

Более высокие кристалличность, степень полимеризации и плотность упаковки надмолекулярной структуры предопределяют низкую растворимость полинозного волокна в щелочи. По этому показателю полинозное волокно превосходит высокомолекулярные и приближается к хлопку. Однако, как следует из приведенных в табл. 2.3 данных, высокомолекулярное волокно в большей степени сохраняет эксплуатационные свойства после щелочных и окислительных обработок в процессе эксплуатации и является более универсальным волокном для использования в смесях с хлопком и синтетическими волокнами при производстве широкого ассортимента тканей и трикотажных изделий бытового назначения.

Высокомолекулярное волокно сиблон преимущественно применяется в смесях с хлопком. Сиблон с линейной плотностью 0,17 текс перерабатывается со средневолокнистым хлопком в соотношении 33:67 для ассортимента тканей ситцевой, бельевой, сатиновой, плательной, платочной групп, махровых полотенец, мебельно-декоративных тканей, а в соотношении 45:55 — для трикотажных изделий. Волокно сиблон с линейной плотностью 0,13 текс применяется в смесях с тонковолокнистым хлопком в соотношении 33:67 для выработки тканей пониженной материалоемкости (сорочечной, плательной групп) и трикотажных изделий.

Высокомолекулярное вискозное волокно сиблон, так же как и хлопок, вырабатывается на основе природного полимера — целлюлозы, поэтому изделия из него обладают оптимальным комплексом санитарно-гигиенических свойств.

Физико-гигиеническими исследованиями свойств тканей и трикотажных изделий в ассортименте изделий для детского и ясельного возраста из смеси хлопка с добавлением 33 или 45 % волокна сиблон, проведенными Институтом гигиены детей и подростков, было установлено, что гигроскопичность в естественных условиях составляет 4,8—5, при 100%-ной влажности — более 30 %. Исследуемые полотна характеризовались минимальными значениями электростатического напряжения — 60—80 В/см. Изделия из этих тканей хорошо стираются, не деформируются, имеют мягкую структуру и

хорошие гигиенические свойства. На основании результатов проведенных исследований было получено заключение Минздрава СССР о возможности применения волокна сиблон в ассортименте изделий для детского и ясельного возраста.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ХЛОПКОПОДОБНЫХ ВИСКОЗНЫХ ВОЛОКОН

Готовые вискозные волокна с целью определения соответствия их качественных показателей установленным нормам подвергают целому ряду испытаний. Методы испытаний включают определение:

геометрических показателей: длины, толщины (линейной плотности), формы поперечного среза, извитости;

физико-механических свойств: прочности и удлинения, модуля упругости, устойчивости к знакопеременным нагрузкам;

химического состава, влажности, белизны;

структурных особенностей на надмолекулярном и морфологическом уровнях;

релаксационных свойств: усадки, внутренних напряжений, формоустойчивости изделий;

дефектности или внешних пороков, к числу которых относятся склейки, неразрыхленные комки волокна, перепрессованные участки с повышенным влагосодержанием;

способности волокна к переработке;

санитарно-гигиенических свойств;

комплексных показателей качества.

Часть перечисленных показателей (геометрических, физико-механических, химического состава и дефектности) включены в стандарты, и их определение является обязательным. Другие испытания проводят во время научных исследований, при разработке изделий нового ассортимента или в тех случаях, когда необходимо получить более полное представление о свойствах волокон и их поведении при переработке и эксплуатации.

Геометрические показатели

Размеры волокон относятся к числу основных показателей и строго нормируются стандартами по величине и допустимым отклонениям.

Длина волокна оказывает значительное влияние на коэффициент использования прочности волокна в пряже и соответ-

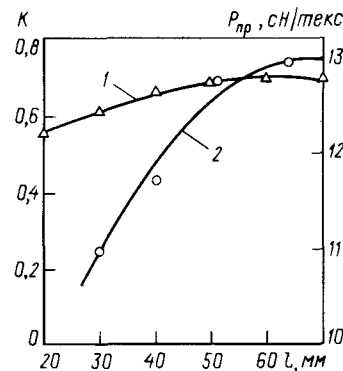


Рис. 2.3. Зависимость коэффициента использования прочности волокна линейной плотности 0,17 текс K (1) и прочности пряжи P (2) от длины волокна l

ственно прочность пряжи [17, с. 362]. Зависимость коэффициента использования прочности волокна с линейной плотностью 0,17 текс и прочности пряжи от длины волокна приведена на рис. 2.3. С увеличением длины с 20

до 40–50 мм коэффициент возрастает с 0,55 до 0,68–0,70 и далее остается примерно на постоянном уровне. Соответственно прочность пряжи также резко возрастает при увеличении длины до 50 мм, а затем увеличивается незначительно. Эта закономерность имеет общий характер, хотя оптимальные значения длины с увеличением линейной плотности и уменьшением крутки пряжи несколько возрастают. Оптимальная длина волокна, при которой достигается максимальная прочность пряжи, зависит от линейной плотности следующим образом:

Линейная плотность, текс	0,13	0,17	0,33	0,64
Длина волокна, мм	40	57	63	76

Длина волокна зависит от способа переработки. Так, на хлопкопрядильном оборудовании перерабатывают волокно с длиной резки 36–42 мм в смесях с хлопком или чистом виде. На модифицированном оборудовании, приспособленном для переработки только штапельных волокон, длину волокна увеличивают до 65 мм. В смесях с шерстью и льном используют волокно с длиной резки 90–120 мм.

Определение длины производят в соответствии с ГОСТ 10213.4–73 путем прямого ручного замера распрямленных волокон контрастной миллиметровой линейкой. Волокна распрямляют на пластине, смазанной маслом, или с бархатным покрытием. Производят 100 замеров с точностью ± 1 мм [18, с. 222]. Измеренные величины разбивают по классам с интервалом 1 мм, как показано в табл. 2.4.

ТАБЛИЦА 2.4. Результаты измерения длины волокна и расчет ее неравномерности

Класс длины, мм	Число волокон в классе	$n_i l_i$	$(L_{\Phi} - l_i)^2$
31	1	31	36
32	2	64	25
33	3	99	16
34	7	238	9
35	13	455	4
36	16	576	1
37	17	629	0
38	16	608	1
39	12	468	4
40	6	240	9
41	3	123	16
42	2	84	25
43	1	43	36
44	1	44	49
$\Sigma n_i = 100$		$\Sigma n_i l_i = 100$	

Фактическую длину волокна L_{Φ} (среднеарифметическое значение) вычисляют по формуле

$$L_{\Phi} = \Sigma l_i n_i / \Sigma n_i$$

где l_i и n_i — соответственно длина и число волокон в каждом классе

Фактическая средняя длина не должна отличаться от заданной номинальной длины более чем на $\pm 5\%$, а для волокна высшей категории качества — более чем на $\pm 4\%$. Отклонение фактической длины от номинальной Δl вычисляют по формуле

$$\Delta l = (L_{\Phi} - L_n) 100 / L_n$$

где L_{Φ} , L_n — соответственно фактическая и номинальная длина волокон

Большое значение имеет неравномерность волокон по длине, особенно наличие фракции волокон с повышенной длиной. Наиболее точной характеристикой неравномерности является коэффициент вариации C , выражающий отношение (%) среднеквадратичного отклонения σ к среднеарифметическому значению длины L_{Φ} :

$$C = \sigma / L_{\Phi} \cdot 100.$$

Среднеквадратичное отклонение рассчитывают по формуле

$$\sigma = \sqrt{\Sigma (L_{\Phi} - l_i)^2 / (n - 1)},$$

где n — общее число волокон

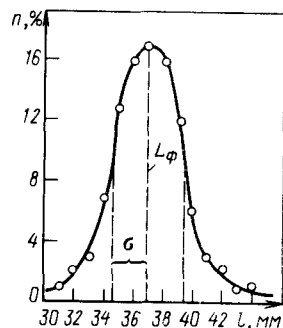


Рис. 2.4. Распределение волокон по длине:
 σ — среднеквадратичное отклонение;
 L_ϕ — среднее арифметическое значение;
 n — число волокон

Пример расчета неравномерности приведен в табл. 2.4 и на рис. 2.4, где показана кривая распределения волокон по длине. Величина σ для рассмотренного примера равна 2,4 мм, что соответствует отрезку на абсциссе, равному расстоянию от среднего значения длины $L_\phi = 37$ мм до точек перегиба на кривой распределения 34,6 и 39,4 мм. В том случае, когда кривая распределения близка к нормальной, значение σ примерно на 25 % больше среднеарифметического отклонения, т. е. она более надежно характеризует неравномерность, чем среднеарифметическое отклонение. Коэффициент вариации для рассмотренного примера равен 6,5 %.

Существует ряд других характеристик равномерности длины — модальная длина, штапельная длина, база — которые носят условный характер [17, с. 408].

База — отношение (%) числа волокон в пяти наиболее многочисленных классах к общему числу волокон. В рассмотренном примере база равна 74 %.

Наличие фракции волокон с повышенной длиной, превышающей расстояние между вытяжными органами в прядильной машине („разводку“), нежелательно, так как попадание таких волокон в зону вытяжки приводит к обрыву пряжи. Различают волокна с повышенной длиной двух типов — длинные и непрорезанные волокна. К первому типу относят волокна длиной 46–50 мм при номинальной длине резки 34–38 мм и волокна длиной 75–80 мм при номинальной длине резки 65 мм. Содержание таких волокон не должно превышать 0,4 %. Для определения их содержания производят замер длины 250 волокон. Содержание длинных волокон A (%) вычисляют по формуле

$$A = n_l \cdot 100/n,$$

где n_l — число длинных волокон; n — число измеренных волокон.

Содержание непрорезанных волокон, длина которых в два и более раз превышает номинальную длину резки, определяют

путем тщательного разбора пробы волокна массой 100 г с сортировкой и последующим взвешиванием непрорезанных волокон. Содержание непрорезанных волокон P (%) определяют по формуле

$$P = m_1 \cdot 100/m,$$

где m_1 и m — масса соответственно непрорезанных волокон и исходной пробы волокна.

Содержание непрорезанных волокон не должно превышать 0,01 %. В волокне высшей категории качества их наличие не допускается.

Линейная плотность (толщина) волокна зависит от назначения пряжи. Из тонкого волокна с линейной плотностью 0,13–0,22 текс вырабатывают пряжу, идущую на изготовление мягких на ощупь, гладких тканей плательного, бельевого и подкладочного ассортимента. Для получения костюмных тканей используют волокна с линейной плотностью 0,31–0,50 текс в смесях с шерстью или синтетическими волокнами [17, с. 363].

На основании экспериментальных и практических данных установлена зависимость оптимальной толщины пряжи от линейной плотности исходного волокна, которая графически показана на рис. 2.5. Из волокна с линейной плотностью 0,10–0,17 текс рекомендуется вырабатывать пряжу с линейной плотностью 7–15 текс, а из волокна с линейной плот-

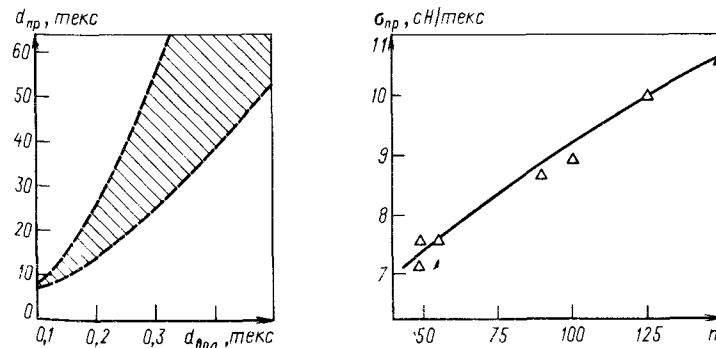


Рис. 2.5. Зависимость оптимальной линейной плотности пряжи $d_{пр}$ от линейной плотности исходного волокна $d_{вол}$ (объяснение см. в тексте)

Рис. 2.6. Зависимость прочности пряжи $\sigma_{пр}$ линейной плотности 25 текс от числа волокон в ее поперечном сечении n

ностью 0,3 текс — 25–50 текс. Применение грубого волокна для получения тонкой пряжи приводит к резкому снижению ее прочности и повышению неравномерности. Это связано с уменьшением числа элементарных волокон в поперечном сечении пряжи и снижением их сцепляемости.

На рис. 2.6 показана зависимость прочности пряжи с линейной плотностью 25 текс от числа элементарных волокон в поперечном сечении [19, с. 146]. Прочность пряжи, содержащей 50 волокон с линейной плотностью 0,5 текс, составляет 7,0–7,5 сН/текс. Повышение числа волокон до 80–100 с соответствующим уменьшением их толщины до 0,31–0,25 текс приводит к повышению прочности пряжи до 8,5–9,0 сН/текс. Дальнейшее увеличение числа волокон до 150 и снижение их линейной плотности до 0,17 текс позволяет повысить прочность до 10,5–11,0 сН/текс.

Вследствие переменной формы поперечного среза вискозных волокон не представляется возможным определить их толщину прямым измерением под микроскопом. Поэтому толщину волокон характеризуют по массе, приходящейся на единицу длины, т. е. линейной плотностью. Эта характеристика является логичным перенесением понятия объемной плотности (или просто плотности, поверхностной плотности) на тела, имеющие один линейный размер, — на нити и волокна. Объемная плотность характеризует тела, имеющие три линейных размера, и выражается массой, приходящейся на единицу объема, например в г/см³. Поверхностная плотность используется для характеристики тел с двумя линейными размерами (например, пленок) и соответственно выражается массой, приходящейся на единицу поверхности тела, в г/см².

В текстильной промышленности для обозначения линейной плотности введена специальная единица — текс. Нить имеет линейную плотность, равную 1 текс, если ее масса составляет 1 г, а длина — 1000 м. Линейную плотность волокон T (текс) согласно ГОСТ 10213.1–73 вычисляют по формуле

$$T = 1000m / (L \cdot n),$$

где m — масса волокна, г; L — длина волокна, м; n — число волокон

В СССР до 1968 г. линейную плотность нитей характеризовали номером (N), который представляет собой отношение длины нитей (в м) к его массе (в г). За рубежом для характеристики линейной плотности применяют показатель денье (1 денье = 0,05 г), который характеризует массу (в г)

нити длиной 9000 м. Для перевода толщины нитей из разных систем в систему текс пользуются следующими соотношениями:

$$T = \frac{1000}{N} = \frac{D}{9}.$$

Зная линейную и объемную плотность волокна, можно вычислить его диаметр d (мкм) и площадь поперечного сечения S (мм²), т. е. прямые геометрические величины, характеризующие поперечный размер

$$d = 35,7 \sqrt{T/\rho}; \quad s = 0,001 \cdot T/\rho,$$

где T — линейная плотность, текс; ρ — объемная плотность, г/см³.

Определение линейной плотности волокон производят согласно ГОСТ 10213.1–73. Пробу волокна параллелизуют с помощью металлического гребня, укладывают между несколькими предметными стеклами и подсчитывают число волокон под микроскопом. Число волокон должно быть не менее 500. Все волокна собирают в один штапелек, снова параллелизуют, выпрямляют и на специальном резаке вырезают пучок длиной 10 мм. Его помещают между неплотно прижатыми предметными стеклами, сушат в течение 1 ч при 50–55 °С, кондиционируют в течение 12 ч и взвешивают на торсионных весах с точностью до 0,05 мг, линейную плотность рассчитывают по приведенной выше формуле.

Описанный метод определения линейной плотности является сложным и трудоемким. В последнее время получает все большее распространение вибрационный метод [20, с. 70]. Волокно определенной длины в натянутом состоянии рассматривается как колеблющаяся струна, обладающая собственной частотой ν , которая может быть рассчитана по формуле

$$\nu = K/l\sqrt{P/T},$$

где K — константа; l — длина колеблющегося волокна, находящегося под напряжением P ; T — линейная плотность волокна.

При наложении на волокно колебаний от внешнего источника с частотой, равной его собственной частоте, волокно вследствие резонанса начинает вибрировать. Это явление и положено в основу вибрационного метода [21]. Возбуждение колебаний производится переменным электрическим полем, которое создается двумя электродами по обе стороны от волокна. Само волокно заряжают путем наложения постоян-

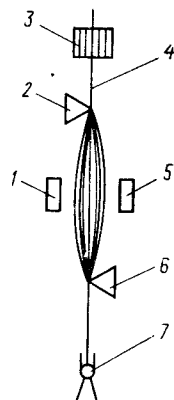


Рис. 2.7. Схема прибора для определения линейной плотности волокна вибрационным способом:

1, 5 - электроды для создания переменного электрического поля; 2 - неподвижная грань; 3 - зажим; 4 - волокно; 6 - подвижная грань; 7 - грузик

ного электрического тока. Частота выдерживается постоянной, что значительно упрощает конструкцию прибора. На рис. 2.7 представлена схема рабочей части виброскопа фирмы „Ленцинг” (Австрия).

Волокно 4 закрепляется в верхнем зажиме 3. Продольное натяжение волокна P обеспечивается с помощью грузика 7.

Длина колеблющейся части волокна определяется расстоянием между неподвижной гранью 2 и перемещающейся вертикально гранью 6. Переменное электрическое поле с частотой ν задается электродами 1 и 5. Волокно находится под натяжением, равным 0,3–1,2 сН/текс, создаваемым грузиками. Изменяя длину колеблющейся части волокна, находят область, где в соответствии с приведенным выше уравнением собственная частота совпадает с частотой внешнего источника (давление резонанса), что приводит к максимальной вибрации волокна, фиксируемой на экране. Расчет линейной плотности производят по формуле:

$$T = KP / (4l^2 \nu^2).$$

Предварительно производят калибровку прибора. Определяют константу K , измеряя линейную плотность T стандартным весовым методом. Продолжительность определения не превышает нескольких секунд; погрешность не превышает 1 %.

Фирмой „Текстехно” (ФРГ) выпускается прибор аналогичного типа — вибротат, который работает при постоянной длине колеблющейся части волокна и переменной частоте. Возбуждение колебаний осуществляют звуковыми волнами. Частоту звука изменяют до появления резонанса. Значение резонансной частоты вводится в решающее устройство и на дисплее выдается значение линейной плотности.

При определении линейной плотности все операции проводят в помещении с кондиционированным воздухом. Значения линейной плотности получают для равновесной влажности волокна в кондиционных условиях. Поскольку равно-

весная влажность для различных волокон колеблется от 10–11 (полинозное волокно, ВХ) до 13–14 % (высокомодульное волокно), линейная плотность должна быть пересчитана на нормированную влажность по формуле

$$T_H = T(100 + w_H) / (100 + w),$$

где T_H — нормированная линейная плотность, пересчитанная на нормированную влажность w_H (для вискозного волокна нормированная влажность равна 12 %); w — фактическая влажность волокна в кондиционных условиях (относительная влажность 65 ± 2 %, температура 20 ± 2 °C).

Отклонение линейной плотности от номинальной $T_{\text{ном}}$ вычисляют по формуле

$$\Delta T = (T_H - T_{\text{ном}}) 100 / T_{\text{ном}}.$$

Отклонение фактической линейной плотности от номинальной не должно превышать +4 % (–6 %) для волокна первого сорта и +3 % (–4 %) для волокна высшей категории качества.

Извитость является важной характеристикой волокон, определяющей его способность к переработке и качество получаемых из него изделий. При повышенной извитости достигается лучшее сцепление волокон, что облегчает проведение процессов лентообразования и прядения и приводит к снижению обрывности на этих стадиях. Пряжа, получаемая из извитого волокна, обладает большей объемностью, что приводит к получению тканей и трикотажных изделий с хорошей застилистостью и высокими теплоизоляционными характеристиками.

Извитость в соответствии с ГОСТ 13411–71 характеризуют тремя величинами: числом извитков на единицу длины, степенью извитости и устойчивостью извитости. Последний показатель учитывает также релаксационные свойства волокна.

Для определения извитости применяют прибор ИВ-3 [18, с. 275]. Число извитков подсчитывают на расстоянии 10–30 мм на нераспрямленном волокне, находящемся под нагрузкой 0,01 сН/текс. Грузиком служит кусочек миллиметровой бумаги, смазанной декстриновым клеем. Для волокна с линейной плотностью 0,31 текс берется грузик массой 3 мг. Число извитков обычного вискозного волокна равно 2,0–2,5, извитого вискозного волокна — 4–6.

Для определения степени извитости измеряют длину полностью распрямленного волокна. Распрямление извитков

достигается при напряжении 0,05 сН/текс, которое заранее задается и достигается на приборе автоматически. На некоторых приборах [22, с. 1243] момент распрямления определяют по резкому возрастанию напряжения в волокне. Степень извитости $СИ$ (%) вычисляют по формуле

$$СИ = L - L_0 / L \cdot 100,$$

где L и L_0 — длина соответственно распрямленного и нераспрямленного волокна.

Степень извитости обычного вискозного волокна колеблется в пределах 6–8 %; у извитого волокна она должна быть не менее 16 %.

Устойчивость извитости характеризуют по отношению степени извитости волокна, подвергнутого распрямлению под напряжением 0,05 сН/текс и выдержанного под этим напряжением в течение 30 с, к степени извитости исходного волокна.

Определение проводят следующим образом. Распрямленное волокно выдерживают в вытянутом состоянии в течение 30 с. Затем дают волокну отрелаксировать в течение 30 с и снова измеряют длину распрямленного волокна под натяжением 0,05 сН/текс. Степень извитости после вытяжки $СИ_B$ рассчитывают по формуле

$$СИ_B = (L_1 - L_0) / L_1,$$

где L_1 — длина повторно распрямленного волокна после вытяжки и релаксации; L_0 — длина исходного нераспрямленного волокна.

Устойчивость извитости $УИ$ (%) вычисляют по формуле

$$УИ = СИ_B \cdot 100 / СИ.$$

Вискозное волокно характеризуется сравнительно невысокой устойчивостью извитости по сравнению с шерстью — соответственно 40–50 и 74 %.

Как правило, волокно, имеющее малую степень извитости, характеризуется высокой ее устойчивостью, иногда достигающей 70–80 %. Стремятся к тому, чтобы волокно одновременно обладало высокими степенью и устойчивостью извитости.

При проведении исследовательских работ часто определяют устойчивость извитости после мокрых обработок. Извитость, полученная путем гофрирования готового волокна, т. е. волокна, находящегося в застеклованном состоянии, после мокрых обработок обычно исчезает практически пол-

ностью. Напротив, структурно-извитое волокно, т. е. в тех случаях, когда извитость закладывается во время формования, после мокрых обработок при повышенных температурах сохраняет высокую степень извитости, а в некоторых случаях степень извитости даже несколько возрастает.

Физико-механические характеристики

Физико-механические свойства волокон определяются характеристиками, которые проявляются при воздействии на волокна различных сил. Чаще всего определяют показатели, характеризующие сопротивление волокон силам растяжения, изгиба и сжатия. Важнейшими среди этих показателей являются разрывная прочность и удлинение в кондиционном и мокром состоянии, модуль упругости, прочность в петле, устойчивость к многократным изгибам.

Прочность (удельная разрывная нагрузка) и удлинение (разрывное удлинение) являются основными показателями, определяющими потребительские свойства волокна. Установлено [19, с. 149], что прочность пряжи находится в прямой зависимости от прочности исходного волокна. Вискозные волокна чаще всего используют в смеси с волокнами других видов, поэтому показатели прочности и удлинения волокна определяют качество смешанной пряжи.

На рис. 2.8 показана зависимость прочности и удлинения пряжи с линейной плотностью 16,7 текс от содержания вискозного волокна в смеси. Прочность вискозного волокна составляла 18,5, хлопка — 25,1 сН/текс. При увеличении содержания вискозного волокна до 50 % прочность пряжи снизилась с 11,8 до 9,1 сН/текс, что обусловлено более низкой прочностью вискозного волокна по сравнению с хлопком и снижением коэффициента использования прочности, зависящего от величины разрывного удлинения и модуля упругости смешиваемых волокон, с 0,48 до 0,42. Повышение прочности, модуля упругости и снижение удлинения приводит к существенному улучшению физико-механических свойств пряжи, что можно иллюстрировать на примере пряжи, полученной из смесей хлопка с высокомодульным и полинозным волокнами [23, с. 50]. Зависимость прочности пряжи и коэффициента использования прочности для этих волокон показана на рис. 2.9.

Как видно из рисунка, прочность пряжи при добавлении высокомодульного волокна к хлопку непрерывно возрастает.

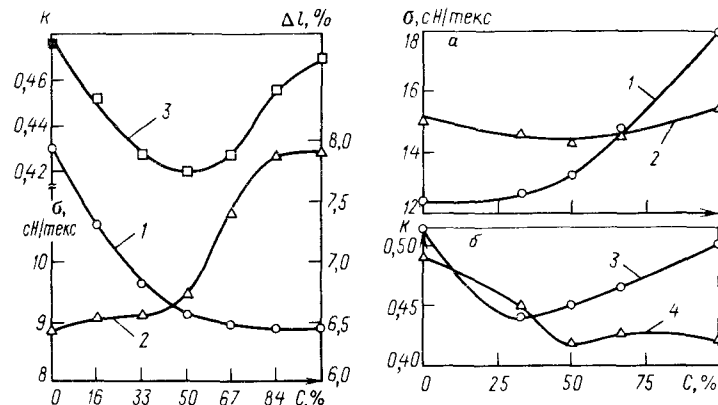


Рис. 2.8. Зависимость прочности пряжи σ линейной плотности 16,7 текс, коэффициента использования прочности волокон K и удлинения Δl от содержания вискозного волокна в смеси с хлопком C :

1 — прочность; 2 — удлинение; 3 — коэффициент использования прочности волокна

Рис. 2.9. Зависимость прочности пряжи σ (а) и коэффициента использования прочности волокна K (б) от содержания волокна C :

1, 3 — высокомодульное; 2, 4 — полинозное

Так, если прочность пряжи с линейной плотностью 15,4 текс из 100%-ного средневолокнистого хлопка равна 12,4 сН/текс, то при добавлении 33 и 45 % высокомодульного волокна прочность возрастает соответственно до 13,0 и 13,6 сН/текс, а прочность пряжи из 100%-ного высокомодульного волокна достигает 18,4 сН/текс. Минимальное значение коэффициента использования прочности волокна, равное 0,45, наблюдалось при добавлении 33 % высокомодульного волокна. Высокая прочность пряжи достигается при добавлении полинозного волокна к тонковолокнистому хлопку (кривая 4), однако коэффициент использования прочности волокна вследствие его повышенной хрупкости сравнительно невелик — 0,42–0,43.

Прочность волокна σ , или точнее его удельную разрывную нагрузку, выражают, как усилие при разрыве P , отнесенное к единице линейной плотности T . Если усилие выражено в Ньютонах, а линейная плотность в тексах, то единицы прочности выражают в Н/текс, мН/текс, сН/текс. В последнем случае показатель по абсолютному значению равен ранее применявшейся единице измерения — разрывной километр (ркм).

В отдельных случаях прочность выражают в обычно принятых в технике единицах, относя разрывное усилие к единице площади поперечного сечения. Поскольку непосредственный замер площади поперечного сечения волокон вызывает затруднения, ее величину рассчитывают по значениям линейной и объемной плотности. Прочность σ_S (МПа) в этом случае вычисляют по уравнению

$$\sigma_S = P/S = 10^3 P \rho / T,$$

где P — усилие при разрыве, Н; ρ — плотность волокна, г/см³; T — линейная плотность, текс.

Если для вискозных волокон принять плотность постоянной и равной 1,52 г/см³, то соотношение между этими единицами следующее:

$$1 \text{ сН/текс} = 15,2 \text{ МПа} = 1,55 \text{ кгс/мм}^2.$$

Удлинение волокна (относительное разрывное удлинение) ϵ (%) выражают как отношение приращения длины в момент разрыва l_K к первоначальной длине l_0 и рассчитывают по формуле

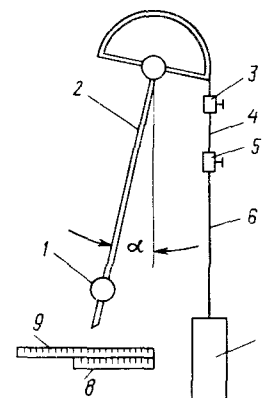
$$\epsilon = (l_K - l_0) \cdot 100 / l_0.$$

Прочность и удлинение определяют на разрывных машинах, или динамометрах, согласно ГОСТ 10213.2–73. Наибольшее распространение получили динамометры маятникового типа [18] и электронные разрывные машины с постоянной скоростью разрыва [24, 25]. Принципиальная схема маятникового динамометра представлена на рис. 2.10.

Испытываемое волокно 4 зажимают в верхнем зажиме динамометра 3 под предварительным натяжением 0,5 сН/текс, которое создается при подвешивании небольшого груза к нижнему концу волокна. Предварительное натяже-

Рис. 2.10. Схема маятникового динамометра типа FO-IC:

1 — переменный груз; 2 — маятник; 3 — верхний зажим; 4 — волокно; 5 — нижний зажим; 6 — рычаг; 7 — гидравлический механизм для перемещения нижнего зажима; 8 — шкала удлинения; 9 — шкала нагрузки



ние необходимо для распрямления волокна. Волокно закрепляют в нижнем зажиме 5, который посредством рычага и гидравлического механизма 7 может перемещаться вниз постоянной скоростью. Верхний зажим соединен с маятником 2, который отклоняется на угол α под действием тянущего усилия, передаваемого от нижнего зажима через испытуемое волокно. Следовательно, верхний зажим также перемещается и режим деформации характеризуется изменяющимися скоростями деформации и нагружения образца. Момент разрыва устанавливается рейтером, который перемещается вдоль шкалы 9 маятником и фиксируется в крайнем левом положении, на которое отклоняется маятник до момента разрыва. Величины разрывной нагрузки фиксируются по шкале. Для повышения точности измерения (до $\pm 1\%$) на маятник закрепляют переменный груз 1 с тем, чтобы отклонение маятника в момент разрыва при испытании различных волокон находилось примерно в середине шкалы. Удлинение волокна считывается по положению рейтера на подвижной шкале 8, которая перемещается при помощи рычажного механизма. Варьируя величиной переменного груза 1, подбирают такие условия испытания, чтобы продолжительность разрыва составляла (20 ± 3) с. Зажимная длина образца составляет 10 мм. Проводят 50 испытаний, при этом результаты испытаний, при которых разрыв происходит в клеммах или на расстоянии 1 мм от них, не учитываются. Расчет прочности (удельной разрывной нагрузки) P_0 производят по формуле

$$P_0 = P_{\Phi} / T_n,$$

где P_{Φ} — фактическая разрывная нагрузка; T_n — нормированная линейная плотность.

В свою очередь фактическая разрывная нагрузка может быть рассчитана по формуле

$$P_{\Phi} = \bar{M} + m,$$

где \bar{M} — среднеарифметическое усилие разрыва (по результатам 50 измерений); m — усилие, создаваемое грузом предварительного натяжения.

На приборе FO-IC определяют прочность и удлинение в мокром состоянии и прочность в петле. Однако он мало пригоден для определения модуля упругости в кондиционных условиях и мокром состоянии, так как на нем нельзя точно фиксировать усилие при промежуточной деформации, равной 5 %.

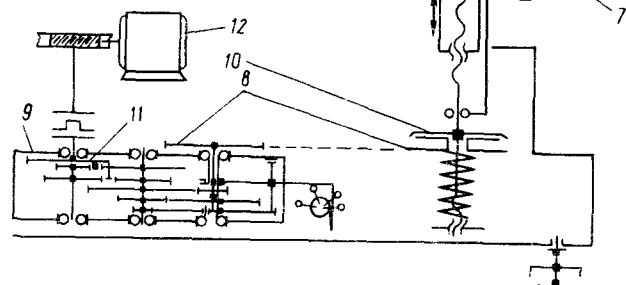
Кроме того, как и все приборы маятникового типа динамометр FO-IC имеет ряд недостатков: непостоянный скорост-

ной режим деформации и систематические ошибки измерения, обусловленные инерцией маятника и трением при его перемещении. Эти недостатки устранены в современных электронных динамометрах, в которых образец деформируется с постоянной скоростью, а в качестве силоизмерителя используются тензодатчики (датчики сопротивления, индуктивные, емкостные), сигнал от которых усиливается с помощью электронных устройств и преобразуется в цифровых или графических устройствах (самописцы). Приборы такого типа при правильной их регулировке позволяют получить наиболее точные результаты. Получаемые на них значения прочности на 5–10 % выше, а удлинения — на 10–15 % ниже, чем при испытании на маятниковых динамометрах. Среди приборов этой группы получили распространение динамометры FM-27 (ВНР), „Инстрон 1122” (США), „Вибродин” фирмы „Ленцинг” (Австрия) и „Фафеграф Т” фирмы „Текстехно” (ФРГ).

Принципиальная схема динамометра FM-27 приведена на рис. 2.11. Испытуемый образец 4 с грузиком предварительного натяжения закрепляется в верхнем 3 и нижнем 5 зажимах. Верхний зажим через скобу 2 соединен с силоизмерительным устройством, состоящим из торсионной оси 1 и индуктивного преобразователя 17. Усилие, возникающее при растяжении волокна, вызывает смещение торсионной оси, которое преобразуется в напряжение, пропорциональное по величине усилию растяжения. Напряжение усиливается селективным усилителем и поступает в аналого-цифровой преобразователь, в котором величина усилия дается в цифровой индикации (изображении). Растяжение волокна производится посредством тяги 14, которая представляет собой прецизионный винт, при вращении которого перемещается головка 13. К консоли головки присоединен рычаг 15, на который насаживается ползун 16 с присоединенным к нему нижним зажимом 5. Вращение тяги 14 осуществляется от электродвигателя постоянного тока 12 через коробку скоростей 9 со сменными шестернями и клинопеременную передачу 8. Для предохранения от поломок привод снабжен предохранительной муфтой 10. Для испытаний в мокром состоянии на рычаг 15 насаживается ползун 7, на который устанавливается емкость с водой 6. Удлинение измеряется фотометрически по перемещению тяги и выдается на цифровом индикаторе. Скорость деформации изменяется от 0,4 до 140 мм/мин, зажимная длина образца 10–50 мм; точность измерения $\pm 1\%$.

