

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»**

Кафедра технологии и проектирования текстильных изделий

**Технология переработки натуральных и химических волокон
Текст лекций для студентов всех форм обучения
по направлению подготовки 29.03.02 –
Технологии и проектирование
текстильных изделий**

Составитель
М. И. Осипов

Санкт-Петербург
2022

Утверждено
на заседании кафедры
16.02.2022 г., протокол № 5

Рецензент Г. И. Легезина

Текст лекций содержит рекомендации по изучению дисциплины «Технология переработки натуральных и химических волокон». Особое внимание уделено особенностям переработки химических волокон на оборудовании, предназначенном для кардной системы хлопкопряжения. Также подробно освещены сокращенные способы переработки химических волокон перед их смешиванием с натуральными.

Текст лекций разработан для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 29.03.02 – Технологии и проектирование текстильных изделий.

Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве методических материалов

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением
для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2022133, по паролю.
– Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 21.06.2022 г. Рег. № 133/22

ФГБОУВО «СПбГУПТД»
Юридический и почтовый адрес:
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18.
<http://sutd.ru/>

ВВЕДЕНИЕ

Доля химических волокон в мировом потреблении текстильного сырья постоянно возрастает. Химические волокна перерабатываются как в чистом виде, так и в смеси с натуральными волокнами.

Использование химических волокон оказывает влияние на дальнейшее развитие текстильной отрасли. Применение химических волокон улучшает качество текстильных материалов, придает им новые свойства, создает новые прогрессивные текстильные материалы, расширяя ассортимент. При использовании химических волокон повышается производительность труда и оборудования.

В данной работе даются основные сведения о химических волокнах, применяемых в текстильной промышленности, представлен опыт переработки различных видов волокон по различным системам прядения натуральных волокон, рассмотрены особенности переработки химических волокон на оборудовании, предназначенном для прядения хлопковых волокон.

Рассмотрены также сокращенные способы переработки химических волокон путем штапелирования жгутов химических нитей на специальных разрывных и резальных машинах.

1. ВЫБОР ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ С НАТУРАЛЬНЫМИ

1.1. Основные свойства химических волокон и их влияние на процесс прядения

Химические штапельные волокна в чистом виде и в смеси с натуральными волокнами можно перерабатывать по любой из систем прядения, используемой для прядения того или иного натурального волокна. Однако наиболее экономично получать пряжу из химических штапельных волокон по кардной системе прядения хлопка. Затраты на выработку пряжи примерно равной линейной плотности по разным системам прядения находятся в следующем соотношении, %:

Хлопкопрядильная кардная.....	100
Шерстопрядильная	
тонкогребенная.....	284
грубогребенная.....	310
аппаратная.....	380
Льнопрядильная.....	283
Шелкопрядильная.....	350

На обычном хлопкопрядильном оборудовании можно успешно перерабатывать химические штапельные волокна длиной резки на 38—40 мм и их смеси с хлопковым волокном, а химические штапельные волокна длиной резки 65—75 мм перерабатывают на универсальном оборудовании, созданном на основе новейших машин хлопкопрядильного производства и приспособленном к переработке не только относительно короткого, но и длинного волокна.

Так как свойства химических штапельных волокон отличаются от свойств хлопкового волокна, то эти различия необходимо учитывать при выборе параметров заправки технологического оборудования.

Остановимся на основных свойствах химических волокон и их влиянии на процесс прядения.

Сравнительные показатели механических свойств химических (искусственных и синтетических) и хлопкового волокон приведены в *табл. 1*.

Т а б л и ц а 1. Сравнительные показатели физико-механических свойств химических и хлопковых волокон

Показатель	Искусственные волокна			Синтетические волокна					Хлоп- ковое волокно
	вискоз- ное	медно- аммиач- ное	триаце- татное	поли- амидное (капрон)	поли- эфирное (лавсан)	полиакрило- нитрильное (нитрон)	поливи- нилхлоридное	полипро- пиленовое	
1. Линейная плотность волокон, мтекс	120–630	340–680	280–400	340–480	220–840	220–480	340	125–1000	105–220
2. Объемная плотность, г/см ³	1,5	1,52	1,33	1,14	1,38	1,17	1,37	0,9	1,52
3. Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	15–23	11–13	10–11,6	32–46	32–40	23–30	22–27	56–60	22–44
4. Разрывное удлинение, %	14–26	27–33	22–32	45–60	15–60	30–45	30–45	22–25	7–10
5. Усадка после мокрой обработки, %	2,6–6	3,4–8,8	0,3–1,0	4,5–9,5	2,7–12,3	4–32	–	5–6,5	–
6. Угол упругого восстановления через 3 мин, град. (упругость)	68–70	–	90–100	114–117	102–105	104–110	114–125	96–108	74–79
7. Устойчивость к многократным изгибам при нагрузке 10 Н/мм ² , (число циклов)	7000–16 000	1350–3000	1200–1700	Более 1 000 000	21 300–30 000	15 000–36 600	7000–20 000	67 000–185 000	40 000–50 000
8. Устойчивость к истиранию (число циклов)	79 000	–	–	642 000	290 000	54 000	7000–20 000	65 000–185 000	
9. Температура плавления, °С	Не плавится		300	196	235	Не плавится	200	155	Разрушается при 160
10. Нормированная влажность, %	11–13	–	–	2,4–4,8	0,4–0,6	1,3	0,4	–	7,0
11. Усадка при кипячении, %	8	–	–	4	1–2	2–3,5	70	–	2–3