Рис. 2.11. Схема динамометра типа FM-27 с постоянной скоростью разрыва:

1 — торсионная ось; 2 — скоба; 3 — верхний зажим; 4 — испытуемый образец; 5 — нижний зажим; 6 — емкость с водой; 7, 16 — ползуны соответственно для установки емкости с водой и крепления нижнего зажима; 8 — клиноременная передача; 9 — коробка скоростей; 10 — предохранительная муфта; 11 — диск обратного хода; 12 — электродвигатель; 13 — головка; 14 — тяга; 15 — рычаг; 17 — индуктивный преобразователь сигнала



Близкие характеристики имеет электронный динамометр „Вибродин“. Зажим волокна в этом приборе осуществляется с помощью электромагнитных клемм; зажимная длина составляет 10–20 мм. Динамометр снабжен самописцем, вычерчивающим кривую нагрузка — удлинение, и может быть использован для определения модуля упругости.

Перед испытанием в счетное устройство вводится среднее значение линейной плотности либо подсоединяется прибор для определения линейной плотности (виброскоп), и на цифровом индикаторе выдаются результаты, отнесенные к линейной плотности.

На приборе „Фафеграф Т“ зажим клемм осуществляется пневматически. Скорость движения нижнего зажима может изменяться в пределах от 0,6 до 30 мм/мин. Прибором фиксируется изменение удлинения от 0,5 до 1000 %. Точность измерения прочности составляет ± 1 %, удлинения $\pm 0,5$ %. Динамометр работает в комплексе с прибором для определения линейной плотности (виброматом) и вычислительной машиной, которая сразу же выполняет статистическую обработку

результатов анализа — определение среднеарифметических значений, среднее квадратичного отклонения и коэффициента вариации.

Прочность и удлинение в мокром состоянии. Потеря прочности в мокром состоянии у обычных вискозных волокон достигает 50–55 %. Это приводит к значительному снижению прочности готовых изделий и их повреждению при мокрых обработках (стирках). Поэтому показателю прочности вискозных волокон в мокром состоянии придается большее значение. Новейшие виды вискозных волокон характеризуются меньшей потерей прочности в мокром состоянии: высокомолекулярное — на 30–35, полинозное — на 20–25 %. Наибольшей прочностью в мокром состоянии (до 85 % от прочности в кондиционных условиях) характеризуются волокно фортизан и ВХ.

Определение прочности и удлинения в мокром состоянии производят с помощью описанных выше динамометров. Под нижним зажимом устанавливают емкость с водой (см. рис. 2.11), и волокно при испытании погружают в воду. Недопустимо проводить испытание смоченного волокна в атмосферных условиях, так как подсыхание волокна при испытании может привести к получению завышенных результатов [18]. В стакан с водой добавляют смачиватель из расчета 1–2 г/л; при этом уровень воды в стакане должен быть на 1 мм ниже верхнего зажима. Продолжительность смачивания 30 с. Предварительная нагрузка для распрямления волокна составляет 0,25 сН/текс.

Прочность рассчитывают по приведенной выше формуле и выражают в процентах от прочности в кондиционном состоянии, получая коэффициент сохранения прочности в мокром состоянии K :

$$K = (\sigma_M \cdot 100) / \sigma_K,$$

где σ_M и σ_K — соответственно прочность в мокром и кондиционном состоянии.

Модуль упругости — напряжение, требуемое для деформирования волокна на 100 % в режиме начальной упругой деформации. По существу это модуль Юнга E в формуле Гука, описывающей продольную деформацию упругих тел:

$$\sigma = E \epsilon,$$

где σ — напряжение; ϵ — упругая деформация.

Однако для волокна кроме начальной упругой характерны эластические и пластические деформации. Поэтому применительно к волокнам модуль упругости иногда называют модулем эластичности, или начальным модулем, и характеризуют по начальному режиму деформации, когда доля упругих деформаций сравнительно велика [17, с. 445]. На практике принято определять напряжение при деформации, равной 5 %, и в дальнейшем пересчитывать ее на 100%-ную по формуле

$$E = (\sigma_5 \cdot 100) / 5,$$

где σ_5 — напряжение при деформации, равное 5 %.

На рис. 2.12 приведена схема расчета модуля упругости по начальной части диаграммы напряжение — деформация. Деформации, равной 5 %, на диаграмме соответствует напряжение 1,9 сН/текс для обычного вискозного (кривая 1); 4,5 сН/текс для высокомолекулярного (кривая 2), 9,6 сН/текс для хлопка (кривая 3) и 12,2 сН/текс для полинозного волокна (кривая 4). Соответственно модуль упругости для перечисленных волокон будет равен 38; 90; 192 и 244 сН/текс.

Модуль упругости в сухом состоянии влияет на способность волокна к переработке, а также формоустойчивость изделий. Особое значение он имеет при получении пряжи из смеси волокон, так как в этом случае характеризует одновременно восприятия нагрузки и соответственно коэффициент использования прочности исходных волокон в пряже.

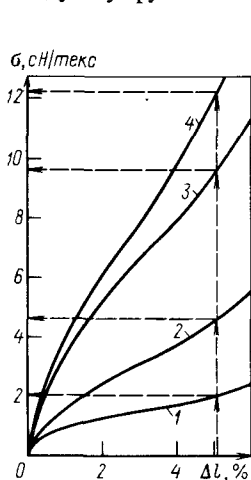


Рис. 2.12. Схема расчета модуля упругости по начальной части диаграммы напряжение — деформация (объяснение см. в тексте)

Модуль упругости обычного вискозного волокна в сухом состоянии составляет 100–150, хлопка — 300–350 сН/текс, что обуславливает неодновременное нагружение волокон в пряже.

Вискозные волокна сильно набухают в воде. В мокром состоянии модуль упругости волокна резко снижается, что приводит к потере формоустойчивости изделий. Модуль упругости в мокром состоянии у обычного вискозного во-

локна не превышает 30–40 сН/текс; у высокомолекулярного и полинозного волокон он достигает соответственно 80–100 и 200–250 сН/текс, что обеспечивает хорошую стабильность изделий из этих волокон.

Модуль упругости определяют с помощью тех же динамометров, которые используются для определения разрывных характеристик. Получают диаграммы „напряжение — деформация”, на них находят напряжение, соответствующее деформации 5 %, и рассчитывают модуль, как указано выше. Некоторые электронные динамометры снабжены цифровой индикацией, с регистрацией напряжения при 5%-ной деформации и пересчетом ее на 100%-ную.

Прочность в петле характеризует хрупкость волокон и соответственно износостойкость готовых изделий. Обычное вискозное волокно характеризуется достаточно высокой эластичностью. Прочность в петле этого волокна составляет 6,0–7,5 сН/текс, т. е. 30–35 % от разрывной прочности. Высокомолекулярное волокно также имеет высокую прочность в петле — 6,5–8,5 сН/текс. Для полинозного волокна этот показатель равен 4,5–6,0 сН/текс, что составляет всего 14–16 % от разрывной прочности.

Прочность в петле определяют по ГОСТ 16009–70 на динамометрах описанных выше типов в кондиционных условиях [18]. Схема заправки волокна приведена на рис. 2.13.

Из предварительно кондиционированного в течение 24 ч штапелька пинцетом отбирают два волокна и укладывают их на бархатной доске одно на другое перпендикулярно друг другу. Концы волокон соединяют таким образом, чтобы образовалось петельное соединение, как показано на рис. 2.13. К концам одного из волокон подвешивают грузик для создания предварительного натяжения, равного 0,5 сН/текс и за-



Рис. 2.13. Схема заправки для разрыва волокна в петле

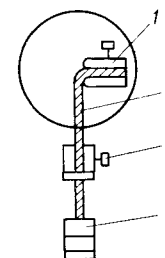


Рис. 2.14. Схема прибора для определения числа двойных изгибов:

1, 3 — соответственно верхний и нижний зажимы; 2 — испытуемое волокно; 4 — растягивающий груз

правляют в нижний зажим; другое волокно пинцетом заправляют в верхний зажим динамометра. При заправке волокна в нижний зажим следят за тем, чтобы петля находилась примерно посредине зажимного расстояния. Продолжительность испытания составляет 20 ± 2 с.

Прочность при разрыве в петле P_{Π} рассчитывают по формуле

$$P_{\Pi} = P_{\Phi} / 2T_{\text{н}},$$

где P_{Φ} — фактическая разрывная нагрузка (сумма среднего значения из 50 определений и предварительного натяжения); $T_{\text{н}}$ — нормированная линейная плотность.

Устойчивость к многократным двойным изгибам является одной из важнейших характеристик эксплуатационных свойств волокон. Она относится к многоциклическим характеристикам, которые наиболее полно коррелируют с поведением изделий в эксплуатации. При изгибе волокно подвергается сложному комплексу деформаций: наружные слои испытывают растяжение, внутренние — сжатие. Между слоями происходит знакопеременная сдвиговая деформация. Кроме того, весь образец находится под натяжением, равным 10–20 % от разрывной нагрузки, что приводит к общему растяжению образца и росту деформаций. В сравнении с деформацией растяжения изгиб более полно характеризует работоспособность волокна. При одно- или многоциклическом растяжении разрушение волокна происходит в дефектных местах и по существу характеризует свойства материала в зоне дефектов, в то время как при эксплуатации износу подвергаются лишь определенные участки одежды, где дефектов может и не быть, а важна общая работоспособность материала. Во время испытаний устойчивости волокон к многократным двойным изгибам воздействию сложного комплекса напряжений подвергаются определенные участки волокна. При наличии дефектов резкое снижение показателя наблюдается лишь на одном образце, поэтому после статистической обработки влияние этого показателя нивелируется.

Высокие надежность и информативность метода определения устойчивости к многократным изгибам обусловлены большой чувствительностью к ослаблению связей в волокне. Так, например, после глубокой окислительной или гидролитической деструкции разрывная прочность волокна может оставаться на достаточно высоком уровне. Однако при испытании на устойчивость к многократным изгибам такое волокно

оказывается практически неработоспособным, что согласуется с поведением изделий в эксплуатации.

Определение устойчивости к многократным двойным изгибам, или числа двойных изгибов, производится на приборе „Синус” (ВНР) [17, с. 460]. Схема прибора представлена на рис. 2.14. Испытуемое волокно 2 фиксируют в верхнем зажиме 1, который закреплен в изгибающей головке. Головка, совершая поворот влево и вправо на 90° , изгибает волокна вокруг закругленных торцов щечек зажима. Положение изгибаемого волокна фиксируется нижним зажимом 3. К нижнему концу волокна крепится груз 4, создающий растягивающее напряжение, равное 10–20 % от разрывного. Испытания проводят в кондиционных условиях. Для получения достоверных результатов испытывают не менее 50 образцов. Число двойных изгибов зависит от радиуса щечек зажима и приложенного растягивающего напряжения. Обычно применяют зажимные пластины с радиусом торцевого закругления, равным 0,2 мм.

Химический состав

Вискозные волокна состоят в основном (на 99,5 %) из регенированной целлюлозы, которая по своему химическому составу практически мало отличается от исходной древесной целлюлозы и хлопка. Характерной особенностью вискозных волокон является содержание в них небольшого количества элементной серы — 0,03 — 0,10 %. Зольность волокна не превышает 0,5 %. Основные компоненты золы — сульфаты натрия и цинка, железо. В случае нарушения технологии могут дополнительно образовываться сернистые соединения — остаточные ксантогенатные группы, сульфид натрия, тритиокарбонат натрия. Кроме того, в волокне содержится сорбированная, сольватно-связанная влага в количестве 10–14 % и до 0,1–0,3 % авиважного препарата; матированное волокно содержит до 2 % диоксида титана. Комплексным показателем степени химической чистоты волокон является их белизна.

Одной из основных химических характеристик волокон является молекулярная масса, или степень полимеризации (СП). У обычных вискозных волокон СП колеблется в пределах 280–320, что соответствует молекулярной массе 45000–52000. Степень полимеризации высокомолекулярных волокон составляет 420–450, полинозных — 500–550.

Следует отметить, что физико-механические характеристики волокон в равной степени зависят как от степени полимеризации волокон, так и от особенностей их надмолекулярной структуры. Так, например, волокно из высокоориентированного омыленного ацетата целлюлозы типа фортизан имеет прочность 50–60 сН/текс при $СП \approx 250$, что указывает на резервы в повышении прочности вискозных волокон. Однако для волокон определенной надмолекулярной структуры физико-механические характеристики начинают снижаться при достаточно высоких значениях СП. Например, хлопков практически полностью теряет прочность при $СП = 500$ –600, а обычное вискозное волокно — при $СП = 150$ –180. Поэтому важно тщательно контролировать степень полимеризации волокна после его формования, и особенно при отбелке.

Для определения молекулярной массы в основном применяют вискозиметрический метод [26, с. 361–380]. Расчет проводят по уравнению

$$[\eta] = K \cdot M^a, \text{ или } [\eta] = K_m \cdot СП^a,$$

где $[\eta]$ — характеристическая вязкость, дл/г; M — молекулярная масса; $СП$ — степень полимеризации; K и a — эмпирические константы, значения которых меняются в зависимости от применяемых растворителей [26, с. 388; 27, с. 26].

Характеристическая вязкость определяется экстраполяцией удельной вязкости к нулевой концентрации полимера, для чего требуется измерить вязкость растворов различных концентраций (не менее 2). По данным работы [26, с. 364], достаточно определить вязкость раствора одной концентрации, применив эмпирическое уравнение

$$[\eta] = \eta_{уд} / [c(1 + K' \eta_{уд})],$$

где $\eta_{уд}$ — удельная вязкость; c — концентрация раствора, K' — эмпирическая константа.

Для медноаммиачных растворов, чаще всего используемых в аналитической практике, принято [28, с. 43], значение $K_m = 5 \cdot 10^{-3}$ дл/г и $a = 1$.

Для определения степени полимеризации используют медноаммиачный раствор, содержащий $13 \pm 0,2$ г/л меди, 150 ± 2 г/л аммиака и 2 г/л сахарозы. Для получения раствора в стеклянную колонку или бутыл с тубусом загружают медную стружку, заливают ее 25 %-ным аммиаком и пропускают в течение 8–10 ч воздух со скоростью 2–3

пузырька в 1 с, предварительно очищенный в склянках, заполненных 40 %-ным раствором NaOH и 25 %-ным раствором NH_4OH , или кислород из баллона.

Навеску воздушно-сухой целлюлозы из расчета получения раствора с концентрацией 0,15 % (масс.) и 30 г предварительно очищенной медной стружки помещают в полиэтиленовую банку объемом около 100 мл и приливают из бюретки расчетное количество медноаммиачного раствора. Банку закрывают, удаляют из нее воздух и выдерживают в термостате 30 мин при $20 \pm 0,2$ °C, периодически встряхивая.

Вязкость определяют в вискозиметре с диаметром капилляра 0,5 и длиной 100 мм при $20 \pm 0,2$ °C. Объем шарика 1 мл. Раствор из банки в вискозиметр засасывают при помощи вакуума посредством промежуточной трубки. Удельную вязкость $\eta_{уд}$ рассчитывают по формуле:

$$\eta_{уд} = t_1/t_0 - 1, \quad (3.32)$$

где t_1 и t_0 — продолжительность истечения соответственно раствора целлюлозы и растворителя.

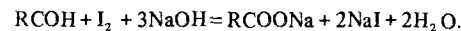
Решая совместно приведенные выше уравнения и принимая $a = 1$, $K_m = 5 \cdot 10^{-3}$ дл/г и $K' = 0,3$, получим уравнение

$$СП = \frac{[\eta]}{K_m} = \frac{\eta_{уд}}{K_m c (1 + K' \eta_{уд})} = \frac{200 \eta_{уд}}{c (1 + 0,3 \eta_{уд})},$$

где c — концентрация, г/дл или % (масс.).

Содержание карбонильных и карбоксильных групп в волокне характеризует степень его деструкции; обычно оно не превышает 0,1–0,2 % [27, с. 226]. При проведении отбелки или многократных водно-температурных обработок в щелочной среде (стирка) содержание карбонильных групп вначале возрастает, а затем снижается (рис. 2.15). По-видимому, это связано с их окислением до карбоксильных групп, содержание которых непрерывно возрастает (кривые 2 и 4).

Содержание карбонильных групп характеризуют по поглощению иода или взаимодействию с гидроксиламином [28, с. 48]. Реакция с иодом протекает по уравнению



В предварительно темперированную при 25 °C смесь, состоящую из 20 мл 0,03 н. раствора иода и 10 мл 0,05 н. раствора буры, вносят навеску (около 0,1 г) волокна и выдерживают 6 ч в термостате при $25 \pm 0,2$ °C. Добавляют 15 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты и избыток иода оттитровывают 0,015 н. раствором тиосульфата натрия по крахмалу. Параллельно проводят холостой опыт. Содержание карбо-

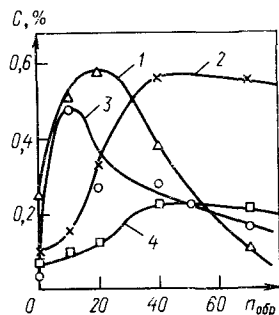


Рис. 2.15. Зависимость содержания карбонильных (1, 3) и карбоксильных групп (2, 4) от числа обработок волокна $n_{обр}$:

1, 2 — высокомодульное; 3, 4 — полинозное

нильных групп А (%) рассчитывают по уравнению

$$A = (a - b) 0,00021 \cdot 100/m,$$

где a и b — расход 0,015 н. раствора тиосульфата на титрование соответственно холостой и испытуемой пробы,

мл; m — навеска абсолютно сухого волокна, г; 0,00021 — масса карбоксильных групп, эквивалентная 1 мл 0,015 н. раствора тиосульфата натрия, г.

Определение содержания карбоксильных групп проводят колориметрически по поглощению метиленового голубого, который относится к группе основных красителей [22, с. 1229] и количественно в стехиометрическом соотношении сорбируется карбоксильными группами.

Навеску волокна около 0,1 г обрабатывают многократно 0,01 н. раствором HCl, промывают дистиллированной водой, отжимают на фильтре и заливают 100 мл раствора метиленового голубого с концентрацией 0,03 г/л. Раствор отфильтровывают, волокно тщательно отжимают и промывают 2–3 раза дистиллированной водой. Окрашенное волокно переносят на фильтр, предварительно промытый 0,01 н. соляной кислотой. Десорбцию красителя производят многократной обработкой 0,01 н. раствором HCl (по 10–15 мл). Раствор HCl собирают в мерной колбе емкостью 100 мл, доводят ее до метки 0,01 н. раствором HCl и проводят колориметрирование. Содержание карбоксильных групп А (%) рассчитывают по формуле:

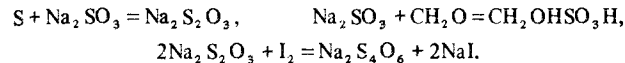
$$A = \frac{c \cdot 100 \cdot 45 \cdot 100}{m \cdot 292},$$

где c — концентрация красителя в 1 мл колориметрируемого раствора, г; m — масса абсолютно сухого волокна; 45 и 292 — молекулярные массы соответственно карбоксильной группы и красителя.

Содержание серы в волокне высшей категории качества не должно превышать 0,05, в волокне первого сорта — 0,1 %. При повышенном содержании серы на деталях текстильного оборудования образуется налет; полученное волокно имеет характерный серый оттенок, пониженную бели-

зну. Определение содержания серы проводят в соответствии с ГОСТ 10213.7–73, сульфитным методом [28, с. 180; 29].

Элементную серу, содержащуюся в волокне, переводят сульфитом в тиосульфат, который оттитровывают иодом. Избыток сульфата связывается формальдегидом. При этом протекают следующие реакции:



Определение проводят следующим образом. Навеску 3–4 г мелконарезанного волокна заливают 75–100 мл раствором 15%-ного Na_2SO_3 и кипятят с обратным холодильником в течение 30 мин. Волокно отфильтровывают, к охлажденному фильтрату добавляют 10 мл 40%-ного раствора формалина, 5 мл 20%-ной уксусной кислоты, крахмал и титруют 0,05 н. раствором иода. Параллельно проводят титрование холостой пробы. Содержание серы в волокне А (%) определяют по уравнению

$$A = \frac{(v_1 - v_2) \cdot 0,0016 \cdot 100}{m},$$

где v_1 и v_2 — расход 0,05 н. раствора иода соответственно на титрование, рабочей и холостой пробы, мл; m — навеска абсолютно сухого волокна, г.

Общее содержание серы и сернистых соединений. При некоторых нарушениях технологического процесса формования, довосстановления и отделки в волокне элементной серы могут содержаться остаточные ксантогенатные группы ($-CSSNa$) и другие сернистые соединения. Например Na_2S и Na_2CS_3 . При сушке волокна остаточные ксантогенатные группы превращаются в тритиокарбонат, который придает волокну желтый оттенок. Тритиокарбонат нестойк и при хранении волокна разлагается с выделением Na_2S , Na_2CO_3 , CS_2 , S . При этом желтый оттенок у волокна исчезает, однако вследствие повышенного содержания сернистых соединений его переработка затрудняется. Степень довосстановления волокна и полноту удаления из него сернистых соединений контролируют путем определения общего содержания серы и сернистых соединений („остаточного ксантогената“) по поглощению иода, а также содержания CS_2 и H_2S в волокне путем разгонки.

Определение общего содержания серы основано на окислении серы и сернистых соединений до ионов SO_4^{2-} и выделения их в виде сульфата бария.

Навеску волокна 3–4 г заливают 50–60 мл дистиллированной воды, нагревают до 80 °С и добавляют пероксид натрия в количестве 25 % от массы волокна. Окисление заканчивается через 30–40 мин. Затем подкисляют 15 мл 10 %-ного раствора соляной кислоты, отфильтровывают и промывают волокно. К упаренному и нагретому до кипения фильтрату добавляют 15 мл нагретого до кипения 10 %-ного раствора хлорида бария; выделившийся осадок сульфата бария отфильтровывают, сушат и взвешивают. Общее содержание серы в волокне A (%) рассчитывают по формуле

$$A = (a \cdot 0,137 \cdot 100) / m,$$

где a – масса сухого остатка сульфата бария, г; m – навеска абсолютно сухого волокна, г.

Определение содержания остаточных ксантогенатных групп и сернистых соединений в волокне основано на поглощении иода за счет образования диксантогената и окисления сернистых соединений. Волокно после полного разложения ксантогенатных групп и тщательной отделки поглощает до 1,5–2,5 мл 0,1 н. раствора иода на 10 г волокна. Поглощение иода в этом случае, видимо, обусловлено окислением карбонильных групп целлюлозы. При неполном разложении ксантогената и неудовлетворительной отделке объем поглощенного иода (содержание остаточного ксантогената) возрастает до 3–5 мл; у волокна с желтым оттенком объем поглощенного иода достигает 7–9 мл.

Для определения содержания остаточного ксантогената навеску 4–5 г волокна заливают 200 мл дистиллированной воды, подкисляют 1 %-ной уксусной кислотой по метиловому красному, добавляют 20 мл 0,1 н. раствора иода и выдерживают в закрытой колбе 15 мин. Избыток иода оттитровывают 0,1 н. раствором тиосульфата по крахмалу. Волокно промывают, сушат и взвешивают. Количество поглощенного 0,1 н. раствора иода остаточными ксантогенатными группами и сернистыми соединениями на 10 г волокна K (мл/г) рассчитывают по формуле

$$K = [(a - b) \cdot 10] / m,$$

где a – количество 0,1 н. раствора иода, взятого для анализа, мл; b – количество, мл, 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование; m – масса волокна, г.

В некоторых случаях для более детального изучения характера сернистых соединений, содержащихся в волокне, используют метод разгонки, при котором выделяющийся сероуглерод и сероводород улавливаются соответствующими поглотителями [28, с. 140].

Содержание золы определяют путем озоления навески волокна около 10 г при 300 °С. Зола последовательно обрабатывают каплями азотной кислоты и аммиака и прокаливают в течение 1 ч при 500–600 °С. Содержание золы A (%) определяют по формуле

$$A = (a \cdot 100) / m, \quad (3.39)$$

где a – масса золы, г; m – масса абсолютно сухого волокна, г.

Основными компонентами золы являются сульфаты натрия, цинка и железа. Содержание цинка колеблется в пределах 0,02–0,15 %. Его определяют колориметрическим методом с применением дитизона [28, с. 183]. Содержание железа не превышает 0,01–0,02 % и также определяется колориметрически, например при образовании железороданидного комплекса [28, с. 33]. Содержание сульфата натрия вычисляют по разности; обычно оно составляет 0,1–0,3 %. Для более детального исследования компонентов золы используется спектральный метод [28, с. 28].

Содержание авиважного препарата определяют согласно ГОСТ 10213.6–73.

Навеску волокна 5–6 г заливают 150 мл четыреххлористого углерода, встряхивают в течение 6 мин, отфильтровывают, вновь заливают 100–150 мл растворителя и встряхивают 4 мин. Обе порции отфильтрованного растворителя помещают в круглодонную колбу, растворитель отгоняют до объема 10 мл. Оставшийся в колбе растворитель испаряют в сушильном шкафу при 107 ± 2 °С в течение 1,5 ч. Содержание авиважного препарата в волокне A (%) определяют по формуле:

$$A = (a \cdot 100) / m,$$

где a – масса авиважного препарата, г; m – масса абсолютно сухого волокна, г.

Влажность волокна является важной характеристикой, влияющей на проведение технологических операций. Так, волокно с пониженной влажностью электризуется, что осложняет проведение процессов чесания, лентообразования и получения ровницы.

При чрезмерно высокой влажности происходит перепрессовка кип, что затрудняет их рыхление.

Различают фактическую и равновесную влажность. Фактическая влажность – это влажность, которую волокно имеет в момент отбора пробы. Кондиционная, или равновесная влажность, – это влажность, которую предварительно подсу-

шенное волокно приобретает при длительном выдерживании (кондиционировании) в кондиционных атмосферных условиях, т. е. при относительной влажности воздуха $65 \pm 2\%$ и температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Равновесная влажность в основном зависит от особенностей надмолекулярной структуры волокна, в частности от размеров фибрилл и степени кристалличности. У обычного вискозного волокна она колеблется в пределах от 11,5 до 12,5 %, у полинозного и высокомолекулярного волокна — соответственно в пределах 10,0–11,5 и 12,5–13,5 %.

В нормативно-технической документации используется понятие нормированной влажности, которая принимается равной 12,0 %.

Определение влажности проводят по ГОСТ 102 13.3–73. На практике допускаются отклонения влажности 8–14 %.

Для определения влажности навеску волокна 6–10 г помещают в бюкс, высушивают при $108 \pm 2^\circ\text{C}$ до постоянной массы (обычно 1,5–2,0 ч), охлаждают в эксикаторе 10–15 мин и по разности масс рассчитывают фактическую влажность волокна $w_{\text{ф}}$ (%) по формуле

$$w_{\text{ф}} = (m - m_{\text{с}}) \cdot 100 / m_{\text{с}}, \quad (3.41)$$

где m и $m_{\text{с}}$ — масса волокна соответственно перед и после высушивания, г.

Если волокно предварительно было подсушено и выдержано в кондиционных условиях не менее 12 ч, фактическая влажность равна равновесной, или кондиционной.

Белизна является косвенной характеристикой химической чистоты волокна. При правильно выбранных условиях отделки без дополнительной отбелики можно достичь степени белизны, равной 80–85 %. При переработке вискозных волокон в смесях с синтетическими необходимо дополнительно проводить отбелку гипохлоритом натрия. В этом случае белизна может быть повышена до 90–95 %. Определение белизны волокон проводят по ГОСТ 22496–77.

Сущность метода заключается в измерении степени отражения поверхности пробы в синей области спектра и ее сравнении со степенью отражения белой эталонной пластины. Испытание проводят с применением лейкометра Цейсса с лампой накаливания и синим светофильтром с эффективной длиной волны $457 \pm 2,5$ и полушириной 40 ± 5 нм.

Пробы волокна разрыхляют, расчесывают металлическим гребнем и укладывают параллельными слоями (при необходимости в несколько рядов) и на пластины (из картона, металла, пластмассы) размером 50–60 мм, покрывают стеклом (марки К-8 или К-108 с прозрачностью не менее 95–96 %) и закрепляют резиновыми

кольцами. Толщина слоя волокна должна быть достаточной для того, чтобы цвет пластины не влиял на результат. Настройка лейкометра производится по эталонной пластине, которая должна калиброваться не реже одного раза в 2 года. Испытуемую пробу устанавливают таким образом, чтобы волокна в 50 % измерений были перпендикулярны, а в 50 % — параллельны передней панели прибора.

Белизну W (%) определяют по формуле $W = \bar{B}$, где \bar{B} — среднее арифметическое значение степени отражения всех проб, замеренных при синем фильтре в двух положениях.

рН водной вытяжки является косвенной характеристикой химической чистоты вискозного волокна, определяющей способность волокна к переработке. Волокно с рН 6,5–7,5 (нейтральное) хорошо перерабатывается на текстильном оборудовании. При щелочной реакции волокна возникают затруднения при его переработке. Для определения рН водной вытяжки навеску 10 г волокна заливают 200 мл дистиллированной воды и кипятят 30 мин с обратным холодильником. Затем волокно отфильтровывают, фильтрат охлаждают до 20°C и определяют рН водной вытяжки на рН-метре.

Структурные характеристики

Структурные особенности вискозных волокон во многом определяют их эксплуатационные свойства. При одинаковом химическом составе прочность волокна, остаточная прочность при воздействии водных сред, устойчивость к знакопеременным нагрузкам могут отличаться в несколько раз. Несмотря на то, что состав хлопка и вискозных волокон практически одинаков (основным компонентом является целлюлоза) в мокром состоянии вискозные волокна теряют прочность на 30–50 %, тогда как у хлопка прочность возрастает на 5–10 %.

Прочность волокна фортисан в 1,5–2,0 раза превышает прочность хлопка лучших сортов, хотя для первого степень полимеризации не превышает 250, а для второго составляет 1500–2000. Это свидетельствует о влиянии на свойства волокон надмолекулярной структуры, определяемой в свою очередь взаимным расположением макромолекул [30, 31, 32].

Структуру волокон характеризуют следующие параметры: соотношение доли кристаллических и аморфных областей (по объему или массе);

размеры фибрилл, кристаллических и аморфных участков;

число проходных цепей;

степень ориентации цепей и структурных элементов.

Существующие методы в большинстве своем позволяют лишь косвенно характеризовать перечисленные параметры.

Сорбция паров воды характеризует степень кристалличности [33, с. 36] и размеры кристаллических участков в целлюлозе [34].

Молекулы воды связаны водородными связями с первичными, а при высокой упругости паров — также с вторичными гидроксильными группами, причем взаимодействие протекает в аморфных областях и на поверхности кристаллических участков. Для него характерно явление гистерезиса, проявляющегося в том, что количество связанной воды больше в том случае, если к равновесному состоянию приходят путем десорбции, а не сорбции. Например, при высушивании образца высокомолекулярного волокна в кондиционных условиях до равновесного состояния его влажность составляет 14,7 %. Если затем образец высушить в сушильном шкафу до влажности 2–8 % и выдержать в кондиционных условиях, то равновесная влажность будет равна 13,5 %, т. е. практически не будет отличаться от первоначальной. Поэтому перед определением сорбции паров воды образец всегда подсушивают до влажности несколько более низкой (6–8 %), чем равновесная, т. е. за равновесную сорбцию паров воды принимают значение, полученное в процессе сорбции, а не десорбции.

Для определения сорбции паров воды наибольшее распространение получил эксикаторный метод как наиболее простой и доступный метод. Кондиционные условия в эксикаторе создают внесением в него раствора вещества, упругость паров которого при 20 °С соответствует относительной влажности 65 ± 2 %. В лабораторной практике наиболее часто применяют насыщенный раствор нитрита натрия или 35 %-ный раствор серной кислоты, которым заполняют примерно 30 % объема эксикатора.

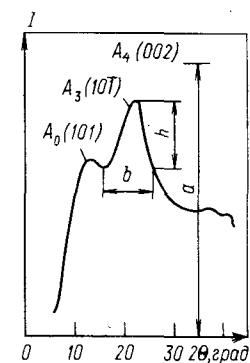
Навеску 4–6 г тщательно разрыхленного волокна в бюксе подсушивают в течение 1 ч при 107 ± 2 °С и помещают в эксикатор с кондиционной смесью. По истечении 20–24 ч пробу вынимают и взвешивают. Затем волокно высушивают при 107 ± 2 °С до постоянной массы в течение 1,5–2,0 ч. Кондиционную влажность (равновесную сорбцию воды) w_K рассчитывают по формуле

$$w_K = (m - m_c) \cdot 100 / m_c,$$

где m и m_c — масса соответственно кондиционированного и сухого волокна, г.

При более детальных исследованиях процессов сорбции и десорбции паров воды применяют сорбционные весы [17,

рис. 2.16. Схема расчета индекса кристалличности I по кривой фотометрирования экваториальных рефлексов (объяснение см. в тексте)



с. 466]. Образец волокна подвешивается на пружине в герметичном стеклянном сосуде. Величину сорбции паров фиксируют катетометром по деформации предварительно тарированной пружины.

Кристалличность волокна определяется рентгенографическим методом, основанным на том, что рассеяние рентгеновских лучей от кристаллических участков дает резкие интенсивные рефлексы, а от аморфных участков — диффузное размытое гало, как при рассеянии жидкостей. Задачей исследования является разделение двух видов рассеяния [26, с. 214–234]. Определяют интенсивность рассеяния от порошка размолотой целлюлозы, которая является полностью аморфной, и по дифрактограмме из общей интенсивности вычитают интенсивность рассеяния аморфными областями, получая значение интенсивности рассеяния кристаллической фракцией. На практике часто пользуются приближенной оценкой степени кристалличности, так называемым индексом кристалличности [35]. В этом случае отпадает необходимость в получении „внешнего стандарта” — размолотой аморфной целлюлозы. Степень кристалличности характеризуют по ширине и высоте пика, выражающего на дифрактограмме интенсивность от рефлекса A_4 (индекс 002) или точнее пика от двух слившихся рефлексов A_3 (индекс 101) и A_4 (индекс 002). Чем выше кристалличность, тем резче и интенсивнее получаемый рефлекс и тем больше высота пика интенсивности рассеяния на дифрактограмме.

На рис. 2.16 представлена дифрактограмма, которая выражает зависимость интенсивности от угла рассеяния по экватору рентгенограммы. Индекс кристалличности K рассчитывают по формуле

$$K = 1 - ab/h,$$

где a — постоянная фотометра, соответствующая отклонению стрелки при полной непроницаемости, мм; b — ширина пика интенсивности слившихся рефлексов A_3 и A_4 , рад; h — высота пика, мм.

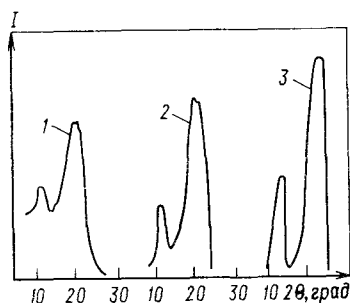


Рис. 2.17. Дифрактограммы обычного вискозного (1), высокомолекулярного (2) и полиинозного волокна (3)

На рис. 2.17. представлены дифрактограммы обычного вискозного, высокомолекулярного и полиинозного волокон. Индекс кристалличности, рассчитанный по приведенной выше формуле для

этих волокон составляет соответственно 0,32; 0,60 и 0,69.

Набухание волокна в воде является комплексным показателем структуры, характеризующим с одной стороны степень кристалличности и размеры кристаллических и аморфных участков, т. е. число гидроксильных групп, доступных для взаимодействия с водой, а с другой стороны — морфологическую структуру волокна, определяемую взаимным расположением фибрилл. На этот показатель большое влияние оказывает также число проходных цепей. Для определения набухания волокна в воде получили применение два метода — микроскопический и центрифугальный.

Микроскопический метод заключается в определении поперечного и продольного размеров волокон при помощи микроскопа с применением окулярмикрометра [18, с. 33]. Предварительно волокно нарезают на отрезки длиной около 1 мм и накрывают их покровным стеклом. Поперечный размер измеряют при увеличении 400×, продольный — 80×. Размеры измеряют вначале в исходном состоянии, затем волокно смачивают дистиллированной водой, выдерживают 15 мин, и производят замеры набухшего волокна. Для получения точных результатов производят 20–30 замеров.

Набухание волокна в продольном и поперечном направлениях (%) рассчитывают по формуле

$$H = (x_n - x_{исх}) \cdot 100 / x_{исх},$$

где x_n и $x_{исх}$ — среднее арифметическое значение поперечного или продольного размера соответственно набухшего и исходного волокон, мм

Вискозные волокна различных видов характеризуются следующими значениями набухания в поперечном и продольном направлениях (H_n и $H_{пр}$):

	$H_{пр}, \%$	$H_n, \%$
Обычное вискозное	2,3	56,5
Высокомолекулярное	1,2	25,5
Полиинозное	1,0	26,1

Центрифугальный метод [36] определения набухания более точный и надежный.

Сущность метода заключается в удалении механически захваченной влаги путем центрифугирования набухшего волокна. Образец волокна массой 2–3 г погружают в колбу, содержащую 100 мл дистиллированной воды и выдерживают в течение 30 мин при $20 \pm 0,5^\circ \text{C}$. Затем из образца отбирают три пробы массой 0,15 г и помещают их в сосудики для центрифугирования. Сосудик (рис. 2.18) представляет собой небольшую пробирку 2, один конец которой закрывается притертой пробкой 1, а второй сужается в виде капилляра 5 и перекрывается стеклянным шариком 4. Сосудики укладывают в пластмассовые патроны и помещают в ячейку ротора центрифуги. Отжим производится при частоте вращения 7000 об/мин в течение 5 мин. Расстояние от оси до центра сосудика составляет 7 см. После отжима сосудики вместе с волокном взвешивают на аналитических весах. Затем сосудики помещают в сушильный шкаф, где волокно высушивают до постоянной массы при $107 \pm 2^\circ \text{C}$ в течение 1,5–2,0 ч и после охлаждения в эксикаторе повторно взвешивают.

Набухание H (%) определяют по формуле

$$H = (m_n - m) \cdot 100 / m,$$

где m_n и m — масса соответственно набухшего и сухого волокна, г.

Иногда определяют набухание свежеформованного волокна. В этом случае набухание называют первичным, а набухание высушенного волокна — вторичным. Различные виды вискозных волокон характеризуются следующими значениями первичного (вторичного) набухания:

	$H, \% \text{ г}$
Обычное вискозное	200–220 (100–110)
Высокомолекулярное	170–190 (70–80)
Полиинозное	160–180 (60–65)

Размеры кристаллических участков в фибриллах характеризуют электронно-микроскопически оттенением чередующихся аморфных и кристаллических областей иодом, рентгенографически при малых углах рассеяния [26, с. 119–139] и по степени полимеризации остатков после гидролиза [37, с. 217]. Электронно-микроскопический метод с предварительной обработкой иодом и рентгенокопия при малых углах рассеяния требуют исключительно высокого уровня техники и используются при фундаментальных исследованиях.

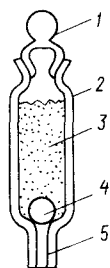


Рис. 2.18. Сосудик для определения набухания волокон по центрифугальному методу:

1 — притертая пробка; 2 — пробирка; 3 — образец волокна; 4 — стеклянный шарик; 5 — капилляр

В прикладных работах вполне удовлетворительные результаты дает метод определения степени полимеризации остатков после гидролиза, основанный на том, что гидролиз протекает практически только в аморфных областях. При завершении гидролиза образуется кристаллический порошок, степень полимеризации которого соответствует длине кристаллических участков. Эту величину обычно называют предельной степенью полимеризации, так как именно к этому пределу стремится кривая, выражающая зависимость степени полимеризации от продолжительности гидролиза. Величина предельной степени полимеризации фактически несколько больше длины кристаллических участков вследствие протекания процесса дополнительной кристаллизации (рекристаллизации) во время гидролиза, однако это наблюдается при гидролизе волокон всех видов, что сказывается на абсолютных значениях, но позволяет сравнивать размеры кристаллических областей различных волокон.

Образец волокна массой 3–2 г переносят в колбу с притертой пробкой, заливают 100 мл 2,5 н. раствора HCl и гидролизуют в течение 60 мин при кипении в колбе с обратным холодильником. Образующийся кристаллический целлюлозный порошок отфильтровывают, промывают и высушивают.

Определение степени полимеризации проводят по методике, описанной выше, с той лишь разницей, что для повышения точности измерения при низких значениях степени полимеризации концентрацию раствора повышают до 0,25–0,50 г/дл.

Плотность волокна является одним из прямых физических методов, характеризующих его структуру. По расчетам, выполненным на основании кристаллографических данных полностью кристаллическая целлюлоза должна иметь плотность 1,600–1,630 г/см³; для аморфной целлюлозы плотность принимается равной 1,471 г/см³. Для большинства вискозных волокон в зависимости от содержания кристаллической и аморфной фазы она колеблется в пределах 1,490–1,525 [38, с. 68].

Определение плотности производят пикнометрическим или флотационным методом, однако благодаря простоте и высокой точности наибольшее распространение получил флотационный способ [39].

Сущность флотационного способа заключается в подборе смеси жидкостей, обладающей такой плотностью, при которой волокно флотируется, т. е. находится во взвешенном состоянии. Если в волокне нет пузырьков воздуха или других инородных включений, и жидкости, входящие в смесь, не взаимодействуют с волокном с образованием сольватов, плотность смеси, в которой наблюдается флотационный эффект, равна плотности волокна.

Наиболее простым и достаточно точным является метод флотационного титрования. В цилиндрический стаканчик емкостью около 100 мл с притертой пробкой заливают 50 мл четыреххлористого углерода, имеющего плотность 1,594 г/см³. Туда же вносят три шарика из испытуемого волокна диаметром около 1 мм. Для удаления воздуха шарики кипятят в четыреххлористом углеводе в течение 15 мин. В стаканчик из бюретки добавляют по каплям второй компонент смеси пока шарик волокна не начнет флотировать. Закрывают стаканчик притертой пробкой и оставляют на 15 мин. Если шарик остается во взвешенном состоянии, плотность волокна равна плотности смеси. В случае опускания шариков титрование продолжают до достижения взвешенного состояния. В качестве второго компонента флотационной смеси рекомендуется применять нитробензол, ксилол и толуол, имеющие плотности соответственно 1,205; 0,881 и 0,866. Плотность смеси находят по количеству второго компонента, израсходованного на титрование, используя таблицы или специально построенные градуировочные графики.

При выполнении большого числа измерений удобно пользоваться градиентной колонкой, представляющей собой градуированный цилиндр, наполненный четыреххлористым углеродом, а сверху — его смесью с ксилолом и толуолом таким образом, что по высоте колонки устанавливается градиент концентраций и соответственно плотностей. Вследствие медленного протекания диффузии этот градиент поддерживается примерно на постоянном уровне в течение 2–3 недель. В колонку вносится предварительно обезвоздушенный образец волокна, который через некоторый промежуток времени (около 2–8 ч) занимает такое положение по высоте колонки, где плотность смеси и волокна равны. Градуировку колонки производят стеклянными пустотельными шариками с заранее определенной средней плотностью [39].

По данным работы [40], плотность обычного вискозного волокна составляет 1,523–1,526; высокомолекулярного — 1,496–1,505; полинозного — 1,533; ВХ — 1,524; фортизан — 1,535 г/см³.

Поперечные срезы волокон характеризуют не только геометрическую форму волокна, но также позволяют судить о его морфологической структуре. Для большинства

вискозных волокон характерна четко выраженная структурная неоднородность. Даже у полинозного волокна, кажущегося структурно-однородным при исследовании обычными методами, обнаруживается резко очерченная оболочка при использовании фазово-контрастного устройства [41, с. 77]. Анализ формы поперечного среза, доли и характера оболочки, а также способности к окрашиванию различных слоев волокна позволяет опытному технологу судить о правильности выбранных параметров формования. Поэтому методики получения и препарирования поперечных срезов освоены практически во всех заводских лабораториях.

Наиболее простым и доступным, но вместе с тем недостаточно точным, является „корковый метод” получения поперечных срезов. Пучок волокон, пропитанный отверждающим составом, протаскивается петлей из тонкой металлической проволоки через отверстие в пробке или зажимается между двумя половинками надрезанной пробки. Вручную острым лезвием производят тонкий срез корки вместе с пучком волокна. Таким способом удается получать срезы толщиной 10–20 мкм, т. е. примерно равной диаметру волокон [22, с. 1239; 18, с. 325].

В качестве отверждающего вещества применяют раствор колоксилина и ацетата целлюлозы в ацетоне, парафин или термореактивные синтетические смолы [22, с. 1240].

Поперечные срезы толщиной до 5 мкм получают при применении микропомпов с механической регулировкой [18, с. 326]. Для получения ультратонких срезов порядка 1 мкм применяют микротомы с регулируемым зазором. Полученный поперечный срез переносят на предметное стекло, накрывают покровным стеклом и для достижения большей контрастности смачивают дистиллированной водой, 1 %-ным раствором нигрозина и проводят наблюдения под микроскопом при увеличении 200–400. При необходимости наблюдаемую картину фотографируют или зарисовывают.

Структура волокна выявляется четче при окрашивании поперечных срезов. Предварительно поперечный срез приклеивается к предметному стеклу (в состав клея входит 50 г яичного белка, 50 г глицерина и 1 г салицилата натрия). Клей наносят тонким слоем на предметное стекло, с микротома кисточкой переносят срез и осторожно прогревают. Приклеенный срез окрашивают и промывают. Подбирают широкий круг красителей, избирательно окрашивающих оболочку и ядро или вымывающихся из оболочки и ядра с разной скоростью, что позволяет более точно судить о толщине оболочки и ее структуре.

Четкие и контрастные микрофотографии получают при окрашивании поперечных срезов раствором нитрата серебра, содержащим 0,5 г/л нитрата серебра и 0,5 г/л ацетата натрия [42, с. 30]. Предметное стекло с приклеенным поперечным срезом вносят в раствор, нагревают до 80–90 °С, затем промывают водой, обрабатывают раствором тиосульфата натрия концентрацией 12 г/л и снова промывают водой. При такой обработке ядро остается неокрашенным, оболочка приобретает темно-коричневую окраску.

Определение доли оболочки производят путем планиметрирования изображения среза, полученного с помощью специальной копировальной насадки к микроскопу [18, с. 330]. Достаточно точные результаты получаются при вырезании изображений оболочки и ядра из фотоснимка и последующим взвешиванием их на аналитических весах.

Степень ориентации вискозных волокон чаще всего определяют по разнице показателей преломления волокна в двух взаимно перпендикулярных направлениях (двойного лучепреломления), рентгенографически, по дихроизму ИК-спектров и скорости распространения ультразвука [31, с. 243].

Степень ориентации характеризует положение цепей относительно оси волокна. При максимальной степени ориентации практически все макромолекулы ориентированы вдоль оси волокна. Степень ориентации обычно выражается фактором ориентации f_a , характеризующим отношение какого-либо показателя ориентации Δ к его предельному значению $\Delta_{пр}$, или углом молекулярной разориентации α . Эти величины связаны между собой уравнением

$$f_a = \Delta / \Delta_{пр} = (3 \cos^2 \alpha - 1) / 2.$$

Определение ориентации по разнице показателей преломления поляризованного света основано на разной скорости прохождения света во взаимно перпендикулярных направлениях в волокне, имеющем предпочтительную ориентацию макромолекул в каком-либо одном направлении. Показатель преломления в направлении оси волокна больше, чем в поперечном направлении. Существует несколько методов определения показателей преломления. Для исследования вискозных волокон, в большинстве своем имеющих некруглое поперечное сечение, обычно применяют иммерсионный метод.

Сущность метода заключается в подборе жидкости с показателем преломления, равным показателю преломления волокна [18, с. 339].

Отрезки волокна длиной 1,5–2,0 мм помещают в иммерсионную жидкость с показателем преломления, близким к ожидаемому. Существует набор иммерсионных жидкостей с показателем преломления от 1,408 до 1,780 (с интервалом 0,003–0,004). Волокно с иммерсионной жидкостью помещают на предметный столик поляризационного микроскопа (например, МИН-8), вводят анализатор и вращением столика находят положение компенсации по исчезновению интерференционной окраски волокна. Затем выводят анализатор и наблюдают положение яркой линии у краев волокна, называемой линией Бекке, возникновение которой обусловлено разностью коэффициентов

преломления иммерсионной жидкости и волокна. Если при перемещении плоскости фокусировки вверх яркая линия перемещается внутрь волокна, показатель преломления волокна выше, чем показатель преломления жидкости, и наоборот. Подбирают иммерсионную жидкость с таким показателем преломления, чтобы линия не смещалась и получила окраску. В этом случае показатель преломления жидкости равен показателю преломления волокна.

В полученное значение вносят поправки на дисперсию волокна и температуру. Поправку на дисперсию волокна определяют с помощью светофильтров. Используя набор светофильтров, подбирают такой фильтр, при котором волокно становится невидимым.

Коэффициент преломления с учетом температурной поправки рассчитывается по формуле

$$n_t = n_0 + (20 - t) \Delta t,$$

где n_t — показатель преломления волокна при температуре t ; n_0 — показатель преломления иммерсионной жидкости при 20°C ; Δt — температурная поправка (находится из таблиц, прилагаемых к набору иммерсионных жидкостей).

Вначале определяют показатель преломления параллельно оси волокна $n_{||}$; затем предметный столик поворачивают на 90° и всю процедуру повторяют для нахождения показателя преломления в поперечном направлении n_{\perp} . Разность показателей ($\Delta n = n_{||} - n_{\perp}$) характеризует степень ориентации волокна.

Величины Δn для обычного вязкого, высокомолекулярного и полинозного волокон соответственно равны 0,0354; 0,0368 и 0,0399. Если принять в качестве предельно достижимого значения для гидратцеллюлозных волокон $\Delta n_{\text{пр}} = 0,0450$ [38, с. 63], то в соответствии с приведенной выше формулой (см. с. ...), фактор ориентации составит: для обычного вязкого волокна — 0,79, высокомолекулярного — 0,82, полинозного — 0,89, а угол разориентации — соответственно 22,0; 20,2 и $15,7^\circ$.

Рентгенографический метод определения степени ориентации основывается на оценке ширины экваториальных рефлексов A_0 (101), A_3 (10 $\bar{1}$) и A_4 (002). Для полностью неориентированного волокна эти рефлексы имеют вид колец (рис. 2.19). Предельно ориентированное волокно дает точечные рефлексы. На рентгенограммах волокон с промежуточной ориентацией они вытянуты в виде дуг, ширина которых характеризует степень ориентации. Угол разориентации оценивается [31, с. 244] по ширине дуги экваториального рефлекса A_4 (002), соответствующей половине максимальной интенсивности рассеяния. Затем строится кривая зависимости интенсивности от азимутального угла рассеяния β (рис. 2.20). За точку отсчета (нулевой угол) в данном случае берут экватор, где у рефлекса A_4 наблюдается максимальная интенсивность. При перемещении по дуге рефлекса вверх

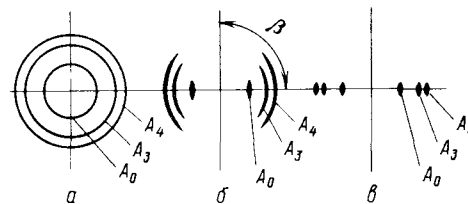


Рис. 2.19. Схематическое изображение экваториальных рефлексов A_0 (101), A_3 (10 $\bar{1}$) и A_4 (002) волокон на рентгенограмме:

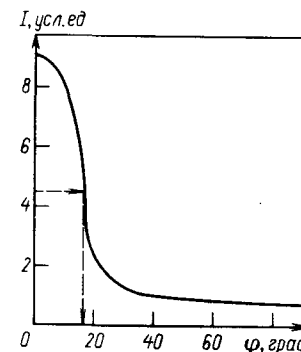
а — неориентированное; б — частично ориентированное; в — предельно ориентированное

интенсивность снижается, доходя при значениях угла 30 – 40° практически до фонового значения. Определяют угол, соответствующий половине максимальной интенсивности, который в выбранном примере (см. рис. 2.20) равен 16° . Этот угол характеризует отклонение цепей от оси волокна, т. е. разориентацию волокна. Для обычных вязких волокон значение угла разориентации составляет $11,7$ – $12,0^\circ$ [23]. Для высокомолекулярного и полинозного волокна он соответственно равен $10,3$ – $11,6$ и $8,2$ – $9,7^\circ$. Фактор ориентации, определяемый рентгенографически, значительно выше того же показателя, определяемого по показателю двойного лучепреломления.

Степень ориентации волокон можно оценивать по дихроизму поглощения поляризованного инфракрасного излучения. При пропускании поляризованных инфракрасных лучей через образец волокна степень их поглощения зависит от направления оси волокна. Отношение интенсивности поглощения при параллельном $I_{||}$ и перпендикулярном положении плоскости поляризации к оси волокна I_{\perp} выражается коэффициентом дихроизма R .

Коэффициент дихроизма полос поглощения, чувствительных к ориентационной вытяжке, например 1380 и 1160 см^{-1} служит относительной характеристикой

Рис. 2.20. Схема определения угла молекулярной разориентации рентгенографическим методом (I — интенсивность; φ — азимутальный угол) (Объяснение см. в тексте)



степени ориентации волокна [43]. Для определения фактора ориентации и угла разориентации необходимо знать пространственную ориентацию связи, определяемую углом

$$R = 0,5 \operatorname{tg}^2 \theta.$$

В большинстве случаев угол θ не совпадает с углом ориентации и соотношение между ними для волокон данного типа может быть определено с привлечением независимых методов, например рентгенографического [44]. Приближенно оценить фактор ориентации можно по отношению коэффициента дихроизма образца к его предельному значению в соответствии с приведенной выше формулой. В качестве предельного значения можно принять коэффициент дихроизма данной полосы поглощения волокна с максимальной степенью ориентации, например волокна фортизан.

Релаксационные свойства

Вязкоупругие волокна в процессе формирования подвергаются ориентационной вытяжке, которая протекает в режиме смешанной вязкоупругой деформации [12]. Упругая и высокоэластические доли деформации составляют 45–55 %. Частично они восстанавливаются (на 12–16 %) после вытяжки, во время отделки и сушки. Остальная часть деформации вследствие стеклования и кристаллизации целлюлозы становится практически необратимой. Она восстанавливается только частично при многократных термовлажностных обработках (стирках) или набухании в растворах NaOH. При этом происходит усадка волокна на 8–12 %, что крайне нежелательно.

Кинетика усадки волокна описывается уравнением:

$$(l_0 - l_t) / (l_0 - l_\infty) = 1 - e^{-t/\tau},$$

где l_0 , l_t и l_∞ — длина волокна — соответственно исходного, в момент времени t и после завершения процесса; τ — константа материала (время запаздывания), зависящая от вязкости и модуля волокна.

Если длину образца во время обработки выдерживать постоянной, то в волокне возникает напряжение, величина которого характеризует релаксационные свойства волокна. На этом основан изометрический способ исследования релаксации волокон при различных обработках [45].

Усадка волокна в воде при температуре около 100 °С определяется методом, рекомендуемым ГОСТ 13481–76 [46]. Для проведения испытания применяют прибор, схема которого приведена на рис. 2.21.

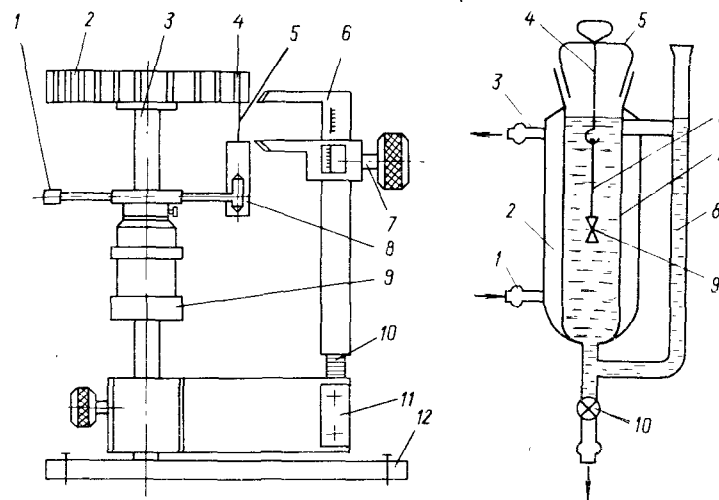


Рис. 2.21. Прибор для определения усадки волокон в воде при 100 °С: 1 — разгрузочное кольцо; 2 — диск с зажимами; 3 — стойка; 4 — верхний зажим; 5 — образец волокна; 6 — линейка; 7 — микрометрический винт; 8 — нижний зажим; 9 — втулка; 10 — рейка; 11 — кронштейн; 12 — основание

Рис. 2.22. Прибор для определения усадки волокон в растворе NaOH: 1, 3 — штуцера соответственно для подвода и отвода воды; 2 — рубашка для терпирования; 4 — крючок для крепления волокна; 5 — притертая крышка; 6 — образец волокна; 7 — стеклянный сосуд; 8 — трубка; 9 — грузик для распрямления волокна; 10 — кран для спуска раствора

Волокно кондиционируют не менее 6 ч, расчесывают, укладывают на доску-укладчик и готовят 20 штапельков с линейной плотностью 20–25 текс. Штапельки закрепляют сверху в зажимы диска 2, внизу — в зажимы 8. Замеряют длину штапельков с помощью макрометрической линейки 6 с точностью до $\pm 0,1$ мм. Затем снимают головку прибора, состоящую из диска 2 и разгрузочного кольца 1, перевернув ее для разгрузки волокна диском вниз, помещают на 20 мин в кипящую воду, содержащую 2 г/л смачивателя. После этого головку вынимают из воды и помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до 107 ± 2 °С, сушат в течение 10 мин, вынимают из шкафа и кондиционируют перед испытанием в течение 15 мин. Затем перевернув головку диском вверх, устанавливают на штатив и замеряют длину штапельков после обработки волокна в кипящей воде и сушки. Усадку волокна Δl (%) рассчитывают по формуле,

$$\Delta l = (1 - l_2/l_1) \cdot 100,$$

где l_1 и l_2 — среднеарифметические значения длины волокна соответственно до и после обработки.

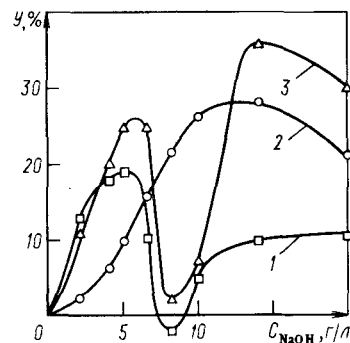


Рис. 2.23. Зависимость усад $У$ обычного вискозного (1), полинозного (2) и высокомодульного волокна (3) от концентрации $NaOH$ в растворе

Для определения усад в щелочи рекомендуется прибор, изображенный рис. 2.22.

Образец волокна 6 или шпелек, собранный из нескольких волокон, прикрепляют к стеклянному крючку 4, припаянному к притертой крышке 5. К нижнему

концу волокна прикрепляется грузик 9, создающий натяжение 0,02 сН/текс, для распрямления волокна. Крышку с волокном помещают в стеклянный сосуд 7, который терperiруется водой, подаваемой через штуцер 1 из термостата с температурой $20 \pm 0,2^\circ C$ в рубашку 2. Через трубку 8 в сосуд заливается предварительно отtemперированный раствор гидроксида натрия с заданной концентрацией. Изменение длины фиксируют с помощью длиннофокусного микроскопа по перемещению нижнего зажима. Расчет производят по приведенной выше формуле.

На рис. 2.23 представлена зависимость усадки обычного вискозного, полинозного и высокомодульного волокон от концентрации $NaOH$ в растворе [48]. Усадка обычного вискозного волокна вначале возрастает, достигая при концентрации $NaOH$, равной 5–6 %, значений соответственно 18 и 26 %, затем резко снижается практически до нулевого значения при концентрации $NaOH$ равной 7–8 %, соответствующей максимальному набуханию этих волокон. При дальнейшем повышении концентрации $NaOH$ до 15–16 % усадка обычного волокна возрастает до 10 %, а высокомодульного — до 34 %. У полинозного волокна минимум усадки не наблюдается: она монотонно повышается, достигая 28 % при концентрации гидроксида натрия, равной 15 %.

Изометрический метод обычно используют для исследования релаксации при нагревании. На рис. 2.24 изображена схема прибора, рекомендуемого [49] для определения напряжений, возникающих при нагреве.

Образец волокна 1 закрепляют в нижнем неподвижном зажиме 3 и верхнем зажиме 2. Зажимы и образец помещают в термокамеру 4, температура в которой может подниматься с заданной скоростью (например 2 град/мин). Усилие, возникающее в образце, через систему рычагов 5, 6 и 10 вызывает перемещение плунжера 7, который

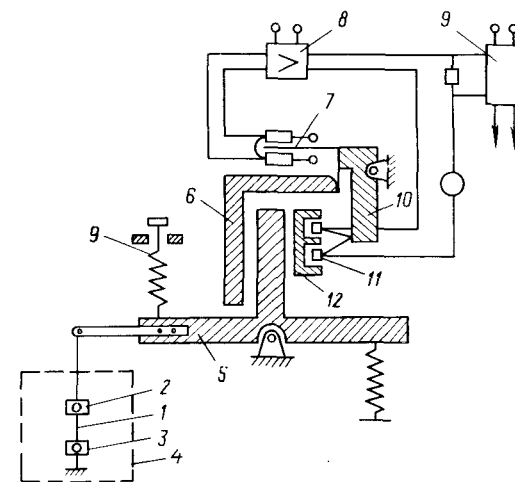


Рис. 2.24. Схема прибора для измерительного нагрева волокна:

1 — образец волокна; 2, 3 — соответственно верхний и нижний зажимы; 4 — термокамера; 5, 6, 10 — рычажная система; 7 — плунжер; 8 — усилитель; 9 — двухкоординатный самопишущий потенциометр; 11 — подвижная катушка; 12 — постоянный магнит

преобразует это перемещение в электрический сигнал. В усилителе 8 происходит усиление и преобразование сигнала который поступает в обмотку подвижной катушки 11 силового механизма. Постоянный ток в катушке взаимодействует с полем постоянного магнита 12 с возникновением уравновешивающего усилия, пропорционального постоянному току. Выходной сигнал с усилителем подается на двухкоординатный самопишущий потенциометр 9, градуированный в единицах механического напряжения.

На рис. 2.25 приведены кривые изометрического нагрева обычного вискозного, высокомодульного и полинозного волокон, полученные на приборе описанном выше.

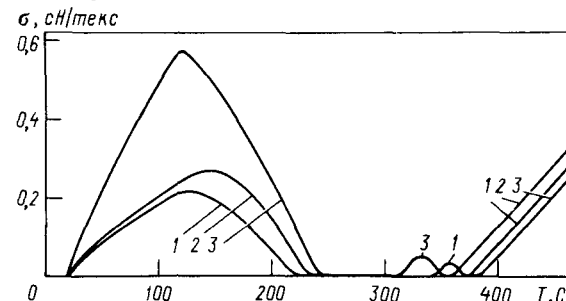


Рис. 2.25. Кривые изометрического нагрева обычного вискозного (1), высокомодульного (2) и полинозного волокон (3)

Для вискозных волокон всех типов наблюдается три области роста напряжений: 100–150, 300–350 и 400–450 °С. Первый пик обусловлен удалением сольватно связанной влаги. Полиозное волокно характеризуется более высокими кристалличностью и модулем упругости в мокром состоянии, и даже небольшая контракция размеров при удалении влаги сопровождается значительным ростом напряжений — до 0,6 сН/текс. У обычного и высокомолекулярного волокон отмечается менее интенсивный рост напряжений — соответственно 0,21 и 0,28 сН/текс.

Второй пик напряжений обусловлен расстекловыванием структуры волокна, поскольку он находится в области температуры стеклования целлюлозы. У полиозного волокна в этом случае напряжения не превышают 0,05 сН/текс, а у высокомолекулярного — не проявляются, что, по-видимому, связано с явлением самоупорядочения, которое характерно для ряда полимеров, в том числе и для целлюлозы [50]. Третий пик напряжений наблюдается в области интенсивного пиролиза целлюлозы и связан с соответствующими структурными перестройками при переходе к углеродному волокну [51].

Дефектность волокон

Химические волокна характеризуются меньшей дефектностью, чем природные. Благодаря этому при их переработке исключаются некоторые подготовительные операции. Выход пряжи при переработке вискозных волокон возрастает до 92 % по сравнению с переработкой хлопка, где он не превышает 82–84 %. Тем не менее, вследствие нарушений технологического процесса при получении вискозных волокон (особенно высокомолекулярного и полиозного) возможно возникновение дефектов в волокне.

Идентификация различных видов пороков и методы количественного определения их содержания регламентируются ГОСТ 10213.5–73. Для вискозных волокон выделяются следующие пороки: склейки, грубые волокна, непрорезанные волокна и разнооттеночность, жгутики (пучки слабосклеенных волокон).

Склейки являются основным видом пороков вискозных волокон. Они представляют собой группы волокон (не менее 5), которые прочно склеены между собой и не раздираются без обрыва. Содержание склеек в волокне 1 сорта не должно превышать 0,0025 %. В волокне высшей категории качества склейки не допускаются. Возникновение склеек связано с нарушением условий формования в зоне фильеры, когда вытекающая из отверстий вискоза периодически растекается по поверхности доньшка фильеры и „склеивает“ соседние формирующиеся волокна. Образование подтеков

вискозы на фильере может быть вызвано недостаточной чистотой вискозы, что приводит к периодической закупорке отверстий; отложением дисперсных частиц на фильере из непрофильтрованной осадительной ванны; местным разбавлением ванны вследствие недостаточной ее циркуляции. Равномерность циркуляции осадительной ванны является обязательным условием для нормального проведения технологического процесса. Объем ванны, подаваемой на одну фильеру, на 30–50 % должен превышать объем ванны, отводимой от фильеры формирующимся волокном (в виде пограничных слоев).

Значительное разбавление ванны и образование повышенного числа склеек наблюдается при формировании вискозных волокон на сплошных фильерах с числом отверстий более 10 000–12 000. Формовать высокомолекулярные и полиозные волокна на сплошных фильерах практически невозможно, так как в этом случае устойчивость процесса резко меняется даже при небольших перепадах концентрации серной кислоты (1–2 г/л). Для формования волокон этих типов нашли применение блочные фильерные комплекты. Диаметр доньшка отдельных фильер, входящих в блок, не превышает 12,5–30,0 мм. Завершается переход на блочные фильерные комплекты в производстве обычного вискозного волокна, что позволит резко снизить содержание в нем склеек.