1.1.1. Искусственные волокна

Сырьем для получения искусственных волокон (вискозного, медно-аммиачного и ацетатного) является целлюлоза, содержащаяся во многих растительных веществах. Эти волокна обладают рядом ценных физико-механических и гигиенических свойств.

Вискозные волокна, наиболее распространенные названия которых вискоза, сиблон (Россия), рейон (США), дюротлак (ФРГ), мериль (Франция), торейон (Япония), бамбуковое (Китай) и другие, обладают средней прочностью при растяжении, хорошей гигроскопичностью, достаточной светостойкостью и хорошей окрашиваемостью. Их используют (до 10 %) в смеси с хлопковым в целях экономии натурального сырья. Изделия, выработанные из этой пряжи, имеют свойства, очень близкие к свойствам изделий, выработанных из чистого хлопка. Использование вискозных волокон в смеси с синтетическими волокнами способствует улучшению гигиенических свойств и окрашиваемости изделий, а также снижению их стоимости.

Большим недостатком вискозных волокон является значительная потеря прочности в мокром состоянии (до 50 %). Для изделий из вискозного волокна характерна большая усадка, сминаемость, слабая устойчивость к действию микроорганизмов и низкая устойчивость к воздействию водно-щелочных обработок. Чтобы устранить указанные недостатки, химическая промышленность стала выпускать модифицированные вискозные волокна: полинозные и высококомодульные.

Полинозные волокна имеют высокую относительную прочность (от 30 до 52 сН/текс), что значительно превосходит относительную прочность обычных вискозных волокон и хлопкового. Кроме того, полинозным волокнам присуща малая потеря прочности в мокром состоянии, высокое удлинение (близкое к удлинению хлопкового волокна) и большие эластические деформации, которые обеспечивают стабильность форм и размеров изделий, в результате чего уменьшается их сминаемость.

Полинозные волокна обладают большей устойчивостью к воздействию растворов щелочей, чем устойчивость обычных вискозных волокон, что позволяет подвергать изготовленные из них ткани мерсеризации, как и ткани из хлопковых волокон. Однако следует сказать, что полинозные волокна в 1,5 раза дороже вискозных.

Высокомодульные (высокопрочные) волокна характеризуются еще более высоким модулем упругости в мокром состоянии, чем полинозные волокна. Относительная прочность высококомодульных волокон в сухом состоянии составляет 72 сН/текс, а в мокром — 63 сН/текс. По сравнению с полинозными

волокнами они обладают более высоким удлинением и меньшей устойчивостью к действию растворов щелочей.

Из смесей хлопкового волокна с вискозным штапельным волокном (10—30 %) вырабатывают хлопковискозную пряжу различной линейной плотности для изготовления сорочечных, бельевых, платьевых и костюмных тканей, фланели и медицинской марли, меланжевых костюмных, декоративных и мебельных тканей и др. Из смесей хлопкового волокна с полинозными волокнами (33—45 %) вырабатывают ситцы, бязи, полотенца, ворсовые, платочные, подкладочные ткани, покрывала, трикотажную пряжу и др. Из смесей хлопкового волокна с высокомодульными волокнами (33—50 %) получают кардные и гребенные ситцы, платьевые, демисезонные, летние ткани, трикотажную пряжу и др.

По данным исследований из хлопковискозной пряжи можно выработать ткани лучшего внешнего вида и с большей износостойкостью по сравнению с тканями из вискозной пряжи. Усадка таких тканей значительно меньше усадки вискозных тканей и при содержании 25—33 % вискозного волокна близка к усадке хлопчатобумажных тканей.