Содержание склеек определяют путем разбора вручную 100 г волокна на контрастной доске. Обнаруженные при разборе склейки собирают в бюкс и взвешивают на аналитических весах. Содержание склеек A (%) определяют по формуле

$$A = a \cdot 100/m,$$

где a — масса склеек в пробе, г; m — масса пробы, г.

Грубые волокна — это дефектные волокна, толщина которых в 3–5 раз превышает номинальную. Они образуются при частичном засорении отверстий фильеры. При входе гелевых частиц в отверстие происходит обрыв формирующегося волокна. После ее выхода из отверстия волокно в течение некоторого времени отводится с низкой скоростью. Образуется элементарное волокно с повышенной толщиной, которое идентифицируется как грубое волокно. Содержание грубых волокон, производят разбором пробы массой 100 г по той же методике, как при определении содержания склеек. Содержание грубых волокон рассчитывают по приведенной выше формуле.

Непрорезанные волокна — волокна, длина которых в два и более раз превышает номинальную длину. Наличие таких волокон приводит к повышению обрывности при получении пряжи, так как их длина больше разводки вытяжного механизма на формовочной машине. Поэтому содержание непрорезанных волокон строго регламентируется. В волокне сиблон 1-го сорта оно не должно превышать 0,01 %; в волокне высшей категории качества наличие непрорезанных волокон не допускается.

Непрорезанные волокна могут появляться не только в процессе резки, но и при формовании за счет скручивания оборвавшихся элементарных волокон вследствие недостаточной устойчивости процесса [37, с. 247]. Они могут также образовываться при перепутывании прядей в жгуте, истирании и разлохмачивании кромок жгута при трении его о жгутопроводники. Частичный обрыв жгута при получении высокомодульных и упрочненных волокон также может быть источником образования непрорезанных волокон. Содержание непрорезанных волокон определяют по той же методике, которую применяют при определении содержания склеек.

Разнооттеночность — наличие волокон с различными оттенками по цвету.

Этот дефект может быть вызван различными причинами: повышенным содержанием железа и примесей других поливалентных металлов в вискозе и осадительной ванне; неполным разложением ксантогената целлюлозы; недостаточной чистотой отделочных растворов; изменением структуры поверхности волокон вследствие нарушения технологических параметров (особенно по индексу зрелости и содержанию серной кислоты в осадительной ванне). Наиболее часто разнооттеночность появляется вследствие неполного разложения ксантогената целлюлозы. Ксантогенатные группы обладают высокой сорбционной способностью к поливалентным металлам, содержащимся в отделочных растворах. Образующиеся ксантогенаты этих металлов окрашены в различные цвета и даже при содержании в небольшом количестве сообщают волокну ярко выраженный оттенок. Неполное разложение ксантогената целлюлозы при сушке волокна из-за образования тригидрокарбоната может привести к возникновению желтого оттенка на волокне.

Для определения разнооттеночности отбирают сильно различающиеся по цвету пробы. Из каждой пробы готовят

штапелек массой 180–220 мг. Разнооттеночность определяют при естественном освещении визуальным сравнением каждого штапелька в натянутом состоянии с эталонным образцом. Результат определяют по штапельку с наиболее выраженным оттенком.

Глава 3

ПРИМЕНЕНИЕ СИБЛОНА И ПОЛИНОЗНОГО ВОЛОКНА В ХЛОПЧАТУБУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

По основным показателям — прочности, удлинению, модулю упругости, сорбции водяных паров — сиблон и полинозное волокно приближаются к хлопку. Замена хлопка этими волокнами оказалась экономически оправданной. На базе разработок ЦНИХБИ в текстильной промышленности был накоплен опыт по переработке волокна сиблон и полинозного волокна в смеси с хлопком соответственно в количестве 33 и 45 %. Ниже рассматриваются основные особенности технологии переработки волокна при выработке пряжи, в ткачестве, при отделке и крашении.

ПЕРЕРАБОТКА ВЫСОКОМОДУЛЬНОГО ВОЛОКНА СИБЛОН

Волокно сиблон выпускается в промышленном масштабе заводом „Сибволокно” и в больших количествах поставляется предприятиям хлопчатобумажной промышленности, что дало возможность накопить значительный опыт по его переработке, выбору оптимального ассортимента и обоснованию параметров технологического процесса.

Технология производства пряжи. На основании результатов широких лабораторных исследований и опытных испытаний было рекомендовано применять для замены хлопка волокно сиблон: при выработке пряжи линейной плотности 15,4–36 текс кольцевым и пневмомеханическим способами прядения — сиблон линейной плотности 0,17 текс в количестве 33–45 %; при выработке пряжи линейной плотности 7,5–15,4 текс кольцевым способом прядения — волокно сиблон линейной плотности 0,13 текс в количестве 33 % [10].

Технологический режим переработки смесей хлопка с высокомолекулярным вискозным волокном сиблон осуществляется на хлопкопрядильном оборудовании с некоторыми изменениями режима, принятого для переработки 100 %-ного хлопка. Процесс прядения корректируют с учетом метода смешивания и применения более длинного волокна в смеси.

Смешивание средневолокнистого хлопка с волокном сиблон линейной плотности 0,17 текс можно проводить как на агрегате, так и лентами на первом ленточном переходе. В первом случае обеспечивается большая устойчивость процесса чесания. Смешивание тонковолокнистого хлопка гребенного прочеса с волокном сиблон линейной плотности 0,13 текс рекомендуется проводить лентами, т. е. перерабатывать хлопок и сиблон до ленточных машин раздельно. Однако на первых стадиях внедрения и до стабилизации качественных показателей волокна сиблон линейной плотности 0,13 текс можно применять смешивание на агрегате.

Сортировки из смесей хлопка с волокном сиблон составляются с учетом сохранения хлопковых компонентов смеси в соответствии с типовыми сортировками. При этом содержание каждого хлопкового компонента уменьшается пропорционально количеству вводимого волокна сиблон. В ставку из смеси хлопка с сиблоном должно быть не менее 24 кип хлопка и 8–16 кип волокна сиблон I и II сортов из трех партий.

Для обеспечения нормального и стабильного процесса переработки волокна сиблон необходимо поддерживать на всех переходах прядильного производства влажность 10–12 %. Для достижения равномерной влажности и релаксации волокна в кипах их рекомендуется выдерживать перед переработкой в распакованном состоянии в течение 16–24 ч в помещении с влажностью 50–60 % и температурой 20–24 °С. При влажности волокна менее 8 % следует доувлажнять его теплой водой с помощью форсунок, установленных над смешивающей решеткой или в головном питателе (2–3 % от массы волокна).

Для нормального протекания технологического процесса прядения и получения пряжи удовлетворительной ровноты основным условием является точное и стабильное дозирование, хорошее перемешивание хлопкового волокна с сиблоном, обеспечивающее равномерное распределение этих волокон по длине и сечению.

Точное дозирование и равномерное смешивание волокон достигается при использовании разрыхлительно-смешивающих агрегатов и раздельной подготовкой компонентов (хлопка и сиблона) перед смешиванием, с дозированием компонентов на дозаторе-смесителе ДС-2 (точность дозирования $\pm 3-5\%$) и смешиванием их на смешивающих машинах типа МСП-8 или СН-3. Применение смешивающих машин дает возможность в 2–3 раза снизить коэффициент вариации по содержанию сиблона в смеси.

При смешивании волокон на обычном разрыхлительно-трепальном агрегате, предназначенном для хлопка, трудно добиться стабильного и точного дозирования компонентов, так как смешивание осуществляется путем выделения отдельного питателя-смесителя П-1 для сиблона и подбора производительности питателей-смесителей П-1 соответственно содержанию волокон сиблона и хлопка в смеси. При переработке волокна сиблон на питателях-смесителях П-1 производительность их в 2–3 раза выше, чем при переработке хлопка при одних и тех же параметрах заправки машин, поэтому нельзя загружать в один питатель-смеситель П-1 сиблон и хлопок, а также проводить дозирование только по массе сиблона и хлопка в ставке.

При переработке сиблона производительность питателя-смесителя П-1 при минимальных скоростях и разводках рабочих органов может достигать 130–180 кг/ч. Для лучшего смешивания компонентов рекомендуется применять четыре-пять питателей-смесителей, в том числе один-два питателя для сиблона. Сиблон выделяется в отходы в меньшей степени, чем хлопок, поэтому при подборе производительности питателей-смесителей количество вводимого сиблона должно быть на 1,0–2,0 % ниже, чем номинальное содержание сиблона в пряже (33 или 45 %). Для обеспечения удовлетворительных результатов при таком методе смешивания необходимо при останове одного из питателей-смесителей останавливать другие; оснастить питатели-смесители дозирующими устройствами и тележками; установить световую сигнализацию при резком снижении уровня наполнения рабочих камер питателей-смесителей волокном; по возможности обеспечить непрерывную работу головного питателя.

Контроль за фактическим соотношением компонентов в смеси по производительности питателей-смесителей должен осуществляться лабораторией один раз в день. При этом методе смешивания отклонение среднего содержания сиблона

в пряже от номинального находится в пределах $\pm 3,0-9,0\%$, однако в большинстве случаев при соблюдении всех рекомендаций отклонение составляет $\pm 5,0\%$.

Смешивание компонентов лентами осуществляется на первом переходе ленточных машин. Для смеси, содержащей 33 % сиблона, при коэффициенте вариации чесальной ленты по массе отрезков длиной 3 см, равном 5 %, при двух переходах ленточных машин и кольцевом способе прядения возможны колебания содержания сиблона в пряже $33 \pm 5\%$, а при пневмомеханическом способе — несколько меньше. Для достижения равномерности смешиваемой сиблоновой ленты рекомендуется перед смешиванием пропускать сиблоновую чесальную ленту через нулевой переход ленточных машин (особенно при бункерном питании чесальных машин).

При способе смешивания лентами волокно сиблон в чистом виде рекомендуется перерабатывать на укороченном разрыхлительно-трепальном агрегате; при этом с целью уменьшения воздействия рабочих органов на волокно следует исключить из агрегата осевой очиститель и наклонный очиститель ОН-6-3; увеличить разводку между игольчатым трепалом и педальным цилиндром на трепальных машинах до 10 мм и уменьшить частоту вращения игольчатого трепала до 800–900; планочного — до 700–800, ножевого — до 450 мин^{-1} . При переработке на трепальных машинах смесей хлопка с 33 % сиблона скоростной режим остается таким же, как и при переработке хлопка. При переработке смесей хлопка с 45 % сиблона рекомендуются следующие заправочные параметры:

Частота вращения, мин^{-1} :	
ножевого барабана	450
планочного трепала	800–1000
игольчатого трепала	800–900
вентиляторов	1200–1400
Разводка между питающим цилиндром и игольчатым трепалом, мм	10

Учитывая, что сиблон имеет более высокую влажность (10–14 %) и большую плотность отдельных участков волокнистой массы по сравнению с хлопком, следует при необходимости увеличивать частоту вращения электродвигателей на конденсаторах головного питателя, трепальной машины и резервной камеры (для увеличения тяги,) и по возможности, уменьшить длину трубопроводов.

При переработке 100 %-ного волокна сиблон, и в большинстве случаев при переработке смеси хлопка с 45 % сиблона, в холстоскатывающей секции трепальной машины следует устанавливать приспособления для выталкивания холстов, как и при переработке обычного вискозного волокна.

Чесание смесей хлопка с 33–45 % волокна сиблон можно осуществлять на всех машинах, применяемых для хлопка, без изменения их скоростного режима и производительности. Для чесания волокна сиблон в чистом виде при последующем смешивании лентами предпочтительнее применять чесальные машины, предназначенные для переработки тонковолокнистого хлопка, с одним приемным барабаном и пыльчатой лентой типа О-4Т, 210Т. При этом оптимальная частота вращения главного барабана чесальных машин нормальных габаритов составляет 250–300, малогабаритных — 580–620 мин^{-1} ; соотношение скоростей главного и приемного барабанов должно составлять 1,4–1,8, частота вращения приемного барабана — 800–1000 мин^{-1} . При переработке сиблона в чистом виде и смесей хлопка с 45 % сиблона при необходимости следует увеличить вытяжку между съемным барабаном и вытяжным прибором или плющильными валами. Разводки между рабочими органами устанавливаются, как и при переработке хлопка, за исключением разводки между питающим столиком и приемным барабаном, которая во избежание укорачивания волокна для 100 % сиблона и смеси хлопка с тонковолокнистым хлопком должна составлять 0,356 мм, а для смесей средневолокнистого хлопка с 33–45 % сиблона — 0,305 мм.

При переработке сиблона с длиной резки 38 мм в чистом виде и в смесях с хлопком на хлопкопрядильном оборудовании средняя длина уменьшается на 1,0–1,5 мм без заметного изменения штапельной длины, а коэффициент вариации по длине при этом увеличивается с 8–10 до 13–15 %.

При переработке на чесальных машинах смесей хлопка с 33–45 % волокна сиблон число пороков в прочесе снижается на 10–40 % (в 1 г прочеса число пороков должна быть не более 6–10). Для повышения качества получаемого прочеса при бункерном питании чесальных машин необходимо, чтобы клочки хлопка и сиблона были хорошо перемешаны, масса клочков хлопка и сиблона должна быть примерно одинаковой и по-возможности минимальной. Во избежание рассортировки разнородных волокон при распределении смеси по бункерам, в конце агрегата должно быть установлено

игольчатое трепало. При переработке хлопкосиблоновых смесей целесообразно применять систему бункерного питания с индивидуальным питанием чесальных машин типа системы, разработанной Барнаульским НИИТП. При применении бункерного питания следует регулярно проверять содержание сиблона в чесальной ленте с крайних машин поточной линии путем разбора волокон под микроскопом (по инструкции, разработанной ЦНИХБИ), а также закреплять чесальные машины за определенными ленточными машинами.

Для переработки смесей хлопка с волокном сиблон можно применять ленточные, ровничные и прядильные машины различных типов, рекомендуемые для переработки хлопка.

В большинстве случаев рекомендуется применять два перехода ленточных машин даже при смешивании лентами. Волокно сиблон и хлопковое волокно окрашиваются почти одинаково, поэтому третий переход ленточных машин следует применять только в отдельных случаях, так как в этом случае могут возрасти неравноота и число пороков в пряже.

Разводки в вытяжных приборах ленточных, ровничных и прядильных машин при переработке смесей хлопка с сиблоном устанавливают исходя из средневзвешенной штапельной длины смешиваемых волокон. Нагрузка на валики в вытяжных приборах такая же, как и при переработке хлопка. Эластичные покрытия валиков следует подвергать термообработке или покрывать специальным лаком типа ПКРТ-5 для предотвращения намотов волокна.

Ровница, полученная из смеси средневолокнистого хлопка с 33–45 % сиблона, линейной плотности 0,17 текс, должна иметь крутку на 5–12 % ниже, чем хлопчатобумажная, а ровница из смеси тонковолокнистого хлопка с сиблоном линейной плотности 0,13 текс — на одном уровне с круткой хлопчатобумажной ровницы или ниже на 4–6 %. Волокна сиблон в ровнице укладываются более плотно, чем хлопковые, поэтому ровница из сиблона и хлопкосиблоновых смесей имеет меньший диаметр при одной и той же линейной плотности по сравнению с диаметром хлопчатобумажной ровницы, что вызывает необходимость замены шестерен мотального механизма.

На кольцевых прядильных машинах при выработке хлопкосиблоновой пряжи целесообразно применять двухремешковые вытяжные приборы типа ВР-1. При применении пневмомеханических прядильных машин для переработки смесей хлопка с 33 % сиблона заправочные параметры такие

же, как при выработке хлопчатобумажной пряжи. При выработке пряжи из смесей хлопка с 45 % сиблона целесообразно применять для расчесывающих валиков гарнитуру типа ОК-36.

Пряжу линейных плотностей 36–18,5 текс из смеси средневолокнистого хлопка с 33 % сиблона линейной плотности 0,17 текс рекомендуется вырабатывать с коэффициентом крутки на 5–10, а из смеси с 45 % сиблона — на 8–12 % меньшим по сравнению с коэффициентом крутки хлопчатобумажной пряжи. Коэффициент крутки пряжи линейных плотностей 15,4–18,5 текс из этих же смесей и пряжи линейных плотностей 7,5–15,4 текс из смеси тонковолокнистого хлопка с 33 % сиблона линейной плотности 0,13 текс должен быть на одном уровне с коэффициентом крутки хлопчатобумажной пряжи.

Скорость и производительность прядильных машин принимают такими же, как при выработке хлопчатобумажной пряжи; при необходимости скорость выпуска может возрасти при снижении крутки.

Обрывность хлопкосиблоновой пряжи, как правило, снижается на 5–30 % по сравнению с обрывностью хлопчатобумажной пряжи. В целях снижения обрывности на прядильных машинах влажность ровницы из смесей хлопка с сиблоном следует поддерживать на уровне 7–9 %.

В табл. 3.1 приведен сравнительный анализ* качественных показателей обрывности пряжи, выработанной из смеси хлопка с 33 и 45 % сиблона линейных плотностей 0,17 и 0,13 текс и пряжи из средневолокнистого и тонковолокнистого хлопка, полученной кольцевым и пневмомеханическим способами.

Удельная разрывная нагрузка пряжи линейной плотности 20–36 текс кольцевого и пневмомеханического способа прядения, выработанная из смеси средневолокнистого хлопка с 33 и 45 % волокна сиблон линейной плотности 0,17 текс, в основном находится на уровне разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи, а тот же показатель для пряжи линейной плотности 15,4–18,5 текс — на 3–5 % ниже. Коэффициент вариации по разрывной нагрузке хлопкосиблоновой пряжи, полученной из опытных партий волокна, в большинстве случаев снижается (при массовой заправке оборудования имеется тенденция к его повышению), число пороков на 1000 м пряжи ниже на 15–30 %, а обрывность пряжи при кольцевом и пневмомеханическом способах прядения — на 5–30 %, по сравнению с теми же показателями хлопчатобумажной пряжи [10, 52].

*Проведен в ЦНИХБИ.

ТАБЛИЦА 3.1

Предприятие	Волокно сиблон		Линейная плотность пряжи, текс
	удельная разрывная нагрузка, мН/текс	удлинение, %	

Пряжа с 33 % сиблона линейной плотности:

Алитусский хлопчатобумажный комбинат имени 60-летия компартии Литвы	308	19,8	15,4
Ярцевский хлопчатобумажный комбинат	308	19,8	18,5
	316	22,7	20,0
	316	22,7	29,0

Пряжа с 33 % сиблона линейной плотности:

Хлопчатобумажный комбинат „Кренгольмская мануфактура” имени В. И. Ленина	318	17,4	18,5
	318	17,4	20,0
Глуховский хлопчатобумажный комбинат имени В. И. Ленина	300	17,1	25,0
Вышне-Волоцкий хлопчатобумажный комбинат	304	20,4	26,0
Раменский прядильно-ткацкий комбинат „Красное знамя”	312	19,5	36,0

Пряжа с 45 % сиблона линейной плотности:

Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение имени Ленинского комсомола Белоруссии	298	21,2	15,4
Балашихинская хлопкопрядильная фабрика	294	18,8	18,5
Канский хлопчатобумажный комбинат	313	21,9	18,5
Реутовская хлопкопрядильная фабрика	312	20,5	25,0

Пряжа с 45 % сиблона линейной плотности:

Балашихинская хлопчатобумажная фабрика	294	18,8	18,5
Реутовская хлопкопрядильная фабрика	321	20,6	25,0

Пряжа с 33 % сиблона линейной плотности:

Алма-Атинский хлопчатобумажный комбинат имени 50-летия Октябрьской революции	294	17,2	14,0
	321	19,1	11,8
Ивановская прядильно-отделочная фабрика „Красная Талка”	321	19,0	11,8

Хлопкосиблоновая пряжа				Хлопчатобумажная пряжа			
удельная разрывная нагрузка, сН/текс	коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	число порочков на 1000 м	обрывность на 1000 веретен в 1 ч	удельная разрывная нагрузка, сН/текс	коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	число порочков на 1000 м	обрывность на 1000 веретен в 1 ч

0,17 текс (для ткачества) *

12,0	15,3	2540	79	12,3	16,9	3120	126
12,7	15,7	2570	77	12,9	16,7	3850	131
12,9	15,6	2620	110	12,9	15,0	—	142
13,9	13,5	2930	82	13,6	12,3	—	125

0,17 текс (трикотажная) **

10,1	12,1	810	26	10,4	12,5	1370	52
9,9	10,6	950	22	10,1	11,4	1390	50
10,7	13,9	—	125	10,5	16,0	—	85
11,0	12,2	—	70	10,5	12,4	—	116
9,9	10,8	—	47	9,9	13,8	—	88

0,17 текс (трикотажная) *

12,2	17,2	2880	97	12,7	17,2	3400	91
12,1	13,2	2680	80	12,2	13,1	4500	140
13,2	15,4	1360	64	12,7	17,2	1850	100
13,4	15,6	2650	108	13,0	16,8	3240	80

0,17 текс (трикотажная) *

10,8	11,0	—	53	12,1	12,7	—	78
11,1	12,3	810	47	11,0	15,0	1000	51

0,13 текс (для ткачества) *

15,4	14,6	1610	145	16,8	15,7	—	130
14,9	15,4	—	71	15,4	13,9	—	120
14,6	14,5	—	90	16,4	16,1	—	120

Продолжение

Предприятие	Волокно сиблон		Линейная плотность пряжи, текс
	удельная разрывная нагрузка, мН/текс	удлинение, %	
Хлопчатобумажный комбинат „Кренгольмская мануфактура” имени В. И. Ленина	354	22,1	10,0
	364	22,1	7,5

Пряжа с 45 % сиблона линейной плотности

Карпинская хлопкопрядильная фабрика	309	18,9	11,8
Балашихинская хлопкопрядильная фабрика	314	20,5	11,8

Пряжа с 33 % сиблона линейной плотности

Балашихинская хлопкопрядильная фабрика	314	20,5	11,8
Макеевская хлопкопрядильная фабрика имени XXVI съезда КПСС	312	17,6	11,8
Долинская хлопкопрядильная фабрика	314	20,0	11,8

* Пряжа кольцевого способа прядения

** Пряжа пневмомеханического способа прядения.

Следует отметить, что при увеличении содержания сиблона в смеси с 33 до 45 % физико-механические показатели и обрывность пряжи практически не изменяются.

При добавлении к тонковолокнистому хлопку гребенного прочеса 33 % волокна сиблон линейной плотности 0,13 текс удельная разрывная нагрузка пряжи линейных плотностей 7,5–14 текс снижается на 10 %; коэффициент вариации по разрывной нагрузке имеет тенденцию к повышению; число пороков на 1000 м пряжи снижается на 20–35, а обрывность пряжи – на 5–30 %. При вложении в смесь 45 % сиблона линейной плотности 0,13 текс с удельной разрывной нагрузкой 309–314 мН/текс прочность хлопкосиблоновой пряжи снижается на 18–20 %, а коэффициент вариации повышается на 10–17 %, поэтому эти смеси не рекомендуются использовать до улучшения качественных показателей волокна сиблон линейной плотности 0,13 текс.

Сравнивая показатели ГОСТа на хлопчатобумажную пряжу с показателями технических условий на хлопкосиблоновую пряжу, следует отметить, что удельная разрывная нагрузка одиночной нити хлопкосиблоновой пряжи линейной плотности 18,5–25,0 текс практически не отличается от того же показателя хлопчатобумажной пряжи: удельная разрывная нагрузка пряжи линейной плотности 15,4–16,5 – на одном уровне или на 2–5 % ниже, а пряжи линейной плотности 29 текс и выше – на одном уровне или на 2–6 % выше. Коэффициент вариации по разрывной нагрузке одиночной нити в большинстве

Хлопкосиблоновая пряжа				Хлопчатобумажная пряжа			
удельная разрывная нагрузка, сН/текс	коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	число пороков на 1000 м	обрывность на 1000 веретен в 1 ч	удельная разрывная нагрузка, сН/текс	коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	число пороков на 1000 м	обрывность на 1000 веретен в 1 ч
15,6	14,4	1540	38	17,3	14,5	2660	–
14,8	15,0	2050	47	16,7	14,0	3220	89

0,13 текс (трикотажная) *

13,0	17,8	1850	80	15,9	15,2	2400	100
13,2	16,4	2650	101	16,2	15,0	–	104

0,13 текс (трикотажная) *

14,5	15,5	3410	86	16,0	14,6	–	99
14,0	17,3	–	76	15,6	15,5	–	86
13,5	14,3	–	79	15,2	13,4	–	75

случаев повышается на 5–16 %, а коэффициент вариации по линейной плотности остается на уровне гостированных показателей.

Разрывная нагрузка одиночной нити пряжи линейной плотности 7,5–15,4 текс, выработанной из смеси тонковолокнистого хлопка с 33 % сиблона линейной плотности 0,13 текс, по ТУ на 10 % ниже по сравнению с тем же показателем по ГОСТ на хлопчатобумажную пряжу, а коэффициент вариации по разрывной нагрузке одиночной нити на 10–20 % выше.

Технология переработки волокна сиблон в ткацком производстве. Исследования способности к переработке пряжи с вложением 33 % волокна сиблон было проведено при производстве изделий рубашечного и бельевого ассортиментов. Результаты испытаний показали, что переработка указанной пряжи на всех технологических переходах проходит без затруднений, и технологические свойства пряжи аналогичны свойствам хлопчатобумажной пряжи. Это обусловлено сходством химической природы хлопка и волокна сиблон.

Повышенная гидрофильность вискозного высокомолекулярного волокна по сравнению с хлопком предопределяет

различное поведение хлопчатобумажной пряжи и пряжи с вложением сиблона при мокрых обработках, а именно — при шлихтовании пряжи.

В ЦНИХБИ была проведена работа по уточнению концентрации шлихтующих препаратов, применяемых для обработки пряжи. В качестве объекта исследования была выбрана хлопкосиблоновая пряжа линейной плотности 18,5 текс (с содержанием 33 % волокна сиблон линейной плотности 0,17 текс) кольцевого способа прядения, выработанная в опытном производстве института. В качестве шлихтующего препарата использовали крахмал. В качестве исследуемого параметра была выбрана концентрация шлихты. За основной уровень параметра принята регламентированная величина концентрации препарата при обработке хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 18,5 текс, равная 7 %. По технологическим соображениям исследование проводили в интервале концентраций от 5 до 8 %, изменяя ее на 1 %. Было отшлихтовано по 170 м пряжи, из которой на станке АТ-100-5М вырабатывали ткань типа миткаля (артикул 6).

Критерием оценки служил показатель обрывности в ткачестве. Было установлено, что оптимальные условия переработки достигаются при концентрации шлихты, равной 6 %, в то время как для шлихтования хлопчатобумажной пряжи оптимальная концентрация препарата на 15 % выше.

Те же результаты были получены на Раменском прядильно-ткацком комбинате „Красное знамя” при обработке смешанной пряжи линейной плотности 0,17 текс, выработанной на пневмомеханических прядильных машинах. Снование пряжи, проведенное без изменения технологических параметров процесса, прошло без затруднений. При шлихтовании смешанную пряжу обрабатывали крахмальной шлихтой, приготовленной по двум рецептам с различным содержанием шлихтуемого препарата: в первом случае концентрация была равна 3,6 %, а во втором — 3,1 %, т. е. была снижена на 15 %. Вязкость готовой шлихты, приготовленной по первой рецептуре составляла 1,30, по второй — 1,13 отн. ед. Шлихтование проводили на машине МШБ-9/140. Контрольным (базовым) вариантом служила хлопчатобумажная пряжа, ошлихтованная согласно принятой в производстве фабричной рецептуре. Качество шлихтования оценивалось по физикомеханическим характеристикам ошлихтованной пряжи и перерабатывающей способности пряжи в ткачестве (обрывность пряжи). Прочность и удлинение ошлихтованной пряжи при растяжении определялись на разрывной машине РМ-3, выносливость при многократном растяжении — на пульсаторе ПН-5, износоустойчивость к истиранию — на приборе ТКИ-5-27-1. Было установлено, что качество ошлихтованной смешанной пряжи по всем показателям выше качества хлопчатобумажной пряжи. Из ошлихтованной пряжи была выработана плательная ткань типа „Степная” (арт. 1467), при этом обрывность при переработке была примерно на одном уровне, что подтвердило правильность разработки технологии шлихтования смешанной пряжи.

Разработанная технология шлихтования была предложена для внедрения на предприятиях отрасли, перерабатывающих

смешанную пряжу (с вложением 33 % волокна сиблон линейной плотности 0,17 текс средних линейных плотностей) пневмомеханическим способом прядения при выработке тканей плательного назначения. При этом процессы перематывания и основания смешанной пряжи могут проводиться без изменения технологических параметров, принятых для переработки хлопчатобумажной пряжи.

Технология отделки хлопкосиблоновых тканей. Общей особенностью всех гидратцеллюлозных волокон является пониженная стойкость к воздействию растворов щелочей, обуславливающая потерю массы волокна, снижение относительной разрывной нагрузки, увеличение разрывного удлинения в сухом и мокром состоянии, изменение линейных размеров волокна. Поскольку многие операции отделки тканей из целлюлозных волокон (в том числе тканей из смеси хлопкового волокна с сиблоном), проходят в щелочной среде, для их правильного проведения необходимо уточнить характер поведения волокна сиблон в щелочных растворах.

Было проведено исследование растворимости волокна сиблон линейной плотности 0,17 текс в растворах гидроксида натрия различных концентраций (от 4 до 30 %) при 20 °С, продолжительности обработки 30 мин и модуле ванны 1:50. Установлено, что растворимость волокна сиблон резко возрастает при повышении концентрации от 5 до 9 % и достигает максимального значения — 26 %. При дальнейшем повышении концентрации щелочи растворимость снижается до 6 % и при концентрации 15 % и выше остается постоянной.

Большая стойкость вязкозных высокомолекулярных волокон к действию щелочных растворов по сравнению с обычным вязкозным волокном позволяет проводить мерсеризацию хлопкосиблоновых тканей с содержанием 33 % сиблона. Однако при проведении процессов отделки, связанных с воздействием растворов щелочей, необходимо избегать условий, способствующих наибольшей потере массы гидратцеллюлозных волокон. В частности, это необходимо учитывать при выборе технологических параметров процесса мерсеризации хлопкосиблоновых тканей.

В ЦНИХБИ были проведены лабораторные исследования влияния различных условий мерсеризации бязи (арт. 141), содержащей 33 % сиблона, на изменение разрывной нагрузки ткани. Были выбраны три варианта испытаний:

- 1) пропитка щелочным раствором, промывка и сушка ткани в свободном состоянии;
- 2) пропитка щелочным раствором ткани в свободном состоянии, промывка и сушка под натяжением, обеспечивающих „притяжку” по основе 1,5 % и усадку по утку, равную 11 %;
- 3) пропитка щелочным раствором, промывка и сушка ткани под натяжением, обеспечивающим „притяжку” по основе 1,5 % и усадку по утку, равную 11 %.

Были выбраны следующие условия обработки: пропитка раствором гидроксида натрия концентрацией 100, 200 и 240 г/л со смачивателем сульфидол-8 (в количестве 0,5 % от массы ткани); температура обработки — 20 °С, продолжительность обработки — 60 с, промывка горячей водой при 90 °С.

При обработке ткани по первому варианту раствором гидроксида натрия концентрацией 240 г/л проведение всех операций в свободном состоянии приводило к наиболее высоким потерям разрывной нагрузки (до 21 %). Лучшие результаты были получены при обработке ткани под натяжением (как в процессе пропитки щелочью, так и при промывке). При этом потеря прочности на одну нить составляет 14 % (третий вариант). Если под натяжением проводить только промывку, снижение разрывной нагрузки при этом составляет 16 % (второй вариант). Эти же закономерности при разных вариантах обработок сохраняются для растворов NaOH всех концентраций. Самое большое снижение разрывной нагрузки наблюдается при обработке ткани в растворе щелочи концентрации 100 г/л и составляет 23 и 17 % соответственно для второго и третьего вариантов. Снижение разрывной нагрузки при обработке щелочным раствором концентрации 200 и 240 г/л практически одинаково (13–14 % для третьего и 16 % — для второго варианта).

Полученные данные по изменению разрывных нагрузок ткани после обработки щелочными растворами согласуются с данными о потерях массы волокна сиблон в щелочных растворах. Максимальная потеря массы волокна сиблон и максимальная потеря прочности наблюдаются при обработке ткани, содержащей 33 % сиблона, щелочным раствором концентрации 100 г/л.

В результате проведенных исследований процесс мерсеризации хлопкосиблоновых тканей рекомендуется проводить с соблюдением следующих условий: мерсеризация осуществляется на бесцепной мерсеризационной машине под натяжением (на стадии обработки щелочным раствором и на стадии промывки в стабилизационной части машины). Концентрация раствора NaOH должна составлять 200–220 г/л; промывка ткани должна проводиться при температуре не ниже 60–70 °С и при интенсивной циркуляции воды для ослабления опасного воздействия на ткань, содержащую сиблон, щелочных растворов концентрации 60–100 г/л и низких температур. Промывка ткани в стабилизационной части машины должна проводиться таким образом, чтобы содержание щелочи на ткани при выходе из стабилизационной части машины не превышало 50 г/л.

Изучение влияния щелочных обработок в процессе отварки на изменение физико-механических характеристик ткани проводилось в лабораторных условиях на ткани из 100 %-ного сиблона и смешанной ткани (типа миткаля), содержащей 33 % сиблона и 67 % хлопка.

Отварка тканей на лабораторном запарном аппарате проводилась по технологии, приближенной к текстильной, принятой для хлопчатобумажных тканей. Концентрация растворов гидроксида натрия — изменялась в пределах 15–20 г/л, продолжительность воздействия раствора — 30, 50, 70 мин; температура — 98 ± 2 °С.

Ткань пропитывалась на плюсовке раствором следующего состава (г/л): NaOH — 15 и 20; Na_2SO_3 — 2,5; смачиватель (превоцелл-100) — 0,5.

По окончании запаривания проводили промывку горячей водой; кисловку раствором серной кислоты концентрации 4 г/л; промывку теплой и холодной водой до нейтральной реакции.

Результаты исследований показали, что для смешанной ткани (типа миткаля арт. 23), содержащей 33 % сиблона, происходит снижение разрывной нагрузки на 11–13 % по основе и на 10–18 % по утку. При повышении концентрации NaOH до 20 г/л и продолжительности воздействия до 70 мин изменения разрывной нагрузки ткани не наблюдалось.

На ряде предприятий проводилась отделка опытных партий хлопкосиблоновых тканей различного ассортимента, выработанных из смеси 67 % хлопкового волокна из 33 % сиблона.

В табл. 3.2 приведены данные по изменению разрывной нагрузки после мерсеризации и беления тканей в условиях различных предприятий: сорочечной ткани арт. 816, миткаля арт. 23 и тканей типа этих артикулов — на комбинате „Кренгольмская мануфактура“ имени В.И. Ленина; миткаля арт. 30 и типа арт. 30 — на Алитусском хлопчатобумажном комбинате имени 60-летия Компартии Литвы.

Как видно из данных табл. 3.2, после проведения мерсеризации и отбеливания тканей в производственных условиях потери прочности хлопкосиблоновых сорочечных тканей типа арт. 816, выработанных из пряжи кольцевого способа прядения, составляют 10–11 %; для миткаля типа арт. 23, выработанного из пряжи пневмомеханического способа прядения, потеря прочности составляет по основе и утку соответственно 8 и 20 %, для миткаля типа арт. 30, выработанного из пряжи кольцевого способа прядения — 8 % по утку.

Для печати и крашения хлопкосиблоновых тканей могут быть использованы красители тех же классов, что и для хлопчатобумажных тканей.

В лабораторных условиях проводились исследования по окрашиваемости волокна сиблон красителями различных классов — активными ярко-голубыми КХ и алыми 4ЖТ; прямыми чисто-голубым, синим светопрочным 4Ж; кубовыми алыми 2Ж и синим ОД.

Перед крашением волокна были отварены и отбелены. Сравнение проводилось с хлопковым и обычным вискозным волокнами. Кроме

ТАБЛИЦА 3.2

Ткань *	Состав сырья	Линейная плотность пряжи, текс	Вид обработки	Число нитей на 10 см **	Разрывная нагрузка **	
					полоски ткани 50 X X 200мм, Н	на одну нить, сН
Сорочечная ткань арт. 816	Хлопок (100 %-ный)	7,5 X 2/7,5 X 2	Суровая Мерсеризованная	444/233 363/236	736/314 804/319	332/270 346/270
Сорочечная ткань типа арт. 816	Сиблон (33 %), хлопок (67 %)	7,5 X 2/7,5 X 2	Суровая Мерсеризованная	494/223 442/232	867/334 724/332	351/298 328/286
Миткаль арт. 23	Хлопок (100 %-ный)	20/20	Отбеленная Суровый Мерсеризованный, отбеленный	478/230 493/232 291/221 297/212	737/306 723/296 291/248 340/211	302/260 294/255 234/224 230/199
Миткаль типа арт. 23	Сиблон (33 %), хлопок (67 %)	20/20	Суровый Мерсеризованный	251/226 312/222	300/254 341/209	240/225 218/189
Миткаль арт. 30	Хлопок (100 %-ный)	18,5/15,4	Отбеленный Суровый Мерсеризованный	313/216 287/272 333/256	347/194 346/258 426/250	221/179 241/190 256/196
Миткаль типа арт. 30	Сиблон (33 %), хлопок (67 %)	18,5/15,4	Суровый Мерсеризованный, отбеленный	238/261 327/252	326/272 392/241	226/208 240/191

* Для выработки сорочечной ткани арт. 816 использовалось волокно линейной плотности 0,13 текс, для выработки других тканей — волокно линейной плотности 0,17 текс. ** Цифры в числителе — по основе, в знаменателе — по утку.

того, проводилось также крашение отбеленных и мерсеризованных тканей из 100 %-ного сиблона, 100 %-ного хлопка и 100 %-ного вискозного волокна и смеси 33 % сиблона с 67 % хлопкового волокна.

По результатам оценки интенсивности окрасок данными красителями можно сделать следующие выводы: при крашении прямыми и активными красителями интенсивность окраски сиблона выше интенсивности окраски хлопка (или находится на одном уровне) и приближается к интенсивности окраски вискозного волокна. Ткани из смеси волокон крашиваются так же, как и хлопчатобумажные.

При крашении кубовыми красителями интенсивность окраски волокна сиблон выше интенсивности окраски хлопкового волокна в среднем на 20—30 %. Ткани, выработанные из смеси 33 % сиблона и 67 % хлопка, по интенсивности окраски превосходят хлопчатобумажные ткани.

Показатели прочности окрасок хлопкосиблоновых тканей прямыми красителями соответствуют группе прочного крашения. Окраска хлопкосиблоновых тканей равномерная.

Для улучшения внешнего вида, потребительских свойств хлопкосиблоновых тканей и обеспечения усадки согласно нормативно-технической документации рекомендуется проводить заключительную отделку различными аппретами, выбор которых определяется ассортиментом и назначением ткани.

В ЦНИХБИ были проведены исследования влияния различных видов отделок на физико-механические свойства и усадку хлопкосиблоновой ткани (миткаль типа арт. 23) с содержанием 33 % сиблона, выработанной в производственных условиях, в сравнении с тканями из 100 %-ного хлопка (миткаль арт. 23) и 100 %-ного сиблона.

В лабораторных условиях исследовались процессы отделки МАРС (малосмываемый аппрет на основе термореактивных смол), ПУХО (противоусадочная отделка с использованием препарата на основе карбамола ЦЭМ) и ЛГ (легкое глажение) препаратом на основе этанола. Отделка образцов проводилась по режимам, рекомендуемым ЦНИХБИ для хлопчатобумажных тканей. Концентрация карбамола ЦЭМ составляла 40, 60, 80 г/л при отделке препаратом МАРС и 100, 150 г/л — при отделке ПУХО. Для отделки ЛГ этанолом ДС концентрация препарата составляла 250 и 300 г/л. Содержание аппрета на отдельных тканях соответствовало нормам ГОСТ 17504—80, что характеризует полноту протекания процесса отделки.

При анализе физико-механических показателей готовых тканей было установлено, что для ткани из 100 %-ного сиблона наблюдается повышение разрывной нагрузки (по основе на 3,5—4,0 %, по утку — на 4,0—5,0 %) по сравнению с аналогичным показателем неотделанной ткани. Для хлопкосиблоновой

немерсеризованной ткани также наблюдается некоторое повышение разрывной нагрузки как по основе, так и по утку. Разрывная нагрузка мерсеризованной ткани снижается на 2–5 % после отделки МАРС и ЛГ и на 8–12 % — после отделки ПУХО. Следует, однако, отметить, что снижение разрывной нагрузки хлопкосиблоновых тканей на 1–3 % ниже, чем хлопчатобумажных тканей после тех же видов отделки.

Исследованиями влияния заключительных отделок на структуру вискозного высокомолекулярного волокна сиблон, проведенными методом ИК-спектроскопии, было установлено, что при отделке МАРС, ПУХО (при содержании карбамола ЦЭМ до 150 г/л) повышается степень кристалличности волокна сиблон; то же самое наблюдается и при использовании карбамола концентрации 200 г/л при малосминаемой отделке. При дальнейшем увеличении концентрации отделочных препаратов происходит снижение степени кристалличности волокна.

Было установлено, что при отделках МАРС, ПУХО и ЛГ прочностные показатели и усадка после мокрых обработок соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

На ряде предприятий проводилась отделка хлопкосиблоновых тканей различного ассортимента — миткаля типа артикулов 23 и 30 (хлопчатобумажный комбинат „Кренгольмская мануфактура“ имени В. И. Ленина, Алитусский хлопчатобумажный комбинат имени 60-летия Компартии Литвы); сатина типа арт. 509 (Алитусский хлопчатобумажный комбинат имени 60-летия Компартии Литвы); сорочечной ткани типа арт. 816 (хлопчатобумажный комбинат „Кренгольмская мануфактура“ имени В. И. Ленина); платьевой ткани „Степная“ типа арт. 1467 (Московская ситценабивная фабрика); сатинов типа артикулов 647 и 535 (Алма-Атинский хлопчатобумажный комбинат имени 50-летия Октябрьской революции).

Ткани с содержанием 33 % сиблона линейных плотностей 0,17 и 0,13 текс подвергали отделке параллельно с аналогичными хлопчатобумажными тканями.

Отделка тканей проводилась по технологии, принятой для аналогичных хлопчатобумажных тканей, с учетом рекомендаций ИНИХБИ: миткаль — с отделками МАРС, ЛГ и МАПС (малосминаемый аппрет на основе термопластических смол); сатин — с отделкой СШО (серебристо-шелковистая отделка); ткань сорочечная — с отделкой ЛГ и платьевая — с отделкой МАРС.

Результаты оценки физико-механических свойств и усадки готовых хлопкосиблоновых и хлопчатобумажных тканей приведены в табл. 3.3.

Как видно из анализа данных табл. 3.3, при отделке хлопкосиблоновых тканей по оптимальным технологическим режимам физико-механические показатели и усадка готовых

ТАБЛИЦА 3.3

Ткань (НТД) *	Состав сырья	Линейная плотность пряжи **, Текс	Вид обработки и отделки	Ширина, см	Поверхностная плотность, г/м ²	Число нитей на 10 см **	Разрывная нагрузка поперек **, Н (50 X 10 см ** X 200 мм)	Усадка **, %
Миткаль арт. 30	Хлопок (100 %-ный)	18,5/15,4	Суровый Отбеленный (МАРС)	106,6 94,8	103,7 99,8	287/259 321/253	303/232 432/223	— 3,2/1,0
Миткаль типа арт. 30	Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	18,5/15,4	Суровый Отбеленный (МАПС)	106,8 93,6	101,5 102,7	282/267 320/261	329/263 383/258	— 4,0/2,2
Ситин арт. 30 (ГОСТ 7138–73) Сатин арт. 509	Хлопок (100 %-ный) То же	18,5/15,4	Отбеленный (МАРС) Отбеленный (ЛГ) Отбеленный (ПГ) Отбеленный (ПГ) Суровый Мерсеризованный, отбеленный (СШО)	93,9 95 108,0 95,3	105,0 101 134 136,7	322/257 323/269 274/472 318/463	433/223 400/240 313/497 406/401	2,3/1,1 3,0/1,4 — 1,0/–0,7
Сатин типа арт. 509	Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	18,5/15,4	Суровый Мерсеризованный, отбеленный (СШО) Суровый Мерсеризованный, отбеленный (СШО) Суровый Мерсеризованный, отбеленный (СШО)	107,6 95,2 109,0 94,6	134 140,9 133,7 148,4	273/475 320/450 272/480 325/460	313/505 405/461 293/485 400/435	— 1,5/–1,1 — 1,1/0,7

ПРОДОЛЖЕНИЕ

Ткань (НТД) *	Состав сырья	Линейная плотность пряжи **, текс	Вид обработки и отделки	Ширина, см	Поверхностная плотность, г/м ²	Число нитей на 10 см **	Разрывная нагрузка по полосе ки **, (50 x 200мм), Н	Усадка **, %
Сатин арт. 509 (ГОСТ 639 1-80)	Хлопок (100 %-ный)	18,5/15,4	Суровый Мерсеризованный, отбеленный (СШО) Готовый	108,0	132,4	273/479	265/454	2,1/2,0
Миткаль арт. 23	То же	20/20	Суровый Мерсеризованный, отбеленный (МАПС)	91,5	99,4	249/221	291/248	3,5/2,0
Миткаль типа арт. 23	Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	20/20	Суровый Мерсеризованный, отбеленный (МАПС)	78,6	100,7	294/214	357/213	3,7/-0,1
Миткаль арт. 23	Хлопок (100 %-ный)	20/20	Суровый Мерсеризованный, отбеленный (МАПС)	80	101,0	282/215	250/200	5,0/2,0
Ткань плательная "Степная" арт. 1467	Хлопок (100 %-ный)	36/36	Готовая Мерсеризованная, отбеленная (МАРС)	85	150	203/192	33 0/310	-
Ткань плательная "Степная" тип арт. 1467	Хлопок (100 %-ный)	36/36	Готовая Мерсеризованная, отбеленная (МАРС)	74,5	151,6	231/179	340/231	3,0/-1,0

Ткань плательная "Степная" тип арт. 1467	Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	36/36	Суровая Мерсеризованная, отбеленная (МАРС)	84,7	157,8	203/188	357/341	-
Ткань плательная "Степная" арт. 1467	Хлопок (100 %-ный)	36/36	Готовая Суровая	74,9	166,3	231/184	357/280	3,1/-0,4
Ткань сорочечная арт. 816	То же	7,5 x 2/	Суровая	75	150	230/180	290/180	3,5/2,0
Ткань сорочечная типа арт. 816	Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	7,5 x 2/	Суровая	89	110,6	444/236	640/310	-
Ткань сорочечная арт. 816	Хлопок (100 %-ный)	7,5 x 2/	Суровая	88,8	110,6	447/228	772/310	-
Ткань сорочечная типа арт. 816	Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	7,5 x 2/	Суровая	80,9	110,8	489/219	742/275	3,0/1,9
Ткань сорочечная арт. 816	Хлопок (100 %-ный)	7,5 x 2/	Суровая	85,9	110,9	440/230	725/314	-
Ткань сорочечная типа арт. 816	Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	7,5 x 2/	Суровая	79,2	113,6	496/218	720/280	3,0/2,0
Ткань сорочечная арт. 816	Хлопок (100 %-ный)	7,5 x 2/	Суровая	88,3	113,4	444/233	736/314	-
Ткань сорочечная типа арт. 816	Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	7,5 x 2/	Суровая	81,2	113,2	485/221	752/287	2,8/1,7
Ткань сорочечная типа арт. 816	Хлопок (100 %-ный)	7,5 x 2/	Суровая	89,5	111,7	442/232	724/332	-
Ткань сорочечная типа арт. 816	Сиблон (33 %) + хлопок (67 %)	7,5 x 2/	Суровая	79,7	114,5	493/220	700/275	3,0/-2,0
Ткань сорочечная арт. 816	Хлопок (100 %-ный)	7,5 x 2/	Суровая	80	108	490/226	300/190	3,5/2,0

* Для выработки всех тканей использовалось волокно сиблон линейной плотности 0,17 текс; для сорочечной ткани артикула 816 - сиблон линейной плотности 0,13 текс. Для выработки миткаля артикула 23 и плательной ткани "Степная" артикула 1467 использовалась пряжа с пневмомеханических прядильных машин типа БД-200, для выработки других тканей - пряжа с кольцевых прядильных машин.

** Цифры в числителе - по основе, в знаменателе - по утку.

тканей соответствуют требованиям нормативно-технической документации на хлопчатобумажные ткани. При этом хлопко-сблоновые ткани имеют более чистую и ровную поверхность, лучший внешний вид [53].

Для выпуска высококачественных хлопкосблоновых тканей, а также для создания более благоприятных условий для протекания технологических процессов отделки, необходимо осуществлять тщательный контроль качества волокна, его соответствия нормативно-технической документации, а также контроль за содержанием волокна сблон в смеси и равномерностью его вложения в смесь. Это дает возможность обеспечить стабильность физико-механических показателей, усадки и линейных размеров ткани.

В ЦНИХБИ были разработаны микроскопический, химический и экспресс-методы контроля содержания сблона в смесях с хлопком.

Микроскопический метод основан на визуальном определении вида и числа волокон и может быть использован на прядильных и ткацких фабриках при контроле смешанной пряжи, суровой ткани и полуфабрикатов (лента с чесальных или ленточных машин, холстик, ровница). Химический и экспресс-методы могут быть применены на отделочных предприятиях. Химический метод, основанный на изменении массы пробы в результате растворения волокна сблон в растворе хлорида цинка в муравьиной кислоте, отличается высокой точностью и воспроизводимостью. Однако он трудоемок и требует больших затрат времени. Для повседневного контроля за содержанием сблона в ткани может быть использован экспресс-метод, который основан на различной сорбционной способности волокон сблона и хлопка к солям иода, в результате чего при обработке смеси волокон полииодидными препаратами волокна сблона и хлопка окрашиваются по-разному. Содержание сблона в ткани определяется по номограмме, выражающей зависимость коэффициента отражения образцов после обработки солями иода от коэффициента отражения неокрашенного образца. Метод является достаточно точным, что было показано при сравнительных определениях содержания сблона экспресс-методом и весовым химическим методом.

Исследования свойств волокна сблон и смешанных хлопкосблоновых тканей в лабораторных условиях, а также широкие производственные испытания позволили разработать рекомендации по отделке и определить основные направления использования волокна сблон в смесях с хлопком.

Эксплуатационные свойства хлопкосблоновых тканей. В лаборатории материаловедения ЦНИХБИ были проведены исследования эксплуатационных свойств бельевых и плательных тканей, выработанных из смеси средневолнистого

хлопка с вискозным высокомолекулярным волокном сблон линейной плотности 0,17 текс, в сравнении со свойствами аналогичных тканей, выработанных из 100 %-ного хлопка. В качестве объектов исследования были выбраны следующие ткани: бязь типа арт. 276, фланель типа арт. 1684, миткаль типа арт. 23, плательная типа арт. 1506. Пряжа вырабатывалась по пневмомеханическому способу прядения, характеристики ткани соответствовали требованиям нормативно-технической документации.

Эксплуатационные свойства тканей изучались в процессе многократных стирок, естественной инсоляции и опытной эксплуатации.

Многократные стирки исследуемых тканей без их эксплуатации проведены по методике, разработанной Академией коммунального хозяйства имени К. Д. Панфилова.

Стирка осуществлялась в стирально-отжимной машине „Тексти-ма” (ГДР) с использованием стирального синтетического порошка для механизированных прачечных в соответствии с ТУ 6-15-965-76 (при норме 30 г/кг по режиму стирки для белого белья с прочной окраской). После каждой стирки образцы подвергали сушке в сушильной камере и глажению на гладильных машинах с температурой рабочей поверхности 160–170 °С. Износ при стирке обусловлен воздействием различных физико-химических, механических и температурных факторов.

На рис. 3.1 показана кинетика изменения разрывной нагрузки на одну нить по утку для бязи арт. 276. После первых стирок в ткани из 100 %-ного хлопка в мокром состоянии наблюдается сохранение прочности, а в хлопкосблоновой — некоторое увеличение, что не противоречит современным представлениям о влиянии термовлажностных обработок на свойства целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон [14, 54]. С увеличением числа стирок это различие постепенно нивелируется и после 100 стирок разрывная нагрузка хлопчатобумажной ткани приближается к уровню того же показателя хлопкосблоновой ткани.

Хлопкосблоновые ткани по эксплуатационным свойствам не уступают, а в некоторых случаях превосходят хлопчатобумажные ткани.

На рис. 3.2 показано изменение стойкости к истиранию по плоскости, а на рис. 3.3 — изгибостойчивости плательной ткани арт. 1506, выработанной из хлопчатобумажной (кривая 1) и хлопкосблоновой пряжи — (кривая 2).

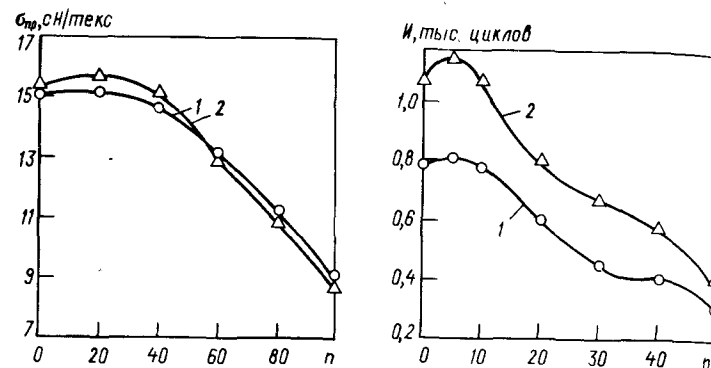


Рис. 3.1. Изменение прочности хлопчатобумажной (1) и хлопко-сиблоновой (2) пряжи $\sigma_{\text{пр}}$ при стирке (n – число стирок)

Рис. 3.2. Изменение стойкости к истиранию I хлопчатобумажной (1) и хлопко-сиблоновой (2) ткани при стирке

Процесс старения хлопко-сиблоновых тканей типа артикулов 1506 и 1667 изучался в условиях естественной инсоляции на территории Москвы по стандартной методике.

Образцы тканей выдерживали в течение 5 месяцев на стендах, установленных на открытой площадке под углом 45° к горизонту в сторону юга. Через каждые 30 дней инсоляции образцы ткани отбирались для определения кинетики старения.

Кинетика изменения основных физико-механических показателей тканей (артикула 1506) представлена в табл. 3.4. Было установлено, что у исследуемых тканей с содержанием вискозных высокомолекулярных волокон при воздействии естественной инсоляции наблюдается более медленный темп изменения физико-механических показателей – разрывной нагрузки на одну нить, истиранию по плоскости, выносливости к многократному изгибу. Хлопко-сиблонные ткани характеризуются несколько большей усадкой и вследствие этого – меньшей воздухопроницаемостью.

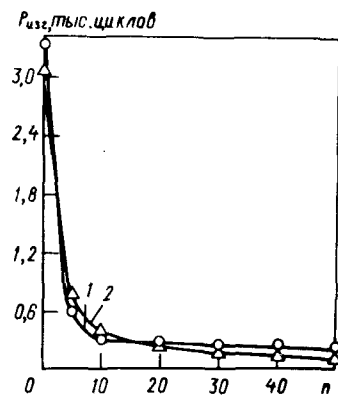


Рис. 3.3. Изменение изгибоустойчивости $P_{\text{изг}}$ хлопчатобумажной (1) и хлопко-сиблоновой (2) ткани при стирке

ТАБЛИЦА 3.4

Показатель	Исходная ткань	Ткань после инсоляции в течение различного времени (дни)				
		30	60	90	120	150
Разрывная нагрузка на одну нить, сН:						
по основе	242 (243)	195 (189)	204 (210)	166 (147)	139 (129)	126 (104)
по утку	182 (195)	202 (224)	157 (199)	128 (140)	124 (119)	86 (87)
Стойкость к истиранию по плоскости, циклы	770 (1037)	1049 (1212)	2837 (1735)	621 (593)	479 (316)	308 (342)
Изгибоустойчивость, циклы:						
по основе	3340 (3701)	1570 (810)	647 (341)	121 (41)	50 (22)	75 (11)
по утку	10754 (11187)	2553 (6206)	2953 (3811)	1457 (840)	715 (250)	764 (169)
Изменение размеров, %:						
по основе	3,0 (-4,5)	-1,3 (-5,0)	-2,2 (-5,0)	-3,0 (-5,4)	-	-3,2 (-5,6)
по утку	-3,0 (-4,5)	-0,6 (-4,8)	-0,9 (-5,0)	-0,7 (-2,9)	-	+1,4 (-3,5)
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$	1185,0 (755,0)	672 (458)	774 (434)	788 (470)	768 (514)	935 (448)

* Цифры без скобок – для хлопчатобумажной ткани, в скобках – для ткани из смеси 33 % сиблона и 67 % хлопка.

Параллельно с лабораторными методами оценки эксплуатационных свойств хлопкосиблоновых тканей была проведена опытная носка изделий из них по методике, разработанной ЦНИИШП.

Во время контрольных осмотров и после окончания носки изделия отбирались для лабораторных испытаний, при которых определялись основные показатели, характеризующие эксплуатационные свойства: разрывная нагрузка в сухом и мокром состоянии, стойкость к истиранию по плоскости, выносливость к многократному изгибу, воздухопроницаемость.

Изменение основных физико-механических показателей исследуемых тканей после 420 дней эксплуатации приведено в табл. 3.5. Ткани с содержанием 33 % волокна сиблон (типа артикулов 276, 1506, 1667, 4682) и 45 % волокна сиблон (типа артикулов 4682) по эксплуатационным свойствам не уступали тканям, выработанным из 100 %-ного хлопка артикулов 276, 1506, 1667 и 4682.

После 420 дней эксплуатации и 30 стирок выявлено 55 % дефектных простыней (бязь арт. 276) из хлопкосиблоновой ткани и 50 % — из хлопчатобумажной. В мокром состоянии снижение разрывной нагрузки на одну нить по утку для 100 %-ной хлопчатобумажной бязи (арт. 276) составило 44 %, для бязи типа арт. 276 с содержанием 33 % волокна сиблон — 47 %. После 420 дней эксплуатации и 60 стирок выявлено 66 % дефектных халатов (плательная ткань арт. 1506) из хлопкосиблоновой ткани и 60 % — из хлопчатобумажной. Хлопкосиблоновая ткань арт. типа 1506 по разрывной нагрузке на 1 нить стойкости к истиранию по плоскости имеет лучшие показатели. Детские пижамы, изготовленные из хлопкосиблоновых и хлопчатобумажных тканей (фланель арт. 1667 и 1684) после 505 дней носки и 7: стирок не имели видимых разрушений структуры.

Махровые полотенца арт. 4682 после 595 дней носки и 85 стирок не имели видимых разрушений структуры.

Хлопкосиблоновые ткани выдержали нормативный срок службы: бязь типа арт. 276, ткань плательная типа арт. 1506 и фланель типа арт. 1684 — 2 года; махровые полотенца типа арт. 4682 — 3 года.

В результате исследований свойств вискозного высоко модульного волокна сиблон и его способности к переработке в смесях с хлопком, изучения свойств смешанной пряжи и тканей была разработана и внедрена в производство технология переработки волокна сиблон в смесях с хлопком и определены направления его использования в ассортименте хлопчатобумажных тканей и трикотажных изделий. При этом

ТАБЛИЦА 3.5

Показатель*	276		1506		1684		4682		
	A	B	A	B	A	B	A	B	C
Разрывная нагрузка** на одну нить, сН: по основе по коси	-28/-31	-30/-34	-45/-37	-35/-40	-18/-10	-17/-22	-	-	-
Воздухопроницаемость, дм ³ /(м ² ·с)	-29	-16	-34	-30	8,0	11,3	-	-	-
Стойкость к истиранию по плоскости, тыс. циклов	-38	-41	-36	-27	-26	-10	-	-	-
Поверхностная плотность, г/м ²	-4,0	-8,0	-4,6	-6,1	+2,0	7,0	+14,0	+23	+25
Прочность закрепления петл. сН	-	-	-	-	-	-	+68	+168	+133
Линейная плотность, текс: по основе по утку	-6,5	-6,9	-6,9	-12,8	+4,6	+4,3	+13	+13	+18
	-2,5	-14,0	-16,9	-14,2	-12,4	-3,0	+28	+23	+11

* А — ткань из 100 %-ного хлопка; В — ткань из смеси 33 % сиблона и 67 % хлопка; С — ткань из смеси 45 % сиблона и 55 % хлопка;

** В числителе показана разность разрывных нагрузок на одну нить в сухом состоянии, в знаменателе в мокром состоянии.

волокно сиблон линейной плотности 0,17 текс рекомендовано использовать для замены 33 и 45 % средневолокнистого хлопка при производстве хлопкосиблоновой пряжи кольцевого и пневмомеханического способов прядения; волокно сиблон линейной плотности 0,13 текс предназначено для замены 33 % тонковолокнистого хлопка при производстве смешанной пряжи по гребенной системе прядения.

Учитывая гигиенические и физико-механические свойства волокна сиблон, ЦНИХБИ было рекомендовано использовать волокно сиблон линейной плотности 0,17 текс для замены хлопка в смесях:

33 % средневолокнистого хлопка кардного прочеса при выработке пряжи линейной плотности 15,4–60 текс кольцевым и пневмомеханическими способами прядения для производства ситцев, сатинов, бельевых, плательных, платочных, мебельно-декоративных и полотенежных тканей;

33 % средневолокнистого хлопка гребенного прочеса при выработке пряжи линейной плотности 15,4–25 текс для производства сатинов, бельевых, платочных и сорочечных тканей;

45 % средневолокнистого хлопка кардного прочеса при выработке пряжи линейной плотности 15,4–29 текс для производства бельевого и верхнего трикотажа и чулочно-носочных изделий.

Волокно сиблон линейной плотности 0,13 текс рекомендуется для замены 33 % тонковолокнистого хлопка гребенного прочеса при выработке пряжи линейной плотности 7,5–15,4 текс для производства сатинов, сорочечных, плательных, платочных, бельевых тканей, бельевого трикотажа и чулочно-носочных изделий.

Вложение 33 и 45 % волокна сиблон линейной плотности 0,17 текс в смеси со средневолокнистым хлопком дает возможность снизить обрывность пряжи на 5–20 %, улучшить чистоту пряжи на 15–40 %, снизить крутку ровницы и пряжи на 5–10 %, увеличить выход пряжи на 0,5–1,5 %. При этом удельная разрывная нагрузка пряжи в основном остается на уровне разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи. Коэффициент вариации по разрывной нагрузке смешанной пряжи выше или находится на том же уровне этого показателя хлопчатобумажной пряжи.

При добавлении 33 % волокна сиблон линейной плотности 0,13 текс в смесь с тонковолокнистым хлопком обрывность пряжи снижается на 5–15 %, улучшается чистота пряжи.

Выход пряжи повышается на 1,0–3,5 %; крутка пряжи остается на одном уровне с круткой хлопчатобумажной пряжи, а прочность снижается примерно на 10 %. Коэффициент вариации по разрывной нагрузке пряжи несколько повышается, а по линейной плотности остается на уровне этого показателя для хлопчатобумажной пряжи.

Подготовка основ и выработка тканей из хлопкосиблоновой пряжи в ткацком производстве осуществляется на оборудовании, применяемом на хлопчатобумажных предприятиях без изменения технологических параметров процесса.

Обрывность хлопкосиблоновой пряжи в процессах ткачества находится на уровне нормативных показателей обрывности для хлопчатобумажной пряжи той же линейной плотности.

Ткани, выработанные из смеси с волокном сиблон, подвергают отделке на том же оборудовании по тем же технологическим режимам и с применением тех же вспомогательных материалов и красителей, что и хлопчатобумажные ткани.

В связи с тем что волокно сиблон по сравнению с хлопковым волокном более чувствительно к воздействию растворов щелочей, при проведении технологических процессов отделки в рецептуре следует предусматривать минимально допустимые концентрации растворов; строго придерживаться рекомендаций ЦНИХБИ при проведении процесса мерсеризации, что позволит получать ткани с минимальным снижением разрывной нагрузки и усадки после стирки в пределах установленных нормативов. В зависимости от свойств и назначения хлопкосиблоновых тканей применяются рекомендованные ЦНИХБИ заключительные операции отделки согласно ГОСТ 17504–80.

Проведенные в ЦНИХБИ сравнительные испытания эксплуатационных свойств тканей с вложением 33 % волокна сиблон (ситец, бязь, плательные, фланель) показали, что кинетика их износа аналогична кинетике износа хлопчатобумажных тканей.

Ткани, выработанные из смеси 33 % сиблона и 67 % хлопка, по физико-механическим показателям и гигиеническим свойствам не уступают аналогичным хлопчатобумажным тканям, превосходят их по чистоте поверхности, мягкости грифа, шелковистости.

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИНОЗНОГО ВОЛОКНА

Опыт переработки полинозного волокна основывается главным образом на использовании волокна с опытно-про-

мышленного производства Рязанского ПО „Химволокно”, а также опытных партий с Опытного завода ВНИИВПроекта и отдельных партий волокна, поставляемых зарубежными фирмами [23].

Разработка технологических параметров прядения проводилась на опытном производстве ЦНИХБИ, а также на ряде предприятий текстильной промышленности: Глуховском, Барановическом и Московском хлопчатобумажных комбинатах, Ивантеевской хлопкопрядильной фабрике им. С. Г. Лукина, Ленинградской прядильной фабрике „Веретено”, комбинате „Трехгорная мануфактура”.

Переработку полинозного волокна можно осуществлять на обычном хлопкопрядильном оборудовании по технологии близкой к технологии переработки хлопка или обычного вискозного волокна, но с изменениями, учитывающими специфические свойства полинозных волокон — повышенную хрупкость, склонность к фибриллизации.

Смешивание полинозных волокон с хлопком гребенного прочеса рекомендуется осуществлять на первом переходе ленточных машин, а с хлопком кардного прочеса — лентами или на разрыхлительно-смешивающем агрегате. При переработке на агрегате предусмотрено вначале проводить раздельную обработку компонентов, точное дозирование их на весовых дозаторах типа П-2 или непрерывных дозаторах типа ДС-2, а затем — перемешивание компонентов на смешивающих машинах типа МСП-8 или СН-3. При работе на разрыхлительно-трепальных агрегатах, предназначенных для хлопка, и подборе производительности в соответствии с содержанием полинозных волокон в смеси нельзя гарантировать стабильное и точное дозирование. Однако при выделении отдельной питателя (или его части путем установки перегородки) для полинозных волокон при строгом систематическом контроле уровнем заполнения камеры питателя можно обеспечить необходимую точность смешения. При переработке смесей хлопка кардного прочеса с полинозным волокном на фабриках применялся именно такой метод введения их в смесь. При смешивании лентами чесание полинозного волокна и хлопка проводят раздельно. При кольцевой системе прядения можно применять два или три перехода ленточных машин в зависимости от назначения пряжи. При пневмомеханической системе прядения в любом случае достаточно двух переходов.