Опыт работы предприятий показывает, что целесообразно заменять хлопок низких сортов вискозным волокном. Так, при введении в смесь 15—20 % вискозного волокна взамен хлопкового волокна III и IV сортов улучшается чистота прочеса и снижается обрывность на 20 %.

Медно-аммиачные волокна получают формированием из вискозных растворов целлюлозы в аммиачном растворе гидроокиси меди. Эти волокна отличаются от вискозных умеренным блеском, они быстрее окрашиваются, меньше электризуются. Существенным недостатком медно-аммиачных волокон является их низкая относительная прочность (10—13 сН/текс), используют их в производстве ковровых изделий.

Применение в текстильной промышленности находят триацетатные волокна. Эти волокна по сравнению с вискозными имеют меньшую относительную прочность (12—16 сН/текс). Однако эксплуатационные свойства изделий из триацетатных волокон выше эксплуатационных свойств изделий из вискозных волокон. Триацетатные волокна обладают высокой устойчивостью к тепловому старению и к стирке (изделия не дают усадки после обработки в воде при температуре 100 °С и хорошо сохраняют эффект плиссе и гофре), обладают высокими диэлектрическими свойствами. Но триацетатные волокна имеют и ряд недостатков: небольшую стойкость к истиранию, повышенную электризуемость, малую светостойкость и прочность.

Для изготовления триацетатвискозной пряжи используют смесь, состоящую из сурового или окрашенного триацетатного волокна 333 мтекс (50—

67 %) и сурового и окрашенного вискозного волокна 312 мтекс (50—33 %). Эта пряжа предназначена для выработки меланжевых костюмных, платьевых тканей. Триацетатвискозно-капроновую пряжу изготавливают из смеси триацетатного волокна 333 мтекс (50 %), вискозного волокна 312 мтекс (35 %) и капронового волокна 238 мтекс (15 %).

1.1.2. Синтетические волокна

К синтетическим волокнам относятся полиамидные, полиэфирные, полиакрилонитрильные, поливинилхлоридные, полипропиленовые и другие волокна.

Для производства синтетических волокон используют простейшие низкомолекулярные вещества: этилен, ацетилен, фенол и др. Синтетические волокна обладают рядом свойств, которыми не обладают натуральные волокна. Основные из этих свойств следующие:

- высокая прочность в сухом и мокром состоянии и малая объемная плотность, позволяющие изготавливать прочные и легкие изделия;
- малая гигроскопичность, обеспечивающая легкую стирку и быструю сушку изделий;
- хорошая формоустойчивость и малая сминаемость изделий, дающая возможность реже гладить изделия при носке;
- высокая устойчивость изделий к изгибу и истиранию, что значительно повышает износостойкость изделий;
- высокая устойчивость к воздействию химических реагентов, микроорганизмов и насекомых.

Недостатком синтетических волокон является их высокая электризация в процессе механической обработки. Кроме того, синтетические волокна отдельных видов плохо окрашиваются, имеют малую термостойкость и склонны к образованию пиллинга.

Полиамидные волокна, наиболее распространенные названия которых капрон, силон (Чехия), перлон (ФРГ), нейлон (США), амилан (Япония) и другие, обладают высокой прочностью. По устойчивости к изгибу и истиранию капроновые волокна превосходят все натуральные и другие химические волокна.

Полиамидные волокна и изделия из них обладают высокими эластическими свойствами. Так, при нагрузке до 30 % разрывной доля обратимых удлинений составляет до 95 %.

Вместе с тем полиамидные волокна имеют и существенные недостатки. Капроновые волокна имеют низкий модуль упругости и высокое удлинение, что снижает прочность пряжи и изделий, выработанных из смесей хлопкового и

капронового волокон. К недостаткам этих волокон также следует отнести сильную электризуемость, пониженную гигроскопичность и недостаточную мягкость на ощупь. Для капроновых волокон характерна плохая теплопроводность, недостаточная термостойкость и светостойкость. Полиамидные волокна нестойки к воздействию концентрированных кислот и окислителей.

Для смешивания с хлопковым волокном используют капроновое волокно длиной 36/38 мм и линейной плотностью не выше 333 мтекс. Прочность пряжи по мере увеличения в смеси содержания капронового волокна уменьшается, что объясняется неодновременностью разрыва волокон (капронового и хлопкового) в пряже из-за различного их удлинения. Однако, несмотря на снижение прочности пряжи, износостойкость изделий возрастает. При введении в смесь 20 % капронового волокна износостойкость ткани и трикотажных изделий увеличивается в 2—2,5 раза. Из смесей хлопкового и капронового волокон вырабатывают спецодежду, костюмные, гладкокрашенные и подкладочные ткани и чулочные изделия.