Для обеспечения стабильного протекания процесса переработки полинозных волокон необходимо поддерживать их

влажность в пределах 10–14 % на всех переходах прядильного производства. Для достижения такой влажности рекомендуется перед переработкой выдерживать волокно в открытых кипах в течение 24 ч в помещении с влажностью 55–65 % или доувлажнять его с помощью форсунок, устанавливаемых над решеткой или в головном питателе.

Для сравнительной оценки изменения длины волокна на различных стадиях переработки при прядении в одинаковых условиях (т. е. по одному плану прядения и при одинаковых оптимальных параметрах прядения) были переработаны полинозное волокно Рязанского ПО „Химволокно”, волокно, поставляемое зарубежными фирмами, высокомодульное и обычное вискозное волокно. Полученные результаты по изменению длины волокна приведены в табл. 3.6.

Как видно из данных таблицы, наибольшее уменьшение средней длины волокна, увеличение содержания коротких волокон и коэффициента вариации по длине наблюдалось у полинозного волокна, обладающего повышенной хрупкостью. Наиболее сильное укорачивание волокон происходит при переработке их на пневмомеханических прядильных машинах БД-200-М69, что ставит под сомнение целесообразность использования машин такого типа для переработки полинозного волокна.

В табл. 3.7 приведены показатели пряжи, полученной из 100 %-ного полинозного волокна, и из его смесей с тонковолокнистым хлопком в соотношении 50 : 50 и 33 : 67 %.

Для исследования брали полинозное волокно линейной плотности 0,13 и 0,17 текс Рязанского ПО „Химволокно” и полинозное волокно зарубежной фирмы.

Из полинозного волокна вырабатывали пряжу линейной плотности 10 и 15 текс. Было установлено, что прочность пряжи из полинозного волокна и его смесей с хлопком находится на одном уровне с прочностью хлопчатобумажной пряжи или даже на 5–10 % превышает ее. Волокно зарубежной фирмы отличалось высокой проходимостью: обрывность при его переработке не превышала 66 обрывов/4 на 1000 веретен.

Зависимость прочности пряжи и коэффициента использования прочности волокна в пряже от вложения полинозного волокна показана на рис. 3.4. Как видно из рисунка, при добавлении полинозного волокна в количестве 33–50 % в смеси с хлопком 2- и 3-го типов прочность пряжи остается примерно на одном уровне, хотя коэффициент использования

ТАБЛИЦА 3.6

Место отбора образца	Полинозное волокно Рязанского ПО „Химволокно“			Полинозное зарубежной	
	средняя длина, мм	коэффициент вариации, %	содержание волокон*, %	средняя длина, мм	коэффициент вариации, %
Из кипы	37,7	7,5	0,8 (95,8)	38,2	9,8
Из холста	34,3	20,2	7,6 (69,4)	37,4	12,7
С чесальной машины	32,2	26,6	13,8 (57,7)	35,1	18,9
Ровница	32,3	26,6	13,6 (56,6)	—	—
С машины БД-200-М69	27,8	32,4	24,7 (32,3)	32,6	26,2

* Цифры без скобок — содержание волокон длиной < 20 мм, в скобках — длиной > 36 мм.

прочности волокна в пряже существенно снижается с 0,50–0,53 до 0,42–0,45.

Из пряжи на основе смесей полинозного волокна (33–50 %) с тонковолокнистым хлопком были выработаны опытные партии сорочечных и плательных тканей демисезонной и летней групп, а также кардных и гребенных сатинов. В частности, на Глуховском хлопчатобумажном комбинате выработана ткань типа „Аккорд“ из смеси 33 % полинозного волокна линейной плотности 0,17 текс и 67 % тонковолокнистого хлопка гребенного прочеса и из смеси 50 % полинозного волокна линейной плотности 0,17 текс и 50 % хлопка гребенного прочеса. На Измайловской хлопчатобумажной прядильно-ткацкой фабрике были выработаны ткани типа миткаля арт. 15 с вложением 33 % полинозного волокна. Для сравнения в тех же условиях получены ткани из 100 %-ной хлопчатобумажной пряжи. Показатели выработанных тканей приведены в табл. 3.8.

Как видно из данных таблицы, падение прочности при отделке тканей из пряжи с вложением полинозного волокна несколько больше того же показателя хлопчатобумажных тканей. Усадка тех и других тканей находится примерно на одном уровне. Устойчивость к истиранию тканей из 100 %-ного хлопка в 1,6–2,0 раза выше, чем устойчивость к истиранию тканей с вложением 33–50 % полинозного волокна.

На базе полученного опыта по использованию полинозного волокна можно сделать заключение, что подготовка основы и выработка тканей из хлопкополинозной пряжи может осуществляться на существующем оборудовании хлопчатобумажных предприятий: мотальных машинах М-150-1 и М-150-2, сновальных машинах СВ-140, шлихтовальных машинах ШБ-140 и МШБ-9-140 с использованием крахмальной

волокно фирмы	Высокомодульное волокно			Обычное вискозное волокно		
	содержание волокон*, %	средняя длина, мм	коэффициент вариации, %	содержание волокон*, %	средняя длина, мм	коэффициент вариации, %
1,5 (92,9)	37,1	9,9	1,8 (91,6)	35,7	10,3	1,8 (67,4)
2,4 (88,1)	36,9	11,4	2,0 (88,3)	35,5	10,2	1,6 (62,9)
6,8 (75,1)	35,8	13,1	2,7 (72,9)	35,2	12,3	2,7 (61,2)
—	35,9	15,8	4,4 (79,3)	35,4	13,1	3,0 (71,0)
12,1 (57,5)	35,3	15,4	3,6 (69,6)	33,4	17,7	6,3 (44,2)

ках — длиной > 36 мм.

шлихты и ткацких станках типа АТ-100 и АТПР-100. Обрывность хлопкополинозной пряжи в процессе перематывания, снования и ткачества находится на уровне обрывности хлопчатобумажной пряжи той же линейной плотности. Ткани с вложением полинозного волокна имеют ровную, чистую поверхность, приятный шелковистый гриф.

Для обработки технологического режима отделки тканей из смесей хлопка с полинозным волокном на ряде фабрик проводилась отделка опытных партий тканей различного ассортимента: бязи, миткаля, пестроткани, тканей плательного и сорочечного ассортимента. В основном отделка проводилась по той же схеме и при тех же технологических режимах, что и отделка хлопчатобумажных тканей. В ряде случаев варьировалась концентрация текстильно-вспомогательных веществ. В результате проведенных испытаний было установлено, что технологические режимы отделки тканей из хлопка и его смесей с полинозным волокном практически аналогичны.

Общей особенностью всех вискозных волокон является пониженная стойкость к воздействию щелочей. Учитывая, что в процессе отделки ткани подвергаются действию растворов щелочей различной концентрации (от 5–10 до 250–300 г/л) при различных температурах и продолжительности воздействия, важно было найти метод оценки стойкости волокон к воздействию растворов щелочей. В качестве такого метода можно использовать определение изменения свойств волокон после их обработки 5 %-ным раствором NaOH [55]. В табл. 3.9 приведены показатели обычного вискозного, полинозного и высокомодульного волокна до и после обработки 5 %-ным раствором NaOH.

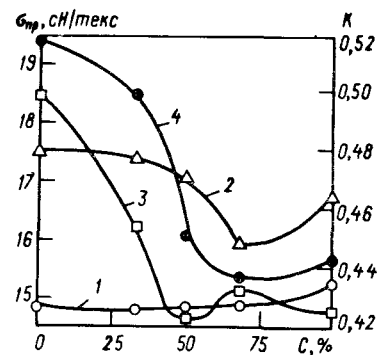
ТАБЛИЦА 3.7

Состав пряжи	Линейная плотность, текс	Прочность, сН/текс	Удлинение, %	Коэффициент использования прочности волокна в пряже	Коэффициент вариации, %		Количество пороков на 1 г пряжи	Обрывность на 1000 веретен в 1 ч
					по линейной плотности	по прочности		
Полинозное волокно (100 %-ное):	линейной плотности 0,17 текс	15,4/15,2	6,6/6,1	0,44/0,44	2,1/3,3	17,4/15,4	8,9	100/66
	линейной плотности 0,13 текс	15,4	5,2	0,42	2,1	19,7	135	120
	Полинозное волокно линейной плотности 0,17 текс (50 %) + тонковолокнистый хлопок (50 %)	16,4/16,5	6,4/6,6	0,47/0,43	3,9/2,6	11,9/15,8	20/83	125/70
	Полинозное волокно линейной плотности 0,17 текс (33 %) + тонковолокнистый хлопок (67 %)	16,4/15,4	6,6/5,4	0,48/0,44	2,3/2,9	13,3/17,6	25/186	107/66
Полинозное волокно линейной плотности 0,13 текс (33 %) + тонковолокнистый хлопок (67 %)	10,0	14,9	6,2	0,44	3,5	14,9	81	166

Примечание. В числителе приведены данные для волокна, выпускаемого Рязанским ПО „Химволокно”; в знаменателе — для волокна зарубежной фирмы.

Рис. 3.4. Зависимость прочности пряжи $\sigma_{пр}$ (1, 2) и коэффициента использования прочности волокна в пряже K (3, 4) от содержания полинозного волокна C :

1, 3 — в смесях с хлопком 3-го типа; 2, 4 — в смесях с хлопком 2-го типа



Как видно из приведенных в таблице данных, наибольшие изменения свойств наблюдаются

у вискозного волокна обычного типа. Прочность снижается на 75, удлинение возрастает на 63 %. Прочность в мокром состоянии резко снижается до недопустимо низкого предела — 5,8 сН/текс. Наименее ятойко полинозное волокно: прочность в сухом и мокром состоянии после обработки сохраняется на высоком уровне — соответственно 27,0 и 20,4 сН/текс; остается высоким значение модуля упругости в мокром состоянии — 1550 МПа, что предопределяет хорошую стабильность размеров изделий из этого волокна. Высокомодульное волокно по всем показателям занимает промежуточное положение.

Высокий уровень эксплуатационных свойств полинозного волокна был подтвержден результатами опытной носки мужских сорочек из ткани типа „Аккорд” артикула 925 из хлопкополинозной пряжи с содержанием полинозного волокна 33 и 50 %. Продолжительность носки изделий составила 180 дней. За время эксплуатации сорочки выдержали 30 стирок. Визуальный осмотр изделий производился через каждые 30 дней носки.

Несмотря на более раннее появление признаков износа и несколько большее число этих признаков в изделиях из тканей, содержащих 33 и 50 % полинозного волокна, на протяжении всего периода носки отмечался лучший внешний вид опытных изделий из этих тканей, мягкий гриф, шелкоподобный блеск. Опытные сорочки удобны и приятны в носке, меньше загрязняются, легче стираются и гладятся, а после стирки и глажения сохраняют эффект иовизны. К концу срока опытной носки все изделия из хлопкополинозных тканей были пригодны к дальнейшей эксплуатации. Средний срок носки до износа отдельных деталей составил: для хлопчатобумажной ткани 156,6 дня, для тканей с использованием 33 и 50 % полинозного волокна соответственно 158,0 и 147,8 дней. Такой срок службы опытных изделий при жестких условиях эксплуатации можно считать вполне удовлетворительным.

ТАБЛИЦА 3.8

Состав смеси	Вид ткани	Поверхностная плотность, г/м ²
Полинозное волокно (33 %) + тонковолокнистый хлопок (67 %)	Суровая	118,6
Полинозное волокно (50 %) + тонковолокнистый хлопок (50 %)	Готовая	117,0
Тонковолокнистый хлопок (100 %-ный)	Суровая	112,0
Полинозное волокно (33 %) + тонковолокнистый хлопок (67 %)	Готовая	114,0
Тонковолокнистый хлопок (100 %-ный)	Суровая	122,1
Полинозное волокно (33 %) + тонковолокнистый хлопок (67 %)	Готовая	116,0
Тонковолокнистый хлопок (100 %-ный)	Суровая	121,4
	Готовая	125
	Готовая	130

*В числителе — по основе, в знаменателе — по утку.

ТАБЛИЦА 3.9

Показатель*	Обычное вис- козное волокно	Полиноз- ное волокно	Высокомо- дульное волокно
Линейная плотность, текс	0,160/0,182	0,161/0,193	0,165/0,220
Прочность, сН/текс:			
в сухом состоянии	22,4/12,8	35,4/27,0	35,1/16,5
в мокром состоянии	12,5/5,8	28,0/20,4	23,0/12,2
Удлинение, %:			
в сухом состоянии	21,7/35,4	11,5/23,2	18,1/38,4
в мокром состоянии	31,2/48,9	16,0/26,9	28,2/53,2
Модуль упругости в мокром состоянии, МПа	460/400	2870/1550	1800/550

*Цифры в числителе — до обработки, в знаменателе — после обработки волокна.

Плотность нитей на 10 см*	Прочность полоски ткани* (50 X X 200 мм), Н	Удлинение полоски ткани* (50 X X 200 мм), %	Усадка после стирки*, %	Устойчивость к истиранию, циклы
433/277	613/390	13,6/8,3	—	—
488/260	533/210	3,9/10,6	0,5/2,6	675
431/266	551/349	12,3/7,6	—	—
471/271	451/250	5,0/10,6	2,0/0,5	504
441/228	675/45,1	14,7/9,1	0,5/2,5	—
488/264	600/299	3,7/9,9	3,0/2,0	1040
368/242	718/464	16,3/8,0	6,2/5,2	904
450/230	705/223	6,9/15,3	4,2/2,0	550
372/248	712/480	17,2/6,8	5,4/4,9	—
458/232	763/251	6,0/14,0	1,5/2,8	871

На основании переработки большого числа опытных партий полинозного волокна, в том числе опытного волокна, выпускаемого Рязанским ПО „Химволокно“, ЦНИХБИ рекомендовано [23] использовать полинозное волокно линейной плотности 0,13 и 0,17 текс для замены 33–50 % тонковолокнистого и средневолокнистого хлопка при выработке пряжи линейной плотности 7,5–29,0 текс кольцевым способом прядения для производства тканей плательного, блузочного и сорочечного ассортимента, а также бельевого трикотажа и чулочно-носочных изделий.

Глава 4

ПРИМЕНЕНИЕ СИБЛОНА И ПОЛИНОЗНОГО ВОЛОКНА В ТРИКОТАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На основании разработок, выполненных ВНИИП с ЦНИХБИ, хлопчатобумажной промышленностью освоен выпуск хлопко-сиблонной пряжи.

В наиболее значительных объемах выпускается кардная пряжа кольцевого и пневмомеханического способов прядения, в состав которых входит 55 % средневолокнистого хлопка (4–5 типов) и 45 % волокна сиблон линейной плотности 0,17 текс. Хлопкосиблоновая пряжа выпускается линейной плотности 16,5; 18,5 и 25 текс. Пряжа линейной плотности 15,4 текс вырабатывается только по классическому кольцевому способу прядения. Кроме того, в незначительных объемах вырабатывается также одиночная кардная пряжа из смеси 67 % средневолокнистого хлопка и 33 % волокна сиблон линейной плотности 0,17 текс по пневмомеханическому способу (ПМ) прядения линейной плотности 16,5 и 18,5 текс.

По гребенной системе прядения выпускаются пряжа линейной плотности 11,8 текс, состоящая из 67 % тонковолокнистого хлопка (1–3 типов) и 33 % волокна сиблон линейной плотности 0,13 текс, и пряжа 15,4 текс, состоящая из 67 % средневолокнистого хлопка 4-го типа с вложением тонковолокнистого хлопка 3-го типа и 33 % волокна сиблон линейной плотности 0,17 текс. Помимо перечисленной однопниточной пряжи выпускается крученая кардная пряжа с вложением сиблона линейной плотности 15,4 текс \times 2; 16,5 текс \times 2; 18,5 текс \times 2, 25 текс \times 2; гребенная пряжа линейной плотности 15,4 текс \times 2 и пряжа линейной плотности 15,4 текс \times 2 и 11,8 текс \times 2.

Хлопкосиблоновая пряжа по внешнему виду отличается от хлопчатобумажной шелковистостью и меньшим содержанием растительных примесей. В табл. 4.1 приведены основные физико-механические показатели хлопчатобумажной и хлопкосиблоновой пряжи кольцевого способа прядения (КП). Содержание сиблона в хлопкосиблоновой пряже составляет 45 %.

Как видно из приведенных в таблице данных, хлопкосиблоновая пряжа кольцевого способа прядения отличается от хлопчатобумажной более высоким (на 13 %) коэффициентом вариации по разрывной нагрузке, что отрицательно сказывается на перерабатывающей способности пряжи и на ровноте поверхности трикотажных полотен.

В табл. 4.2 приведены физико-механические показатели хлопчатобумажной и хлопкосиблоновой пряжи кардной системы прядения, полученной по пневмомеханическому способу. Содержание сиблона в хлопкосиблоновой пряже составляет 45 %.

ТАБЛИЦА 4.1

Показатель	Пряжа линейной плотности 18,5 текс		Пряжа линейной плотности 15,4 текс	
	хлопчатобумажная (ГОСТ 9092–81)	хлопкосиблоновая	хлопчатобумажная (ГОСТ 9092–81)	хлопкосиблоновая
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	11,3	11,3	11,7	11,7
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке*, %	13,8	18,0	13,8	18,4

* Коэффициент вариации по линейной плотности (при испытании пасмы) составляет 6 %.

Как видно из данных таблицы при получении хлопкосиблоновой пряжи пневмомеханическим способом также возрастает коэффициент вариации по разрывной нагрузке по сравнению с тем же показателем для хлопчатобумажной пряжи.

В трикотажной промышленности для производства бельевых изделий широко используется гребенная пряжа с вложением 33 % волокна сиблон линейной плотности 11,8 текс, а для производства чулочно-носочных изделий – пряжа линейной плотности 11,8 текс \times 2.

Ниже приведены физико-механические показатели гребенной хлопчатобумажной и хлопкосиблоновой пряжи

ТАБЛИЦА 4.2

Показатель	Пряжа линейной плотности 18,5 текс		Пряжа линейной плотности 25 текс	
	хлопчатобумажная	хлопкосиблоновая	хлопчатобумажная	хлопкосиблоновая
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	9,8	9,8	10,0	11,5
Коэффициент вариации, %:				
по разрывной нагрузке	12,8	14,5	12,5	17,7
по линейной плотности (при испытании пасмы)	5,5	5,5	5,5	6,0

(1-го сорта) линейной плотности 11,8 текс:

	Хлопчатобумажная пряжа (ГОСТ 9092-81)	Хлопкосиблоно- вая пряжа (ТУ 17 РСФСР 46-10684-83)
Удельная разрывная на- грузка сН/текс	14,0	12,7
Коэффициент вариации, %:		
по разрывной на- грузке	15,0	17,0
по линейной плотности (при испытании пасмы)	5,0	5,5

Из приведенных данных видно, что хлопкосиблоновая пряжа, полученная из волокна 0,13 текс, не уступает хлопчатобумажной по физико-механическим показателям.

Ассортиментное назначение хлопкосиблоновой пряжи определялось исходя из комплекса ее свойств с учетом показателей волокна сиблон. Так, было рекомендовано [56] применять одиночную хлопкосиблоновую пряжу кольцевого и пневмомеханического способов прядения для изготовления полотен бельевого и спортивного назначения. Эти полотна изготавливаются на однофонтурных кругловязальных машинах типа КТ, МС и „Мультисингл“ (ГДР), кругловязальных машинах „Интерлок“ ластичных машинах „Мультирипп“. На этом оборудовании можно перерабатывать пряжу в изделия с различным гладким и рисунчатим переплетением (кулирным гладким, интерлочным, ластичным и др.). Для получения полотен различных видов хлопкосиблоновую пряжу можно использовать как в чистом виде, так и в сочетании с другими видами сырья — хлопчатобумажной пряжей, полиамидными и полиэфирными нитями и др. Заправочные параметры вязания полотен из хлопкосиблоновой пряжи соответствуют параметрам вязания полотен из хлопчатобумажной пряжи той же линейной плотности. При переработке пряжи пневмомеханического способа прядения способом вязания следует пользоваться „Рекомендациями по переработке в трикотажном производстве хлопчатобумажной и смешанной пряжи пневмомеханического способа прядения“.

Было установлено, что физико-механические показатели полотен из хлопкосиблоновой пряжи соответствуют нормативно-технической документации на полотна из хлопчатобумажной пряжи аналогичных заправок.

Помимо стандартных испытаний было дополнительно проведено исследование других физико-механических, гигиенических и эксплуатационных характеристик полотен. Ниже приведены результаты испытаний кулирных гладких полотен из хлопчатобумажной и хлопкосиблоновой пряжи:

Хлопчато-
бумажное
полотно

Хлопкоси-
блонное
полотно
(55/45)

Усадка, %* :		
по длине	4,0	-5,2
по ширине	3,0	-1,7
Упругая деформация, %:		
по вертикали	91,9	95,4
по горизонтали	90,3	90,2
Устойчивость к истиранию, число оборотов абразива	70	65
Пиллинг (число пиллей)	250	238
Гигроскопичность, %	11,6	14,7
Воздухопроницаемость, А/(м ² · с)	640	759

* По нормативно-технической документации усадка по длине и ширине составляет соответственно 10 и 15 %.

В Институте гигиены детей и подростков Министерства здравоохранения СССР были проведены исследования гигиенических свойств бельевых изделий для детей, изготовленных из хлопкосиблоновой пряжи с содержанием волокна сиблон 45 %. По основным гигиеническим свойствам полотен получены удовлетворительные результаты: гигроскопичность в естественных условиях составляла 4,8–5,0 %, при 100 %-ной влажности — более 30 %; электростатическое напряжение минимально — 60–80 В/см. Отмечено, что полотна имеют мягкую структуру, не деформируются, хорошо стираются.

Были проведены широкие исследования возможности крашения и отделки полотен из хлопкосиблоновой пряжи.

В процессе беления полотен с содержанием 45 % волокна сиблон расход пероксида водорода составляет 6–7 % от массы полотна, силиката натрия — 2, гидроксида натрия — 1,5 %. Крашение полотен прямыми красителями в светлые и средние цвета можно проводить по типовому режиму, принятому для крашения хлопчатобумажных полотен. После беления и крашения с целью умягчения полотен необходимо проводить их априетирование стеароксом-6 и -920, марвеланом SF или словавивом СГ-100 в количестве 0,5 % от массы полотна.

Крашение полотен из хлопкосиблоновой пряжи в темные цвета по режимам, принятым для крашения хлопчатобумажных полотен, приводит к неравномерной окрасиваемости и возникновению таких дефектов крашения как „разнотон“ и „муар“. Выбравемость красителя волокнами хлопка и сиблона различна. Так, при крашении прямыми синим светопрочным КУ с концентрацией 2 % от массы полотна выбравемость его хлопком и сиблоном составила соответственно 80 и 60 %. В связи с различной степенью выбравемости возникла необходимость определения таких условий крашения хлопкосиблоновых полотен, которые обеспечили бы одинаковую сорбционную активность волокон. В результате проведенных работ было установлено, что при крашении хлопкосиблоновых полотен необходим усиленный контроль за жесткостью воды, так как содержащиеся в воде

кальциевые и магниевые соли усиливают сорбцию красителя сиблоном и способствуют образованию на полотне окрашенных более интенсивно участков. На интенсивность окрашивания сиблона значительное влияние оказывает также концентрация электролита в красильной ванне. Для достижения равномерности крашения количество применяемого электролита не должно превышать 10–15 % от массы полотна. Равномерности крашения можно также достичь, регулируя скорость выбирания красителя путем введения текстильно-вспомогательных веществ. Для крашения хлопкосиблоновых полотен прямыми красителями могут быть рекомендованы следующие смачивающие вещества: метаупон, сукцинол 2К, превоцелл О-100.

Ниже приведен режим крашения хлопкосиблоновых полотен в синий и черный цвет:

Операция	t, °C	t, мин
Наполнение ванны водой с одновременным подогревом, введение раствора смачивателя и загрузка полотна	20–40	20
Отварка:		
при нагревании	40–98	10
при открытом паре	85–98	20–30
при закрытом паре	98–85	10–20
Введение раствора красителя в три приема и крашение при закрытом паре	85	20
Крашение (при открытом паре)	98	40
Промывка	30	70
Установление рабочего уровня введение кислоты и закрепителя	—	10
Закрепление	40–50	20
Выгрузка	—	10

Примечание. В качестве смачивателя применяли метаупон в количестве 1 %, в качестве закрепителя — раствор следующего состава (%): препарат У-2 — 2,5; CuSO_4 — 0,5; CH_3COOH (60 %-ный) — 0,5.

При крашении по указанному режиму достигается высокая устойчивость окраски, полотна имеют мягкую шелковистую поверхность.

Отделку хлопкосиблоновых полотен из гребенной пряжи линейной плотности 11,8 текс с содержанием волокна сиблон 33 % рекомендуется проводить по технологической схеме, принятой для отделки хлопчатобумажных полотен. Усадка хлопкосиблоновых полотен из гребенной пряжи находится на уровне усадки полотен хлопчатобумажной пряжи (по длине — от –6,5 до –9,0 %, по ширине от 1,5 до 3,0 %). По растяжимости, разрывной нагрузке и поверхностной плотности полотна полностью соответствуют действующей НТД на хлопчатобумажные полотна аналогичных переплетений. Полотна из хлопкосиблоновой пряжи 11,8 текс отличаются мягким и шелковистым грифом.

На основании полученных данных хлопкосиблоновая одиночная пряжа была рекомендована для производства бельевых и спортивных изделий (спортивные костюмы,

футболки, майки, детское и женское белье и др.) для всех возрастных групп наряду с хлопчатобумажной.

Для чулочно-носочного ассортимента рекомендовано использовать пряжу линейной плотности 15,4 текс × 2 и 11,8 текс × 2 с вложением 45 % волокна сиблон и линейной плотности 11,8 текс × 2 с вложением 33 % сиблона. Вязание чулочно-носочных изделий из хлопкосиблоновой пряжи рекомендовано [57] проводить по заправочным параметрам на аналогичные изделия из хлопчатобумажной пряжи той же линейной плотности.

Крашение чулочно-носочных изделий, изготовленных из хлопкосиблоновой пряжи, целесообразно проводить в красильных аппаратах КТ-100 по режиму и рецептуре, принятым для крашения аналогичных изделий из хлопчатобумажной пряжи.

Беление следует проводить при уменьшении концентрации компонентов отбеливающего раствора на 40–50 % по сравнению с рецептурой, применяемой для хлопчатобумажных изделий, из-за пониженной стойкости сиблонового волокна к воздействию щелочей.

После мокрых обработок влажно-отжатые изделия из хлопкосиблоновой пряжи не рекомендуется хранить перед проведением сушильно-формовочных операций более 10 ч во избежание образования на изделиях трудноустраняемых заломов. Остальные отделочные операции рекомендуется проводить по технологическим режимам, принятым для аналогичных хлопчатобумажных изделий.

При заключительной отделке на каландре рекомендованы следующие коэффициенты ширения полотен:

Двухластичное	1,07–1,11
Двухластичное гладкое	0,9 – 1,0
Ластичное гладкое	0,80–0,85
Кулирное одноластичное гладкое	1,14–1,20

Готовые изделия из хлопкосиблоновой пряжи по линейным размерам и плотности соответствуют действующей технологической документации на аналогичные изделия из хлопчатобумажной пряжи. Они имеют хороший товарный вид, равномерно окрашенную, чистую (без „мушковатости“) поверхность, мягкий шелковистый гриф. По растяжимости соответствуют требованиям действующей научно-технической документации; по устойчивости к истиранию и другим физико-механическим показателям не уступают изделиям из хлопчатобумажной пряжи, что видно из данных табл. 4.3.

ТАБЛИЦА 4.3

Пряжа	Устойчивость к истира- нию*, число оборотов абразива	Прочность на прода- вливание шариком, Н	Удлинение, %
Хлопкосиблоновая (55 % хлопка и 45 % сиблона):			
линейной плотности 11,8 текс X в два сложения	309/102	347	274
линейной плотности 15,4 текс X 2 в два сложения	380/146	610	319,2
Хлопчатобумажная:			
линейной плотности 11,8 текс X 2 в два сложения	327/98	357	309,6
линейной плотности 15,4 текс X 2 в два сложения	363/151	542	279,5

* Цифры в числителе — для пятки и мыска (усилены капроновой нитью линейной плотностью 15,6 текс), в знаменателе — для следа.

Обладают удовлетворительными гигиеническими свойствами. Все это дало основание рекомендовать крученую хлопкосиблоновую пряжу для изготовления изделий детского ассортимента (включая 12–14 размеры) наряду с хлопчатобумажной пряжей. Помимо этого хлопкосиблоновую пряжу можно применять для изготовления чулочно-носочных изделий другого ассортимента как в чистом виде, так и в сочетании с сырьем другого вида (нитьями эластик, капрон, хлопчатобумажной пряжей и т. д.). Технология изготовления чулочно-носочных изделий из хлопкосиблоновой пряжи освоена предприятиями отрасли.

Применение хлопкосиблоновой пряжи в производстве бельевых, спортивных и чулочно-носочных трикотажных изделий позволило увеличить выпуск изделий с хорошими потребительскими свойствами и внешним видом. Без увеличения потребления хлопка, что дало большой народнохозяйственный эффект. Расширение ассортимента пряжи для производства бельевых, спортивных и чулочно-носочных изделий не вызвало никаких затруднений и дополнительных затрат. Кроме того, при проведении отделочных операций в процессе производства полотен из хлопкосиблоновой пряжи с содержанием волокна сиблон 45 % снижается расход пероксида

водорода и текстильно-вспомогательных веществ на 13 %, что повышает эффективность производства.

В трикотажной промышленности нашло применение и полинозное волокно линейной плотности 0,13 и 0,17 текс в смесях со средневолокнистым и тонковолокнистым хлопком кардного и гребенного прочеса (до 50 %) для выработки пряжи линейной плотности 7,5–29 текс. Технологический процесс переработки полинозного волокна протекает удовлетворительно. Хлопкополинозная пряжа имеет хорошие физико-механические и технологические свойства, соответствует нормативам ГОСТ и используется для выработки бельевого и спортивного трикотажа. Трикотажные полотна из хлопкополинозной пряжи по эксплуатационным и потребительским свойствам превосходят хлопчатобумажные, не уступая им, в частности по формоустойчивости, которая не снижается при последующих стирках. Полотна хорошо отбеливаются (по пероксидному способу), интенсивно и равномерно окрашиваются прямыми, активными и кубовыми красителями; характеризуются высокой прочностью окраски к мокрым обработкам и трению.

Глава 5

ПРИМЕНЕНИЕ СИБЛОНА И ПОЛИНОЗНОГО ВОЛОКНА В ДРУГИХ ОТРАСЛЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПЕРЕРАБОТКА ВОЛОКНА СИБЛОН В ШЕЛКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Вискозные волокна являются наиболее массовым видом штапельных химических волокон, перерабатываемых на предприятиях шелковой промышленности. Благодаря присущей им гидрофильности эти волокна как в чистом виде, так и в смесях с синтетическими, обеспечивают высокую гигиеничность выработанных из них тканей. Однако ряд отрицательных свойств вискозных волокон обычного типа — низкая прочность в сухом и особенно в мокром состоянии, высокая усадка вискозных тканей — препятствуют дальней-

шему расширению ассортимента изделий из этих волокон, особенно изделий детского ассортимента, при изготовлении которых не допускается отделка химическими препаратами для достижения несминаемости и противоусадочности. Не-высокая прочность обычных вискозных волокон не позволяет использовать пряжу малой линейной плотности и за счет этого снизить материалоемкость тканей. Вопрос о повышении прочности вискозных волокон встает особенно остро также в связи с развитием процесса пневмопрядения, при проведении которого наблюдается снижение прочности пряжи.

Создание нового ассортимента тканей с улучшенными потребительскими и гигиеническими свойствами стало возможным за счет применения новых вискозных волокон, среди которых значительный интерес представляет вискозное высокомодульное волокно (ВВМ) сиблон, что объясняется его высокими физико-механическими характеристиками: пониженным набуханием и растворимостью в щелочи, малой потерей прочности и значительно более высоким модулем упругости в мокром состоянии по сравнению с теми же показателями обычного вискозного волокна.

Учитывая более высокие прочностные показательные волокна сиблон (особенно в мокром состоянии) по сравнению с теми же показателями обычного вискозного волокна ЦНИИШВ рекомендовано использовать его в производстве пряжи малой линейной плотности кольцевого и пневмомеханического способа прядения для выработки тканей малой материалоемкости. По совместным разработкам института с предприятиями шелковой отрасли были выпущены ткани из пряжи кольцевого и пневмомеханического способа прядения. При этом поверхностная плотность сорочечных тканей была снижена до 100, плательных — до 120—110 прокладочных — до 94 г/м². Несмотря на уменьшенную поверхностную плотность разработанные ткани по физико-механическим характеристикам соответствовали нормативным показателям на ткани соответствующих ассортиментов.

Наиболее эффективным направлением использования волокна сиблон в шелковой промышленности является создание тканей пониженной материалоемкости плательного, сорочечного и плащевоего ассортимента.

Плательные ткани. Освоение выпуска высококачественного волокна с высокими прочностью в сухом и мокром состоянии и модулем упругости в мокром состоянии дает возможность повысить прочность тканей (в том числе

и при мокрых обработках), а также снизить усадку тканей. Это позволит исключить карбомольную отделку, для создания безусадочных тканей и использовать эти ткани при выпуске изделий детского ассортимента. Применение высоко-модульного вискозного волокна сиблон для выработки прочной однониточной пряжи пневмомеханическим способом прядения дает возможность использовать их для выпуска широкого ассортимента бытовых тканей, что невозможно достигнуть при использовании обычного вискозного волокна из-за потери прочности пряжи при прядении на 25 % и последующей потери прочности ткани при мокрых обработках — до 50 %.

Сорочечные ткани. Введение в смесь с полиэфирным волокном 33—50 % высокомодульного волокна сиблон линейной плотности 0,17 текс и производство на этой основе пряжи пониженной линейной плотности (14,9 текс вместо 18,5 текс) позволяет организовать выпуск облегченных сорочечных тканей, что дает большой экономический эффект за счет снижения расхода сырья. Освоение производства пряжи из смесей сиблона и полиэфирного волокна линейной плотности 0,13 текс дает возможность вырабатывать пряжу линейной плотности 8,3 и 7,5 текс и сорочечные ткани с поверхностной плотностью 90—100 г/м², что также дает большой экономический эффект.

Образцы сорочечных тканей из волокна сиблон опытно-промышленных партий были приняты по высшей категории качества и рекомендованы к внедрению на предприятиях шелковой отрасли.

Плащевые ткани. Для производства плащевых тканей целесообразно использовать „классическую” смесь — 67 % лавсана и 33 % вискозного высокомодульного волокна. Уменьшение материалоемкости этих тканей обусловлено широким использованием в тканях волокна сиблон линейной плотности 0,13 текс и пряжи пониженной линейной плотности (14,9 текс, 12,5 текс X 2 и 10 текс X 2), а также применения различных отделочных препаратов, способствующих повышению водостойкости и несминаемости этих тканей.

Для выработки пряжи из волокна сиблон и его смесей с полиэфирным волокном используется оборудование, применяемое для изготовления хлопчатобумажной пряжи.

При переработке волокна сиблон ставка должна состоять из 24 кип волокна четырех-шести партий. Для выравнивания

влажности кипы высокомолекулярного вязкого волокна сиблон до пуска в работу должны выдерживаться в цехе в раскрытом виде не менее 24 ч.

Процесс переработки высокомолекулярного волокна сиблон начинается на разрыхлительно-трепальном агрегате, в состав которого входят следующие машины: питатели-смесители П-1 (4 шт), угарный питатель П-1, питающая решетка РП-5, наклонные рыхлители НР-1И и НР-2И, эмульсирующая машина ПЭ-И, пневматический распределитель волокна РВП, трепальные машины Т-2И или Т-16.

Оптимальная скорость вентиляторов, необходимая для правильного распределения волокна на сетчатых барабанах, определяется экспериментальным путем в зависимости от местных условий на предприятии. Скоростные режимы других рабочих органов оборудования и разводки отработаны ЦНИИШВ и рекомендованы предприятиям отрасли. Для улучшения холстообразования на трепальной машине Т-2И увеличивается нагрузка на плющильные валы, нагрузка на скалку устанавливается 5–7 кН; для предотвращения задиrow холста между слоями пропускается шесть рядов ровницы. Для предотвращения разрушения высокомолекулярного волокна на трепальных машинах вместо ножевого барабана и планочных трепал применяются игольчатые трепалы.

Чесание высокомолекулярного волокна сиблон проводится на чесальных машинах ЧМ-450-И или малогабаритных чесальных машинах типа ЧММ-450-4МТ и ЧММ-14Т. Нагрузка на питательный цилиндр увеличивается до 4–5 кН на каждый конец.

Выравнивание чесальной ленты, распрямление и параллелизация волокна в ленте производится на ленточных машинах ЛНС-51-1, ЛНС-51-2, Л2-50-1. Смешивание сиблона с полиэфирным волокном осуществляется лентами на первом переходе ленточных машин с последующим выравниванием на двух ленточных переходах ленточных машин для лучшего перемешивания волокон. Расстояние между центрами цилиндров на машинах типа ЛНС-51 для волокна сиблон и полиэфирного волокна устанавливается по штапельной длине волокна. Для переработки смесей сиблона с полиэфирным волокном разводки устанавливаются по средневзвешенной штапельной длине в смеси. Нагрузка на нажимные валики вытяжного прибора на машинах ЛНС-51-1 и ЛНС-51-2 устанавливается в следующих пределах (Н): I линия – 230–350. II линия – 650–700, III линия – 500–700, IV линия – 250–

450; на машинах Л2-50-И и Л2-50-220 – 500 при 6 сложениях и 600 при 8 сложениях; на гладкий нажимной валик – не более 300.

Выработка пряжи линейной плотности 25,0–10,0 текс из волокна сиблон и его смесей с полиэфирным волокном может осуществляться на кольцевых прядильных машинах П-76-5М4, П-66-5М3, П-66-5М6 с вытяжным двухремешковым трехцилиндровым прибором типа ВР-1М или ВР-IV3М и на пневмомеханических прядильных машинах БД-200-М69 и ППМ-120МС. Общая вытяжка в вытяжном приборе кольцевых прядильных машин не должна превышать 33. Частная вытяжка в задней зоне вытяжного прибора (вторые и третьи пары валиков) устанавливается в пределах 1,9–2,3. Нагрузка на нажимные валики составляет (Н): I линия – 120–130; II и III линии – 90–100.

Между центрами цилиндров устанавливается следующее расстояние (мм): I–II линии – 44,45, II–III линии – 41–45. Коэффициент крутки при выработке пряжи из сиблона и его смесей с полиэфирным волокном устанавливается в зависимости от линейной плотности вырабатываемой пряжи и ее назначения.

При переработке волокна сиблон на пневмопрядильных машинах для расчесывающих барабанчиков применяют гарнитуру ОК-36, а при переработке смесей сиблона с полиэфирным волокном – гарнитуру ОК-37. Общая вытяжка на пневмопрядильных машинах при выработке пряжи линейной плотности 18,5 текс составляет 168–180 %. Частота вращения расчесывающих барабанчиков пневмопрядильных машин не должна превышать 6000 мин^{-1} . Скорость выпуска нити на пневмопрядильных машинах должна находиться в пределах 36,4–33,9 м/мин при использовании сиблона и 31,3–26,3 м/мин при использовании смесей с полиэфирным волокном.

Для нормализации процесса прядения и получения качественной пряжи на машинах БД-200-М69 необходима тщательная подготовка полуфабрикатов из волокна сиблон: число пороков в чесальной ленте не должно превышать 6 на 1 г ватки прочеса; не допускается возврат „шляпочных” очесов в собственную сортировку; отклонение фактической линейной плотности ленты от номинальной линейной плотности ленты, поступающей с различных чесальных машин не должно превышать $\pm 6 \%$; неровнота ленты с выпускной ленточной машины на приборе Устер не должна превышать

ТАБЛИЦА 5.1

Ткань (состав ткани)	Линейная плотность пряжи, текс	Мас- са 1 м ² тка- ни, г	Прочность полоски ткани* (50 × × 200 мм), Н	Стой- кость к ис- тира- нию, циклы	Усадка* %	Несми- нае- мость, %
Сорочечная (33 % сиблона, 67 % лавсана)	11,7 11,7 × 2	125,6 123,6	700/470 690/370	2471 2711	2/1,8 2,5/0,5	59 64
Плательная (100 % сиб- лона)	25	123,1	620/290	555	3,5/1,9	51
Плательная: основа (50 % сиблона, 50 % лав- сана) уток (100 % сиблона)	11,7 × 2 25	121,5	460/310	1007	2,4/1,9	52
Сорочечная (50 % сибло- на, 50 % лав- сана)	11,7 × 2	110,7	510/260	2284	2,3/2	58
Плательная арт. 72173 (100 % обыч- ного вискоз- ного волокна)	25	130,6	350/200	200	4/2	50
Сорочечная арт. 82180 (20 % обыч- ного вискоз- ного волокна, 80 % лавсана)	11,7 × 2	135,8	300/200	2000	3/2	58

* Цифры в числителе — по основе, в знаменателе — по утку.

4,0 %, а неровнота ленты однометровыми отрезками — 3,0 %. Для нормального протекания технологического процесса переработки необходимо соблюдение установленного температурно-влажностного режима:

Цех	Температу- ра, °С	Влажность, %
Сортировочно-трепальный	22–24	55–60
Чесальный	24–26	60–65
Ленточно-ровничный	24–26	60–65
Прядильный	24–27	55–65

Ткани из 100 %-ного сиблона и из смесей сиблона с полиэфирным волокном имеют улучшенные эксплуатационные свойства и удовлетворяют требованиям потребителей. В табл. 5.1 приведены показатели тканей нового ассортимента. Для сравнения приводятся показатели тканей из обычного вискозного волокна и из его смесей с хлопком.

Сорочечные и плательные ткани с содержанием 33–50 % сиблона в смесях с лавсаном имеют более высокие прочность, несминаемость, стойкость к истиранию и пониженную усадку, чем аналогичные ткани с содержанием обычного вискозного волокна. Сорочечная ткань из пряжи линейной плотности 11,7 текс с вложением 33 % волокна сиблон принята по высшей категории качества. Как видно из данных таблицы ткани из 100 %-ного сиблона по основным показателям также превосходят ткани из обычного вискозного волокна.

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИНОЗНОГО ВОЛОКНА В ШЕЛКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Особенностью полинозного волокна является высокие прочность и модуль упругости в мокром состоянии и пониженное удлинение.

Благодаря этому полинозное волокно, как и волокно сиблон, находит применение в шелковой промышленности в смесях с полиэфирным волокном, а также в чистом виде для производства тканей, используемых для получения искусственной кожи и офсетных пластин, для которых необходима высокая прочность и низкое удлинение.

Одним из эффективных направлений использования полинозного волокна является получение смешанной вискозно-полинозной пряжи. Полинозное волокно имеет высокий модуль упругости в мокром состоянии (180–240 сН/текс) и даже при небольших добавках его к обычному вискозному волокну улучшаются качественные показатели тканей и значительно снижается их усадка вследствие увеличения упругих свойств пряжи.

ТАБЛИЦА 5.2

Содержание полинозного волокна в пряже, %	Показатели полоски тка- ни 50 X X 200 мм (по основе)		Усадка *, %	Несминае- мость *, %	Устойчи- вость к истира- нию, циклы	Гигро- скопич- ность, %
	проч- ность, Н	удли- нение, %				
0	495	12,7	11,0/0,92	40,4/41,0	1582	16,4
10	342	14,3	9,5/1,08	40,0/40,6	1549	15,6
20	692	13,3	5,5/4,5	54,5/54,3	3021	15,8
50	713	10,8	5,5/4,15	52,6/58,6	2913	15,7

* Цифры в числителе — по основе, в знаменателе — по утку.

ЦНИИШВ и НПО Химволокно были проведены исследования возможности использования Полинозного волокна в смеси с обычным вискозным волокном для изготовления тканей бытового назначения. Полинозное волокно перерабатывалось в смеси с вискозным при следующем соотношении компонентов (%): 10:90; 20:80; 50:50. Выработка пряжи линейной плотности 25 текс и 25 текс X 2 всех смесей проводилась по типовым планам прядения. Переработка по переходам прядения не вызвала затруднений, процесс прядения протекал стабильно. Пряжа соответствовала требованиям ГОСТ 8299-72 на I сорт. При этом удлинение пряжи с вложением полинозного волокна снизилось на 25-48, усадка — на 20-30 %. Из пряжи с различным вложением полинозного волокна выработаны образцы тканей. Отделка тканей проводилась по следующему режиму:

1) отварка на джигере при 70 °C в течение 60 мин в растворе Na_2CO_3 (1,5-2 г/л) с добавлением неионогенного смачивателя (1,5-2 г/л); 2) промывка; 3) отбелка при 98-100 °C в течение 60 мин раствором, содержащим 2,5-3 г/л 100 %-ного H_2O_2 , 5 г/л метасиликата натрия и 0,5 г/л смачивателя; 4 — промывка; 5 — крашение; 6 — промывка; 7 — сушка; 8 — заключительная отделка на сушильно-ширильно-стабилизационной раме раствором, содержащим 15 г/л гликазина, 30 г/л эмульсии ГКЖ-94, 0,5 г/л смачивателя и 1 г/л NH_4Cl .

Показатели тканей из смешанной вискозно-полинозной пряжи приведены в табл. 5.2.

При добавке полинозного волокна к обычному вискозному в количестве от 20 до 50 % прочность тканей повышается на 40, несминаемость — на 35 %; при этом также снижается усадка на 40-60 % и повышается износостойкость тканей. Эти смеси рекомендованы к внедрению в производство.

ПЕРЕРАБОТКА ВОЛОКНА СИБЛОН В ЛЬНЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Повышенный спрос на льняные ткани бытового назначения (простынные полотна, полотенца, скатерти, салфетки и др.) обусловлен высокими санитарно-гигиеническими и эстетическими свойствами, присущими изделиям из льна, — способностью сохранять после стирки исходный внешний вид и комфортность в процессе эксплуатации. В связи с дефицитом льна предложено применять для выпуска этих изделий пряжу из смесей льна с вискозным высокомолекулярным и полинозным волокнами.

Применение волокна сиблон линейной плотности 0,312 и 0,44 текс в смесях с льном представляет интерес для расширения областей применения прогрессивного способа пневмомеханического прядения при производстве полотенежных, скатертных и бельевых тканей (данным способом можно получать пряжу только из смесей с тонковолокнистым компонентом), а также для увеличения сырьевых ресурсов при выработке бельевых тканей из пряжи классического способа прядения.

Переработка высокомолекулярного волокна осуществляется способом пневмомеханического прядения при смешивании лентами с предварительно отбеленным льняным очесом и способом мокрого кольцевого прядения при смешивании с чесальным льном и очесом. Прочность высокомолекулярного волокна льняного типа — 29-33, в мокром состоянии — 22-24 сН/текс; модуль упругости в мокром состоянии 60-80, прочность в петле 6-9 сН/текс, удлинение — 18-22 %.

При получении пряжи из смеси высокомолекулярного волокна и льна способом мокрого прядения переработка высокомолекулярного волокна на чесальных машинах осуществляется в чистом виде, смешивание — на ленточных машинах. Пряжа вырабатывается из беленой ровницы.

Технологический процесс беления ровницы в аппаратах типа АКД включает следующие стадии:

1) хлоритную обработку в течение 60 мин при 45 °C в растворе, содержащем 3,7-4,3 (в пересчете на активный хлор) хлорита натрия; 2,8-2,9 нитрита натрия; 2,7-3 г/л серной кислоты;

2) окислительную варку при 95-98 °C в течение 60 мин в растворе, содержащем 0,4-0,5 полифосфата натрия; 1,9-2 NaOH, 20-20,5 Na_2CO_3 ; 10,5-12,7 Na_2SiO_3 и 0,85-0,95 г/л H_2O_2 (в пересчете на активный кислород). Общая щелочность раствора 11-11,5;

3) промывку в растворе полифосфата натрия (0,5-1 г/л) при 70-75 °C;

ТАБЛИЦА 5.3

Содержание сиблона в смесях со льном, %	Линейная плотность, текс	Прочность, сН/текс	Разрывное удлинение, %	Коэффициент вариации по прочности, %	Обрывность на 100 веретен/ч
0	56	22,7	1,2	16,7	9,3
25	56	18,3	2,6	19,8	3,8
33	56	18,7	3,5	15,1	5,7
0	85,7	14,8	1,5	23,3	11,8
10	87	15,4	4,8	16,9	10,1
16	90,7	15,4	3,0	17,1	7,8
25	91,2	16,0	7,1	16,0	6,7
33	90,0	14,4	5,7	14,9	6,2
50	85,8	17,0	7,9	14,5	1,5

- 4) кисловку уксусной кислотой (0,8–1,0 г/л);
5) промывку холодной водой.

Пряжа вырабатывается из ровницы на кольцепрядильных машинах ПМ-88-Л15. Основные физико-механические показатели пряжи приведены в табл. 5.3. Пряжа линейной плотности 56 текс вырабатывалась из смеси сиблона и льняного волокна, пряжа других линейных плотностей — из смеси высокомолекулярного волокна и льняного очеса **№ 7**.

При смешивании высокомолекулярного волокна с льняным очесом по мере увеличения содержания высокомолекулярного волокна увеличивается прочность пряжи, снижаются коэффициент вариации по разрывной нагрузке и обрывность в прядении. Наиболее существенное улучшение процесса прядения происходит при вложении в смесь 50 % высокомолекулярного волокна. Прочность пряжи в этом случае увеличивается на 15 % с одновременным снижением обрывности на 87 %. При переработке смесей льна с вложением сиблона в количестве 25–33 % обрывность при прядении снижается на 38 %, но при этом наблюдается некоторое снижение прочности пряжи.

В табл. 5.4 представлены физико-механические показатели тканей (арт. 05132), выработанных из смесей высокомолекулярного и льняного волокон.

Как видно из приведенных в таблице данных, исходная ткань с содержанием 25 % высокомолекулярного волокна по разрывной нагрузке незначительно отличается от чисто льняной ткани и более чем в 2 раза превосходит льняную ткань

по стойкости к истиранию. После 54 стирок прочность тканей по основе уменьшается. У тканей с вложением 25 и 33 % волокна сиблон наблюдается менее интенсивное падение прочности — соответственно на 11 и 10 % по сравнению с льняной тканью (19 %) при сохранении преимуществ смешанных тканей по стойкости к истиранию. Повышенная устойчивость к истиранию льняных тканей, содержащих высокомолекулярное вискозное волокно, обуславливает целесообразность применения высокомолекулярного волокна в смеси с льном в производстве тканей, подвергающихся частым стиркам (в частности, постельного, нательного, столового белья и полотенец), основной причиной износа которых является низкая устойчивость к истиранию.

Переработка высокомолекулярного волокна также осуществляется высокопроизводительным способом пневмомеханического прядения. Высокомолекулярное волокно смешивается лентами с отбеленным льняным очесом. Из смеси, содержащей 33 % сиблона линейной плотности 0,519 текс при стабильном протекании процесса прядения можно получить пряжу линейной плотности 96 текс, при введении в смесь 33 % сиблона линейной плотности 0,44 текс получают пряжу линейной плотности 86 и 96 текс.

В табл. 5.5 приведены физико-механические показатели тканей типа арт. 05283 из льносиблонной пряжи, пневмомеханического способа прядения.

Как видно из данных таблицы, ткани из льносиблонной пряжи пневмомеханического способа прядения по сравнению с тканями равной поверхностной плотности и сырьевого состава из пряжи кольцевого способа прядения (см. табл. 5.4) имеют на 20–30 % ниже разрывную нагрузку, но при этом

ТАБЛИЦА 5.4

Содержание сиблона в смесях со льном, %	Ткань до обработки		Ткань после 54 стирок	
	разрывная нагрузка по лоску* (50 × 200 мм), Н	стойкость к истиранию, циклы	разрывная нагрузка по лоску* (50 × 200 мм), Н	стойкость к истиранию, циклы
0	755/637	12 408	608/799	5 758
25	748/784	27 165	664/683	12 813
33	617/632	21 475	555/647	11 547

*Цифры в числителе — по основе, в знаменателе — по утку.

ТАБЛИЦА 5.5

Содержание сиблona в смеси, %	Линейная плотность, текс		Поверх- ностная плотность ткани, г/м ²	Разрывная нагрузка полоски ткани* (50 × × 200 мм), Н	Раздираю- щая на- грузка по- лоски тка- ни* (50 × × 200 мм), Н	Стой- кость к исти- ранию, тыс. ци- клов
	воло- кна	пря- жи				
33	0,44	96	196,8	434/341	51,9/67,6	27,5
	0,519	96	198,6	525/302	21,6/23,5	19,9
	0,44	86	208	466/405	74,5/44,1	32,4
50	0,44	96	182,8	492/444	77,4/41,2	17,8
	0,519	96	210	515/270	19,6/25,6	15,4

* Цифры в числителе — по основе, в знаменателе — по утку.

значительно более высокую устойчивость к истиранию и более низкий темп изменения исходных свойств в процессе стирок и носки.

Показатели бельевых тканей типа арт. 05283 из смешанной пряжи пневмомеханического способа прядения удовлетворяют требованиям ГОСТ 10138—79 (поверхностная плотность, разрывная нагрузка полоски ткани по утку и стойкость к истиранию составляют соответственно 274 г/м², 490 Н и 6 тыс. циклов).

Для сравнительных исследований свойств тканей из смесей льна с сиблоном и льна с лавсаном на машине ПМ-88-ЛЗ была выработана пряжа линейной плотности 46 текс, преимущественно используемая для производства столового и постельного белья.

Перерабатывались: чесальное льняное волокно № 16; лавсановое волокно 0,5 текс с длиной резки 90–100 мм и прочностью 43 сН/текс; высокомолекулярное вискозное волокно 0,35–0,45 текс, длиной резки 80 мм и прочностью 33 сН/текс. Содержание льняного и химических волокон в пряже установлено в максимально возможном диапазоне с учетом технологических особенностей процесса прядения: лавсана — от 5 до 83, сиблona — от 5 до 50 %. В качестве контрольных образцов использовалась льняная и лавсановая пряжа. Из исследуемой пряжи были выработаны ткани 18 вариантов: типа арт. 052159 с использованием в основе хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 28 текс, в утке — пряжи из исследуемой смеси.

Определяющими показателями бельевых тканей является прочность и стойкость к истиранию. Прочность тканей по основе мало зависит от содержания химических волокон в утке; прочность смешанных тканей по утку снижается при увеличении содержания лавсана и высокомолекулярного волокна до 33 % (рис. 5.1), при увеличении содержания

Рис. 5.1. Зависимость прочности по утку P тканей на основе лавсана (1, 2) и сиблona (3, 4) от содержания волокон в уточной пряже $C_{вол}$.

1, 3 — до обработки; 2, 4 — после трех стирок

химических волокон

до 50 % прочность ткан-

ней увеличивается. Бо-

лее интенсивно возрас-

тает прочность ткани,

содержащей сиблон. После

трех стирок наблюдается ана-

логичная зависимость.

Из данных по стойкости к истиранию исследуемых тканей (рис. 5.2) можно сделать вывод, что при изменении содержания лавсана от 0 до 50 % в уточной системе нитей стойкость к истиранию льнолавсановых тканей снижается. В этом случае лавсановая составляющая действует как абразивный материал на мягкую основную пряжу. Стойкость к истиранию

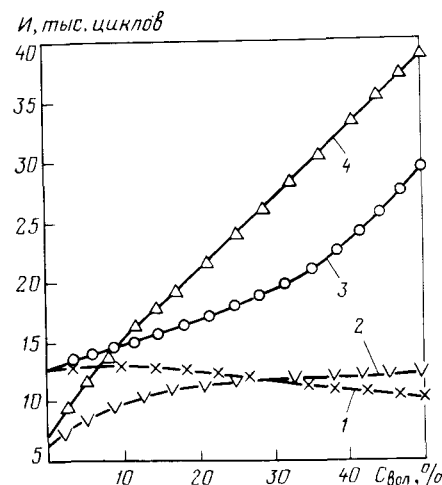


Рис. 5.2. Зависимости стойкости к истиранию U тканей на основе лавсана (1, 2) и сиблona (3, 4) от содержания волокон в уточной пряже $C_{вол}$.

1, 3 — до обработки; 2, 4 — после трех стирок

тканей, содержащих в утке сиблон, резко возрастает при увеличении его содержания до 50 %. После трех стирок эта закономерность сохраняется. В то же время стойкость к истиранию чисто льняных тканей после стирок резко снижается.

Проведенные исследования показывают, что по основным свойствам ткани из смесей льна с сиблоном превосходят льнолавсановые ткани. Это дает основание рекомендовать смеси сиблона с льном для производства бельевых тканей, что позволит значительно расширить сырьевые ресурсы льняной промышленности, увеличить выпуск высококачественных тканей при одновременном снижении их себестоимости на 5–6 %.

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИНОЗНОГО ВОЛОКНА В ЛЬНЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Свойства полинозного волокна — высокие прочность и модуль упругости в мокром состоянии, пониженное удлинение, повышенная стойкость к щелочным обработкам — наиболее близки к свойствам льна. Это дает возможность успешно перерабатывать полинозное волокно в смесях с хлопком, а также в смесях со льном по системе мокрого прядения и получения высококачественной пряжи и тканей. Применение полинозного волокна в льняной промышленности является одним из наиболее перспективных направлений его использования. Замена чесаного льна полинозным волокном имеет большое народнохозяйственное значение, так как льняная промышленность испытывает большой дефицит в высококачественном сырье.

Зарубежными фирмами делались неоднократные попытки [58] освоить выпуск полинозного волокна линейной плотности 0,5 текс для переработки в смесях с льном в соотношении 50:50. Исходное полинозное волокно имело прочность 31,5 сН/текс при удлинении 9,0 %; потеря прочности в мокром состоянии составляла 27,0 %.

Волокно с более высокой прочностью может быть получено при осуществлении ориентационной вытяжки в две стадии. На первой стадии проводится холодная вытяжка на воздухе, на второй — в пластификационной ванне при 95–97 °С на 5–15 %. Влияние величины пластификационной вытяжки на прочность волокна можно проследить по данным табл. 5.6. Линейная плотность исходного волокна 0,59–0,62 текс.

ТАБЛИЦА 5.6

Пластификационная вытяжка, %	Линейная плотность, текс	Прочность, сН/текс	Удлинение, %	Прочность в петле, сН/текс
0	0,59	31,8	12,2	3,9
5,0	0,60	33,8	13,1	3,7
10,0	0,62	35,8	12,5	3,8
14,4	0,62	35,8	12,8	3,2

Прочность с увеличением пластификационной вытяжки до 14,4 % возрастает с 31,8 до 35,8 сН/текс.

Полинозное волокно линейной плотности 0,60 текс, используемое для переработки со льном, формируется при более высоких скоростях, что дает возможность повысить экономические показатели процесса.

Скорость формования практически не влияет на показатели полинозного волокна, что видно из приводимых в табл. 5.7 данных.

Для формования волокна применяли вискозу с содержанием α -целлюлозы 6,5 % и гидроксида натрия 4 %. Вязкость вискозы 30–35 Па·с, индекс зрелости по NaCl 17–19. Вискозу формовали при 18–20 °С в осадительную ванну, содержащую (г/л): 26–28 H_2SO_4 , 60–80 Na_2SO_4 и 0,3–0,6 $ZnSO_4$. Плотность осадительной ванны 1,065–1,075 г/см³. Показатели полученного волокна приведены ниже:

Линейная плотность, текс	0,64–0,69
Длина волокна, мм	115
Прочность, сН/текс	35,1–36,2
Удлинение, %	12,3–12,6
Прочность в петле, сН/текс	3,6–4,1
Модуль упругости в мокром состоянии, МПа	2760–3000
Потеря прочности в мокром состоянии, %	24–30
Растворимость в 6,5 %-ном растворе NaOH, %	1,2–1,6

В сравнении с высокомолекулярным волокном льняного типа полинозное характеризуется более высокими прочностью (на 18–22 %) и модулем упругости в мокром состоянии (на 60–70 %), меньшей потерей прочности в мокром состоянии (24–30 %) и меньшей растворимостью в щелочи (1,2–1,6 %), что особенно важно при переработке полинозных волокон в смесях со льном, ткани из которого подвергаются отделке в щелочной среде в жестких условиях. Отрицательным свойством полинозного волокна является его повышенная хрупкость — прочность в петле не превышает

ТАБЛИЦА 5.7

Скорость формования, м/мин	Линейная плотность, текс	Прочность, сН/текс	Удлинение, %	Прочность в петле, сН/текс
14	0,64	35,8	13,4	3,8
16	0,65	36,1	13,3	3,7
19	0,67	35,8	12,3	3,7

3,6—4,1 сН/текс. Поэтому полинозное волокно целесообразно применять в первую очередь в ассортименте изделий, не подвергающихся в процессе эксплуатации значительным знакопеременным изгибающим нагрузкам, например для выработки постельного и столового белья.

Чесание полинозного волокна проводилось на машинах Ч-460-ЛП. Ленты из чесаного льна вырабатывались на раскладочной машине РП-500-И. Смешение компонентов осуществлялось лентами на червячной ленточной машине таким образом, что на две льняные ленты приходилась одна полинозная и содержание полинозного волокна в готовых изделиях составляло 33 %.

Льнополинозная ровница отбеливалась на аппарате ОБ-500-Л, причем концентрация химических реагентов была уменьшена по сравнению с отбеливанием льняной пряжи на 30 %. Прядение проводили на машине ПМ-88-ЛЗ при однозонной заправке вытяжного прибора. По сравнению с контрольным вариантом обрывность снизилась на 20 %, хотя в качестве контрольного образца использовали льняную пряжу с добавкой 6 % лавсана, которая существенно снижает обрывность при прядении.

Физико-механические свойства полученной пряжи в сравнении с льняной приведены ниже:

	Льнополинозная пряжа	Льняная пряжа (с 6 % лавсана)
Линейная плотность, текс	55,5	57,4
Прочность, сН/текс	19,6	18,0
Коэффициент вариации, %:		
по линейной плотности	2,9	4,4
по прочности	18,1	17,8
Обрывность на 100 веретен/ч	24	30

Технологические процессы подготовки пряжи к ткачеству и самого ткачества проводили по режимам, принятым для процессов ткачества льна. Осложнений в подготовке

ТАБЛИЦА 5.8

Ткань	Поверхностная плотность ткани, г/м ²	Число нитей на 10 см тка-ни*	Прочность*, Н	Удлинение*, %	Усадка*, %
Скатертная льняная арт. 011123	216	196/190	786/660	16/14	2,1/0,9
Скатертная типа арт. 011123 с льнополинозным утком	228	202/192	790/870	17/16	5,0/3,0
Скатертная льнополинозная типа арт. 011123	226	193/186	788/772	15,5/13,5	2,9/0,6
Простынное льняное полотно арт. 05249	156	240/148	380/540	16/17	6,0/4,0
Простынное полотно типа арт. 05249 с льнополинозным утком	150	239/151	423/626	15/17	5,5/3,5
Простынное полульняное полотно арт. 05269	148	233/141	467/592	17/16,9	8,6/0,2
Простынное полотно типа арт. 05269 с льнополинозным утком	153	241/141	480/612	19/22	6,3/0,9

* Цифры в числителе — по основе, в знаменателе — по утку.

основы и утка не было. При применении льняной пряжи обрывность при ткачестве составляла на 1 м ткани: по основе — 3,4, по утку — 1,1 (принятая норма — соответственно 3,0 и 0,5). При переработке льнополинозной ткани обрывность на 1 м ткани составляла: по основе — 2,9, по утку — 0,5, т. е. процесс проходил с меньшей обрывностью.

Полученная пряжа была использована для выработки льнополинозной скатертной ткани типа арт. 011123 (с льнополинозной пряжей в основе и утке, а также с применением этой пряжи только в утке). Кроме того, вырабатывали полульняное простынное полотно арт. 05249 и 05269. Физико-механические свойства полученных тканей приведены в табл. 5.8.

Результаты испытаний тканей показали, что при введении 33 % полинозного волокна в смеси со льном показатели тканей не только не ухудшаются, но в ряде случаев улучшаются. Так, например, прочность по утку превосходит прочность чисто льняных тканей. Оценка льнополинозных тканей по устойчивости к многократным стиркам показала, что потеря их прочности близка к показателям для льняных и полульняных тканей.

Переработка полинозного волокна на предприятиях льняной промышленности подтвердила техническую и экономическую целесообразность применения полинозного волокна в смесях с чесаным льном [59]. Выпуск полинозного волокна линейной плотности 0,67 текс для смесей со льном может быть осуществлен на одном из действующих предприятий за счет реконструкции производства обычного вискозного штапельного волокна или вискозного корда без потери мощности. Техничко-экономический расчет производства полинозного волокна линейной плотности 0,67 текс в объеме 10 тыс. т/год показал, что объем товарной продукции в стоимостном выражении возрастает на 20,5 млн. руб/год, а производительность труда увеличится на 54 %. При этом срок окупаемости не превысит одного года.

ПЕРЕРАБОТКА ВИСКОЗНОГО ВЫСОКОМОДУЛЬНОГО ВОЛОКНА В АСБЕСТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Высокомодульное волокно применяется в асбестовой промышленности для полной замены хлопка при производстве асбестовых текстильных и технических изделий: шнуров, сальниковых набивок, лент, тканей и накладок сцепления.

ТАБЛИЦА 5.9

Показатели	Линейная плотность пряжи*, текс				
	500	680	810**	840	1250
Линейная плотность волокна, текс	518/513	667/699	1116/1000	910/910	1351/1220
Неровнота по линейной плотности, %	7,0/6,3	5,8/5,9	9,9/8,5	6,9/7,6	6,5/8
Прочность, сН/текс	1,6/1,9	1,6/1,8	1,8/2,7	1,6/2,1	1,2/1,5
Неровнота по прочности, %	22,2/21,0	16,2/17,2	—	23,8/25	25,2/20,6
Крутка, витки/м	303/273	293/267	245/235	269/246	193/182
Потеря массы при прокаливании, %	29,2/28,9	29,4/29	31/32	29/31,4	30/31,7
Обрывность при прядении на 100 веретен/ч	6/9	14/21	10/0	30/22	15/9

* В числителе приведены показатели для хлопка, в знаменателе — для сиблона; обрывность для хлопка — нормированная.

** Пряжа армирована проволокой.

Из смеси асбеста с высокомолекулярным вискозным волокном вырабатывается пряжа линейной плотности 500, 680, 840, 1250 текс, а также пряжа линейной плотности 810 текс с про-волокой для производства автомобильных накладок сцепления.

Высокомолекулярное волокно обрабатывается на кипном рыхлителе РКА-2Х, поступает в наклонный очиститель ОН-6-2, а затем в дозатор ДХ. Асбест перед смешиванием обрабатывается на грохоте ЦПГ и также подается в дозатор. Компоненты смеси порциями дозируются на смешивающий транспортер РП-5 и направляются в шпальную машину ШЗ-140, где производится дальнейшее перемешивание волокна с асбестом; затем смесь вентилятором подается в смешивающую машину и механизированный питатель кардочесального аппарата для производства ровницы. Пряжа вырабатывается на прядильных машинах П-176-А2, нить — на крутильных машинах К-176-А и фирмы „Текстима“. Заправочные параметры изготовления ровницы, пряжи, нити и изделий соответствуют нормативным показателям типового технологического регламента без изменений режима работы оборудования. В табл. 5.9 приведены показатели пряжи из смесей асбеста, хлопка и волокна сиблон различной линейной плотности.

Прочность асбестовой пряжи при замене хлопка высокомолекулярным вискозным волокном увеличивается на 15—30 %, а в отдельных случаях (в частности, при получении пряжи для накладок сцепления) — на 50 %. Полученный запас прочности дает возможность снизить крутку пряжи на 5—10 %, уменьшить обрывность при прядении и значительно повысить производительность. Те же преимущества имеют и нити. Качественные показатели готовых асбестовых изделий, полученных с вложением вискозного высокомолекулярного волокна, соответствуют требованиям ГОСТ.

Глава 6

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОЛОКНА СИБЛОН

Развитие производства вискозных волокон зависит от многих факторов: социально-экономических, организационно-технических, экологических, уровня потребления. В СССР на объем

выпуска вискозных волокон и их структуру (ассортимент), как и на развитие других видов химических волокон и нитей, в первую очередь влияет потребность в них народного хозяйства.

Значительная потребность в вискозных высокомолекулярных волокнах на перспективу обусловлена комплексом ценных свойств этих волокон и изделий из них. Так, высокие гигиенические свойства этих волокон позволяют использовать их для выпуска бельевых, полотенежных, подкладочных тканей, а также тканей и трикотажных изделий для детей. Отличительной особенностью вискозных высокомолекулярных волокон является их хорошая способность к переработке, что позволяет использовать их в смесях с хлопком и другими синтетическими волокнами для получения пряжи, тканей и готовых изделий высокого качества.

В перспективе для удовлетворения возрастающей потребности легкой промышленности в вискозных высокомолекулярных волокнах намечается пустить в производство вторую очередь завода „Сибволокно“ и реконструировать действующие предприятия для выпуска этих волокон. Для осуществления этой задачи наша промышленность имеет ряд предпосылок.

1. Накоплен достаточный опыт производства вискозного высокомолекулярного волокна сиблон на заводе „Сибволокно“.

2. Процесс производства вискозных высокомолекулярных волокон базируется на сырьевой базе, традиционной для получения вискозных волокон всех видов. Один из основных видов сырья — целлюлоза — вырабатывается на основе постоянно возобновляющихся запасов древесины.

3. Планируемый выпуск вискозных высокомолекулярных волокон позволит высвободить часть плодородных земель южных районов страны, используемых под хлопок-сырец для выращивания зерновых культур и другой сельскохозяйственной продукции.

4. Развитие производства вискозных высокомолекулярных волокон позволит получить большой народнохозяйственный экономический эффект, поскольку трудовые затраты и капитальные вложения на выпуск этих волокон значительно ниже по сравнению с затратами на получение хлопкового волокна.

5. Техничко-экономические показатели переработки вискозных высокомолекулярных волокон в текстильной промыш-

шленности по сравнению с переработкой хлопкового волокна выше, так как она осуществляется с меньшими отходами и с более высокой производительностью.

6. Дальнейшее расширение использования волокна сиблон в смесях с хлопком и другими синтетическими волокнами позволит увеличить ассортимент выпускаемых тканей и трикотажных изделий с одновременным повышением их качества.

При оценке технико-экономических показателей было установлено, что себестоимость волокна сиблон выше себестоимости средневолокнистого хлопка на 5,5 %, но ниже себестоимости тонковолокнистого хлопка на 46,2 %. При соотношении средневолокнистых и тонковолокнистых сортов хлопка 77,2 : 22,8 %, заменяемых при выработке хлопко-сиблоновой пряжи различного ассортимента и назначения, себестоимость волокна сиблон ниже средней себестоимости хлопкового волокна на 13,5 %. Трудоемкость волокна сиблон ниже трудоемкости хлопка в 3,4–4 раза. Однако удельные капитальные вложения в производство волокна сиблон с учетом капитальных вложений в сопряженных отраслях (на производство исходного сырья, химических материалов и волокна) выше по сравнению с удельными капитальными вложениями на производство хлопка на 28,2 %. Годовой народнохозяйственный экономический эффект от производства и использования вискозного высокомолекулярного волокна в 1985 году составил около 330 руб/т.

Следует отметить, что при реконструкции действующих производств для выпуска вискозных высокомолекулярных волокон потребуется в три-четыре раза меньше капиталовложений, чем на новое строительство.

Проблема необходимости дальнейшей организации производства вискозных модифицированных волокон с точки зрения экономической оправданности в народнохозяйственном масштабе является многоаспектной.

При этом следует выделить главную задачу — не расширять посевные площади, занятые под технические культуры.

По данным работы [61], на производство 1 т вискозного высокомолекулярного волокна расходуется 1,144 т целлюлозы, или 6,9 м³ древесины. Для заготовки этого количества древесины необходимо 0,86 га площади лесных участков. Были определены [62, с.249] земельные площади, необходимые для выращивания хлопка с учетом коэффициента замены хлопкового волокна вискозным высокомолекулярным волокном, равным 1,1. В расчете на хлопковое волокно

урожайность хлопчатника составляет 0,71 т/га при выходе хлопкового волокна 27 % от количества хлопка-сырца. С учетом коэффициента замены для выращивания хлопка-сырца для производства 1,1 т хлопкового волокна требуется 1,55 га плодородной земли.

Решению экономической проблемы рационального использования земли может способствовать включение в сопоставительные расчеты показателей экономической или энергетической оценки земли [63, 64]. По этим расчетам использование 1 т высокомолекулярного вискозного волокна дает возможность высвободить 0,88 га соизмеримой площади земли.

При энергетической оценке земельных площадей для организации производства вискозного высокомолекулярного волокна необходим лесной участок площадью 0,86 га в расчете на 1 т этого волокна (средняя энергетическая оценка данного участка — 3 Гкал). Для выращивания же 1,1 т хлопкового волокна требуется 1,55 га плодородной земельной площади. Энергетическая оценка в данном случае составляет 17,5 Гкал. Производство и использование 1 т вискозного высокомолекулярного волокна позволит, в частности, высвободить плодородные земли с энергетической оценкой 14,5 Гкал для выращивания сельскохозяйственной продукции, что дает большой народнохозяйственный эффект, приведенные затраты с учетом фактора времени [66, с.82–84] на 1,1 т хлопкового волокна на 45 % выше, чем на производство 1 т вискозного высокомолекулярного волокна.

Для объективной оценки технико-экономических предпосылок дальнейшего развития производства волокна сиблон следует учитывать экономические показатели сопоставимых видов химических волокон (себестоимость, удельные капитальные вложения, трудоемкость, энергоемкость и приведенные затраты). В табл. 6.1 приведены показатели для вискозных высокомолекулярных полиамидных (капрон), полиэфирных (лавсан) и полиакрилонитрильных (нитрон) волокон.

Как видно из приведенных в табл. 6.1 данных, капитальные вложения на производство волокна сиблон на 28,5 % выше, чем на производство обычного вискозного волокна, а капитальные вложения на производство капрона и лавсана — выше соответственно на 14 и 7,8 %. Для производства нитрона и сиблона характерна более высокая трудоемкость (соответственно 238,1 и 159,4 %) по сравнению с трудоемкостью обычного вискозного волокна.

По показателю энергоемкости более экономичны производство лавсана и капрона. Необходимо отметить, что при выборе менее энергоемких видов химических волокон следует учитывать и сопряженные энергозатраты и энергоемкость теплотворных видов сырья, расходуемых в сопряженных отраслях (древесина, нефть, газ) [67]. Так, если по прямой энергоемкости производства волокон соотношение между обычным вискозным волокном и волокнами капрон,

ТАБЛИЦА 6.1

Показатель	Капрон*	Лавсан	Нитрон	Сиблон
Себестоимость	128,2	94,6	155,7	122,8
Удельные капитальные вложения	114	107,8	141,6	128,5
Трудоемкость	102	120,5	238,1	159,4
Энергоемкость	78,1	43,3	138,1	138,6
Приведенные затраты	123,6	98,1	151,8	119

Примечание. Линейная плотность капрона — 0,25 — 0,28; лавсана, нитрона, сиблона — 0,167 текс. Показатели обычного вискозного волокна приняты за 100 %.

лавсан, нитрон, сиблон составляет 100; 78,1; 43,3; 138,1 и 138,6 %, то по показателю полной энергоемкости (с учетом энергоемкости теплотворных видов сырья) это соотношение меняется и составляет соответственно 100; 170,8; 155,5; 117,7 и 131,8 %. При сравнительном анализе приведенных затрат необходимо учитывать различие в физико-химических, механических, гигиенических и других свойствах волокон, обуславливающее разные области их применения. Кроме этого, при анализе приведенных затрат химических волокон одного потребительского назначения следует учитывать качество волокон и тканей из них. Такой учет проявляется в том, что сравниваемые приведенные затраты приводятся к сопоставимому виду по уровню качества продукции [68].

Вискозное высокомолекулярное волокно по своему качеству в 2,8 раза превосходит обычное вискозное волокно. Народнохозяйственный экономический эффект от производства и использования вискозных высокомолекулярных волокон по сравнению с производством обычных вискозных волокон при учете показателей качества составит от 2,1 до 2,8 тыс.руб/т.

Основными направлениями в производстве вискозных высокомолекулярных волокон является разработка поточных линий для реконструкции действующих производств обычного вискозного волокна, а также дальнейшее совершенствование оборудования химических цехов, процессов регенерации отработанных растворов и улавливания вредных выбросов. Широко проводятся работы с целью повышения интенсификации производства и внедрения прогрессивных технологических схем, позволяющих снизить вредные выбросы в воздушную и водную среду.

Ниже приведены технико-экономические показатели производства высокомолекулярного вискозного волокна при

реконструкции действующих производств обычного вискозного волокна (показатели для вновь созданного предприятия приняты за 100 %):

Себестоимость	96
Капитальные вложения	26—35
Выпуск волокна (на 1 работающего)	126
Энергоемкость	85—95
Приведенные затраты	65—78

Как и в производстве обычного вискозного волокна, целесообразно создание специализированных производств высокомолекулярных вискозных волокон.

Но при этом намечается перспектива развития универсальных производств, оснащенных технологическими линиями большой производительности, на которых можно было бы осуществлять переход на выпуск волокон других видов.

Из изложенного выше вытекает, что по своим свойствам хлопкоподобные вискозные волокна (высокомолекулярные и полинозные), являются полноценными аналогами средне- и тонковолокнистого хлопка. В то же время они существенно превосходят последний по экономическим показателям. В связи с ростом народонаселения и усилением напряженности по обеспечению продовольствием в ближайшие годы встанет вопрос о высвобождении земель, занятых под выращивание хлопка, и широкое развитие производства хлопкоподобных волокон, создании мощностей по их выпуску, соизмеримых с современными объемами производства хлопка (несколько сотен тысяч тонн в год). Решение такой задачи возможно только на основе разработки принципиально новой техники и технологии, позволяющей повысить производительность единичного оборудования, решить вопросы малоотходности производства и охраны окружающей среды, а также при повышении экономичности, снижении энергоемкости и расширении ассортимента. Имеющийся производственный опыт, научно-исследовательские проектные разработки позволяют дать оптимистический прогноз на перспективу.

Так, создана и прошла успешную производственную проверку установка непрерывной мерсеризации УНМ-50 производительностью 50 т/сут. Существенно расширяются возможности по повышению производительности мерсеризационных установок до 75—100 т/сут при переходе на получение щелочной целлюлозы, содержащей 25—26 % α -целлюлозы, т. е. щелочной целлюлозы такого состава, которая в настоящее время получается в аппаратах ВА. Особенно большие возможности по созданию высокопроизводительного мерсеризационного

оборудования открываются при освоении метода отжима щелочной пульпы без дренажа и щелочной обработки целлюлозы так называемым „расчетным количеством” раствора гидроксида натрия, т. е. количеством, которое по расчету должно содержаться в приготовляемой вискозе. Речь идет о создании непрерывного действующего аппарата ВА производительностью до 100 т/сут, когда не образуется избыточная отжимная щелочь и отпадает необходимость в ее фильтрации и диализе. Это дает возможность повысить степень малоотходности производства.

Следующая технологическая стадия — ксантогенирование — также подвергается коренному усовершенствованию. Периодический способ ксантогенирования не перспективен, так как при увеличении объема аппарата операции по загрузке и выгрузке продукта по продолжительности становятся соизмеримыми с основным технологическим процессом. Перспективным является разработка непрерывного способа, осуществляемого при температуре, близкой к температуре кипения сероуглерода (46–50 °С). В этом случае все реакционное пространство заполнено парами сероуглерода, благодаря чему отпадает необходимость в перемешивании реакционной массы и резко упрощается аппаратное оформление. Равномерное распределение сероуглерода в ксантогенируемой щелочной целлюлозе достигается при выравнивании давления паров сероуглерода, которое проводится с высокой скоростью. Аппарат представляет собой цилиндрическую колонну диаметром 1,5 и высотой 3 м. При таких габаритах и высокой скорости процесса ксантогенирования при указанной температуре (8–10 мин) производительность аппарата составит 80–100 т/сут. Поскольку аппарат полностью заполнен парами сероуглерода и в нем отсутствуют движущиеся части, снижается взрывоопасность процесса и повышается его малоотходность.

Важным преимуществом непрерывного способа ксантогенирования является возможность применения мощных растирающих (измельчающих) устройств, позволяющих исключить первую фильтрацию. Этот эффект достигается благодаря разрушению волокнистой структуры геле-частиц, которое происходит только при напряжении сдвига выше 10 МПа. Растиратель, в котором создаются такие напряжения, может работать только в непрерывном режиме (например, при использовании шнека). При периодическом способе из-за короткой продолжительности выгрузки (10–15 мин) чрезмерно воз-

растает мощность привода, и процесс можно осуществить только при малой единичной мощности аппарата.

Одним из кардинальных усовершенствований технологии вискозного производства является переход на высококонцентрированные вискозы с содержанием α -целлюлозы, равным 11–12 %, что в пересчете на ксантогенат целлюлозы составит 13,5–15,0 %. Такая концентрация является типичной для производства синтетических волокон (например, полиакрилонитрильных) и накоплен большой практический опыт по переработке подобных формовочных растворов. Вязкость вискозы при этом возрастает до 25–35 Па·с, что диктует необходимость модернизации аппаратуры для ее фильтрации, обезвоздушивания и транспортировки. Наиболее прогрессивным оборудованием для фильтрации являются фильтры-сгустители типа „вискоматик” или КК-фильтров. Необходимые для их размещения производственные площади сокращаются в 5–10 раз по сравнению с производственными площадями при использовании традиционных рамных фильтр-прессов. При этом процесс полностью автоматизируется, а потери вискозы снижаются в 2–3 раза. Отходы „сгущенной” загрязненной вискозы могут быть использованы для получения другой продукции (вискозная губка, пленка), что повышает степень безотходности производства.

Одним из негативных факторов при производстве вискозных волокон является сложность обезвоздушивания формовочных растворов, которые обладают способностью к образованию устойчивых пен. Особенно большие трудности возникают при переходе к выпуску высококачественных волокон, формуемых в присутствии модификаторов и поверхностно-активных веществ, когда вынуждены прибегать к двухстадийному обезвоздушиванию под глубоким вакуумом. Существенное упрощение процесса достигается в том случае, когда обезвоздушивание проводится в режиме кипения в вакуумных центрифугах. Образующаяся пена высоковязкого раствора, попадая в поле центробежных сил, практически мгновенно разрушается.

Значительные возможности по повышению экономичности и снижению энергоемкости производства имеются в том случае, когда выбран оптимальный температурный режим получения вискозы. Установлено, что при применении эффективных растирателей растворение вискозы может проводиться без охлаждения при температуре 18–22 °С с доведением температуры к концу процесса за счет теплоты, выделяющей-

ся при механическом перемешивании, до 24–26 °С. Вискоза с такой температурой поступает на обезвоздушивание, где вследствие испарения части воды температура ее снова снижается до 18–20 °С, и при такой температуре вискоза направляется на фильтрацию и формование.

Главной проблемой при формировании является устойчивость процесса, определяющая практически все показатели работы производства: качество волокна, количество отходов, производительность оборудования, трудозатраты, степень регенерации сероуглерода и загазованность рабочей зоны. Сам по себе процесс формования является непрерывным, и только различные „возмущения”, обусловленные недостаточными чистотой технологических растворов и надежностью оборудования и не оптимальностью выбранных параметров технологического процесса обуславливают обрыв формирующихся волокон и необходимость перезаправки оборудования.

Имеются реальные предпосылки для увеличения продолжительности безобрывного формования до 2–3 недель и совмещения операции перезаправки оборудования с его профилактическим ремонтом. Повышение чистоты технологических растворов может быть достигнуто за счет применения более качественного сырья, использования для их приготовления обессоленной воды, изготовления всего оборудования из коррозионностойких материалов.

Механическая надежность оборудования зависит не только от качества изготовления, но также простоты и оптимальности конструкции, в частности от числа и сложности деталей, находящихся в тяжелых условиях эксплуатации при одновременном воздействии агрессивных сред (осадительная и пластификационная ванны) и значительных напряжений (ориентационное вытягивание, резка, отжим). В этой связи весьма перспективным является создание машин с уменьшенным числом формовочных мест. Это достигается при применении фильер на 200–250 тыс. отверстий. Каждая такая фильера заменяет целую секцию формовочной машины, в этом случае машина состоит всего из 8–10 формовочных мест. Соответственно сокращаются число дозирующих насосов, формовочных дисков, жгутопроводников, т. е. деталей, которые могут стать причиной выхода оборудования из строя. При этом уменьшаются габариты оборудования, что создает предпосылки для увеличения его мощности.

Среди многочисленных типов отделочных машин с точки зрения повышения производительности, простоты и надежно-

сти заслуживает внимания рольганговая машина с периодическим усиленным отжимом. Слой волокна толщиной 50–100 мм транспортируется по рольгангу. Через каждые 1,0–1,5 м установлены валы усиленного отжима. В промежутках между ними производится орошение волокна отделочными растворами. Интенсификация отделки осуществляется за счет многократного отжима и смачивания волокна. Транспортировка волокна происходит за счет тянущего усилия валов усиленного отжима, поскольку расстояние между ними небольшое, и слой волокна (холст) в этом случае способен передавать тянущее усилие.

Лимитирующей стадией при сушке волокна является теплопередача. Наиболее интенсивно подвод тепла осуществляется кондуктивно, т. е. путем прямого контакта нагретого тела с волокном. Заслуживает внимания создание высокопроизводительных сушилок для волокна по этому принципу. Сушильные машины такого типа широко используются в целлюлозной промышленности и их производительность достигает 100–150 т/сут. Нагрев волокна осуществляется между обогреваемыми отжимными барабанами. Отличительной особенностью машины для сушки волокна является установка между барабанами колковых рыхлителей. В сушильной машине такого типа отсутствует камера для кондиционирования, поскольку имеется возможность заключительную стадию сушки провести при высокой относительной влажности (60–80 %); выходящее из сушилки волокно имеет при этом влажность, равную 10–12 %.

При оценке перспективы развития возрастающее значение приобретает проблема малоотходности производства. Вискозный способ имеет в принципе в этом аспекте значительные возможности, хотя в настоящее время потери серной кислоты, сульфатов натрия и цинка достигают 50–200 кг на 1 т волокна. Анализ работы вискозных производств показывает, что сам технологический процесс даже при существующем уровне технологии является малоотходным. Основная масса потерь химикатов (до 90–95 %) происходит при проведении регенерационных процессов (выпарке, кристаллизации, фильтрации) и вследствие неудовлетворительной работы насосов, запорной арматуры, низкого качества трубопроводов. В регенерационных цехах (кислотных станциях) предстоит осуществить целый ряд мероприятий по предотвращению сброса химикатов, включая полный сбор и утилизацию стоков, образующихся при аварийных сбросах, промывке

и ремонте оборудования, набивке сальников и т. д. Комбинация этих мероприятий с различными методами регенерации (выпарка, электродиализ, ионный обмен) позволит достичь на вискозных производствах уровня малоотходных.

Основным направлением в снижении загазованности атмосферы сероуглеродом и сероводородом является повышение стабильности процесса, в частности доведение периодичности смены фильер 10–15 дней. Это позволит избежать частой разгерметизации оборудования и выбросов загазованного воздуха в рабочее пространство. Снизится объем воздуха, удаляемого при усиленном отсосе, что позволит смешивать его с основным отсосом и направлять на регенерацию. Уменьшится количество „газящих” отходов, от которых при перезаправке оборудования выделяются вредные газы в рабочее пространство.

Заслуживают внимания также мероприятия по снижению содержания побочных продуктов в вискозе за счет правильного выбора режима ксантогенирования и переработки более „молодых” вискоз. Последнее мероприятие хорошо сочетается с использованием высококонцентрированных формовочных растворов, при которых требуется меньшее время на созревание вискозы, и которые из-за высокой вязкости имеют достаточно низкий индекс зрелости при сравнительно высоком значении степени этерификации ксантогената.

Претерпит существенные изменения и ассортимент хлопкоподобных волокон. Можно ожидать усиления дифференциации его свойств по различным областям применения. Для покрытия потребностей, вызванных тенденцией снижения материалоемкости (ткани малой поверхностной плотности) получит дальнейшее развитие технология получения высокомодульных волокон с линейной плотностью 0,05–0,10 текс и хлопкоподобных волокон с прочностью 40–45 сН/текс. Такая технология наиболее реальна, если идти по пути совершенствования полинозного способа, в частности путем формирования высококонцентрированных вискоз в осадительных ваннах с содержанием 65–80 % H_2SO_4 . С другой стороны при крупномасштабном развитии производства хлопкоподобных волокон встанет вопрос о замене средневолокнистого хлопка, который является основным видом сырья в хлопчатобумажной промышленности. На первый план встанут вопросы экономики и, по-видимому, в больших объемах потребуются хлопкоподобное волокно с умеренной прочностью (28–30 сН/текс) и низкой стоимостью.

Для улучшения кроющей способности, грифа и объемности тканей и трикотажных изделий сохраняет актуальность проблема получения извитого высокомодульного волокна.

Значительные количества хлопка потребляются в смесях с синтетическими волокнами, главным образом с лавсаном. При этом основное требование, предъявляемое к заменителю хлопка, — его высокие санитарно-гигиенические характеристики, в частности гидрофильность.

Проблема повышения модуля в мокром состоянии и снижения усадки отступает на второй план. Поэтому, вероятно, потребуется разработка нового вида вискозного волокна, предназначенного специально для смешения с синтетическими волокнами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплексная программа химизации народного хозяйства СССР на период до 2000 года. М.: Политиздат, 1985. С. 13.
2. Правда. 1981. 22 янв.
3. Серков А. Т. //Хим. волокна. 1981. № 3. С. 54.
4. Голубев Ю. В., Савина А. В., Черепанов В. Н. //Хим. волокно. 1970. № 6. С. 36–39.
5. Серков А. Т. Производство вискозных штапельных волокон. М.: Химия, 1986. 253 с.
6. Катушкин В. П., Серков А. Т. //Хим. волокна. 1985. № 6. С. 44–45.
7. Эльтерман В. М. Вентиляция химических производств. М.: Стройиздат, 1967. С. 176.
8. Катушкин В. П., Минстер В. М. Вискозные штапельные волокна. М.: Химия, 1973. С. 160.
9. Смирнов В. С., Матусков Ю. Е. //Хим. волокна. 1973. № 4. С. 3–9.
10. Петров Е. Н., Плетникова К. Н., Дзяченко В. В. и др. Использование вискозного высокомодульного волокна сиблон в хлопчатобумажной промышленности (Обзорная информация). М.: ЦНИИТЭИ-легпром, 1986. Вып. 3. С. 61.
11. Радишевский М. Б. III Международный симпозиум по химическим волокнам. Калинин. 1981. Препринты. Т. 6. С. 231–235.
12. Серков А. Т., Скоробогатых В. В., Радишевский М. Б. //Хим. волокна. 1982. № 6. С. 26–28.
13. Радишевский М. Б., Ефремычева В. И. //Хим. волокна. 1983. № 3. С. 39–40.
14. Радишевский М. Б., Сасыкбаева К. А., Пожалкин Н. С. IV Международный симпозиум по химическим волокнам. Калинин. 1986. Препринты. Т. 4. С. 250–255.
15. Сасыкбаева К. А., Серков А. Т. //Хим. волокна. 1986. № 1. С. 46–48.
16. Петропавловский Г. А., Котельникова Н. Е. //Химия древесины. 1979. № 6. С. 3–27.

17. Свойства и особенности переработки химических волокон./Под ред. А. Б. Пакшвера. М.: Химия, 1975. 495 с.
18. Демина Н. В., Моторина А. В., Немченко Э. А. и др. Методы физико-механических испытаний химических волокон нитей и пленок. М.: Легкая индустрия, 1969. 400 с.
19. Корицкий К. И. Основы проектирования свойств пряжи. М.: Гизлегпром, 1983. 245 с.
20. Шекс Г. Я. Электронная техника в текстильном материаловедении. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 167 с.
21. Epstein J. L. //Text. Res. J, 1960. V. 30. № 2. P.148-149.
22. Götze K. Chemiefasern nach dem Viskoseverfahren. Berlin; Springer-Verlag, 1967. 2. 1280S.
23. Плетникова К. Н., Дьяченко В. В., Ефимова Л. М. и др. Использование высокомолекулярных и полинозных волокон в хлопчатобумажной промышленности. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1980. 72 с.
24. Кукин Г. Н., Розенвайн Ю. И. //Текст. пром. 1972. № 5. С. 72-75; 1973. № 3. С. 73-75.
25. Косарева Л. П., Кукин Г. Н., Аскадский А. А. //Изв. вузов. Технол. текст. пром. 1972. № 3. С. 11-14; № 4. С. 21-24.
26. Целлюлоза и ее производные. Пер. с англ./Под ред. Н. Байкэла, И. Л. Сегала. М.: Мир, 1974. Т. 1. 498 с.
27. Роговин З. А. Химия целлюлозы. М.: Химия, 1972. 519 с.
28. Пакшвер А. Б., Конкин А. А. Контроль производства химических волокон. М.: Химия, 1978. 255 с.
29. Бугаевский А. А., Науменко В. А., Шибина И. В. и др. // Хим. волокна. 1982. № 5. С. 57.
30. Перепелкин К. Е. Физико-химические основы процессов формирования химических волокон. М.: Химия, 1978. 320 с.
31. Папков С. П. Физико-химические основы производства искусственных и синтетических волокон. М.: Химия, 1972. 312 с.
32. Усманов Х. У., Никонович Г. В. Надмолекулярная структура гидратцеллюлозных волокон. Ташкент: „ФАН“, 1974. 306 с.
33. Папков С. П., Файнберг Э. З. Взаимодействие целлюлозы и целлюлозных материалов с водой. М.: Химия, 1976. 231 с.
34. Krössig H. //Tappi. V. 61. № 8. P. 93-96.
35. Ant-Wuorinen//O. Text. Res-J. 1960. V. 30. № 10. P. 402.
36. Серкова Л. А., Серков А. Т. //Хим. волокна. 1974. № 5. С. 70-71.
37. Серков А. Т. Вискозные волокна. М.: Химия, 1981. 295 с.
38. Гетце К. Производство вискозных волокон. М.: Химия, 1972. 600 с.
39. Михайлов Н. В., Завьялова Н. П., Горбачева В. О. //Хим. волокна, 1960. № 1. С. 19-22.
40. Weber P., Tomas R. //Chemiefasern. 1967. Bd. 17. N 1. S.535.
41. Москалева В. Е., Брянцева З. Е. Диагностические признаки недревесных растительных и химических волокон. М.: Лесн. пром., 1981. 120 с.
42. Немченко Э. А., Новиков Н. А., Новикова С. А. и др. Свойства химических волокон и методы их определения. М.: Химия, 1973. 215 с.
43. Михайлов Н. В., Белоусова Т. А., Платонов В. А. и др. //Высокомолекуляр. соед., 1973. Сер. Б. Т. 15. № 9. С. 684-688.
44. Жбанков Р. Г., Козлов П. В. Физика целлюлозы и ее производных. Минск: Наука и техника, 1983. 286 с.
45. Герасимова Л. С., Пакшвер А. Б. // Изв. вузов. Технол. текст. пром. 1964. № 5. С. 20-26.
46. Федорова Е. Ф., Новиков Н. А. // Хим. волокна. 1972. № 6. С. 67-68.
47. Balcerzyk E., Hempel K., Niwinska T. // Polymery. 1965. V. 10. № 6. P. 256.
48. Радишевский М. Б., Серков А. Т. Тезисы докладов научно-технической конференции молодых ученых „Науку в производство“. Алма-Ата: КазГипротехнолегпром, 1984. С. 32-33.
49. Герасимова Л. С., Гордеева Л. А., Жукова В. А. и др. // Хим. волокна. 1980. № 6. С. 25-26.
50. Калашник А. Т., Бобровицкая П. Н., Ганчук Л. Н. и др. //Хим. волокна. 1982. № 4. С. 42-43.
51. Конкин А. А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы. М.: Химия, 1974. 376 с.
52. Морин Ю. Ф., Духаева К. Г., Ключко П. И. и др. //Текст. пром. 1985. № 7. С. 34-36.
53. Богуславская Л. В., Морозова Е. В., Сатинаева М. Е. //Текст. пром. 1984. № 2. С. 19.
54. Серков А. Т., Стадник В. В., Серкова Л. А. //Хим. волокна. 1979. № 1. С.32-35.
55. Simon E. //Hasen Melland Textilberichte 1970. № 3. P. 251
56. Люблинер М. Ш. Исследование процесса крашения хлопкосиловых полотен в темные цвета. В сб.: „Совершенствование техники и технологии трикотажного производства“. М.: ЦНИИТЭИ легпром, 1985. 155 с.
57. Марушина Л. Г., Розанова Л. Ф. и др. „Ассортимент чулочно-носочных изделий из хлопкосиловой пряжи... В сб.: „Расширение ассортимента и улучшение качества трикотажной продукции“. М.: ЦНИИТЭИ легпром, 1983. 89 с.
58. Gayet P., Monroca R. // Bull. Ynst. Text. France. 1971. V. 25. № 154. P. 369; Text Month. 1970. № 10. P. 95.
59. Карякин Л. Б., Волобуева Л. А. Научно-исследовательские труды ЦНИИЛВ. Вопросы технологии промышленности лубяных волокон. 1975. Т. 30. С. 66.
60. Вискозные штапельные волокна./Под ред. А. Б. Пакшвера. М.: Химия, 1973. 192 с.
61. Ляхно И. Тревоги лесной нивы//Правда. 1978. 2 окт.
62. Народное хозяйство СССР в 1984 г. Стат. ежегодник ЦСУ СССР. М.: Финансы и статистика, 1985. 631 с.
63. Черемушкин С. Д., Белина Е. М., Кулагина С. Н., Морозова А. И. Экономические проблемы рационального использования земли. М.: Экономика, 1977. 101 с.
64. Боровских Б. А. Планирование природопользования, вопросы методологии. М.: Экономика, 1979. 168 с.
65. Смолянский Б. Л. Руководство по лечебному питанию для диетсестер. Л.: Медицина, 1981, 280 с.
66. Кричевский И. Е. Перспективы развития промышленности химических волокон. М.: Химия, 1982. 192 с.
67. Золотникова О. Н., Савин Г. П., Легостаева Г. М., Бондарь В. П., Кирсанова Г. А. //Хим. волокна. 1981. № 5. С. 45-48.
68. Зотикова О. Н., Радишевский М. Б., Брагина З. В., Серков А. Т. // Хим. волокна. 1982. № 4. С. 44-48.

Производственное издание

Аркадий Трофимович Серков
Владимир Викторович Скоробогатых
Мечислав Болеславович Радишевский
Виктор Петрович Катушкин
Александр Аркадьевич Серков
Кира Николаевна Плотникова
Рената Павловна Сиванкова
Нина Петровна Крылова
Яков Маркович Серебрянный
Ольга Николаевна Бочкина

ХЛОПКОПОДОБНЫЕ
ВИСКОЗНЫЕ
ВОЛОКНА

Редактор Н. И. Машинская
Художественный редактор В. В. Бордунова
Технический редактор В. В. Хазикова
Корректор М. А. Ивлиева
Оператор З. В. Васина

Издание подготовлено к печати с использованием
наборно-печатающей техники в ордена „Знак Почета”
издательстве „Химия”

ИБ № 2362

Подп. в печ. 05.11.87. Т. 22537. Формат бумаги 84 X
X 108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура Пресс Роман.
Усл. печ. л. 11,08. Усл. кр.-отт. 10,27. Уч.-изд. л. 11,23.
Тираж 2100 экз. Заказ № 824. Цена 55 к. Изд. № 3364.
Печать офсетная.

Ордеи „Знак Почета” издательство „Химия” 107076,
Москва, Стромьнка, 21, корп. 2

Московская тип. № 4 Союзполиграфпрома при Госу-
дарствеином комитете СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли
129041 Москва, Большая Переяславская, д. 46