Полиэфирные волокна, наиболее распространенные названия которых лавсан (Белорусь), декрон (США), тэсл (ЧССР), тирилен (Англия), эслон (Южная Корея) и другие, обладают ценными свойствами. Прочность этих волокон практически остается без изменения в сухом и влажном состоянии и при колебании температуры от -70°C до $+175^{\circ}\text{C}$ (при -50°C прочность волокна увеличивается на 40 %). Большим преимуществом волокон лавсана и изделий из него является несминаемость и сохранение формы. Изделия не сминаются и сохраняют свою форму даже после стирки и чистки.

По светостойкости волокна лавсана уступают только нитрону. Полиэфирные волокна устойчивы к воздействию кислот и окислителей (за исключением концентрированной азотной и серной кислот), а также к воздействию микроорганизмов и бактерий.

К недостаткам этих волокон следует отнести их плохую гигроскопичность, что затрудняет их окрашиваемость и повышает электризуемость при отделке. Последнее приводит к тому, что волокна притягивают пыль, сажу и другие примеси из воздуха, поэтому изделия быстро загрязняются. Кроме того, при носке изделий волокна лавсана имеют большую склонность к пиллингу.

Для смешивания с хлопковым волокном используют лавсановое волокно длиной 32—38 мм и линейной плотностью 133—167 мтекс (25—67 %). Лавсанохлопковую пряжу (67 % лавсана) используют для выработки сорочечных, платьевых, плащевых и костюмных тканей и трикотажных изделий. Лавсан придает тканям малую сминаемость, хорошую износостойкость и пониженную усадку; хлопковое волокно вбирает влагу, снижает электризуемость и повышает гигиенические свойства изделий.

Полиэфирные комплексные нити используют также для изготовления технических изделий (электрической изоляции, мешков, фильтров, пожарных рукавов, рыболовных сетей, веревок, канатов), тесьмы, швейных ниток, синтетической кожи и др. Полиэфирные волокна используют в медицине для изготовления кровеносных сосудов.

Использование смесей полиэфирного волокна (67 %) и хлопкового позволяет увеличить выход пряжи из смеси на 1,6 %.

При переработке полиэфиро-хлопковой пряжи на ткацком и трикотажном оборудовании затруднений не встречается. Сейчас хлопок чаще всего смешивают с полиэфирными волокнами, последние часто называют хлопкоподобными.

Полиакрилонитрильные волокна, наиболее распространенные названия которых нитрон (Россия), орлон (США), куртель (Англия), беслон (Япония) и другие, обладают повышенной устойчивостью к светопогоде и атмосферным воздействиям. После комбинированного воздействия света и воздуха в течение года прочность волокон нитрона снижается на 20 %, хлопкового — на 95 %. Большим преимуществом нитрона является высокий модуль упругости (в 2—3 раза выше, чем модуль упругости капронового, но ниже, чем у шерсти); благодаря этому изделия из него после смятия быстро восстанавливают форму. Волокна нитрона обладают высокой термостойкостью. Двухдневное нагревание при температуре 150 °С не снижает их прочности. Температура глажения не должна быть более 160 °С, так как при более высокой температуре может произойти пожелтение волокон. Для сохранения максимальной яркости окраски волокна после крашения нельзя нагревать свыше 120 °С.

Преимуществом полиакрилонитрильных волокон является также их большая объемность, хороший гриф, низкая теплопроводность, стойкость к воздействию масел и жиров и легкость очистки. Эти волокна стойки к действию окислителей, но малоустойчивы к воздействию концентрированных растворов щелочей и серной кислоты, особенно при повышенной температуре.

К недостаткам полиакрилонитрильных волокон можно отнести плохую устойчивость к истиранию, горючесть, повышенную хрупкость (вследствие этого понижается прочность в петле) и легкую электризуемость. Существенным недостатком волокон является и загрязняемость мелкими частицами (сажей и др.), которые, притягиваясь электрическими зарядами волокна, прочно удерживаются на поверхности волокон изделия и трудно удаляются при стирке. Нитроновая пряжа имеет повышенную ворсистость. Выступающие концы волокон нитрона ломаются вследствие его хрупкости, что приводит к увеличению обрывности при изготовлении трикотажных изделий. Волокно нитрона исполь-

зуется (60—67 %) в смеси с хлопковым для выработки сорочечных тканей и тканей для спортивной одежды.

Нитроновое волокно успешно применяют в трикотажной промышленности. Трикотажные изделия из нитроновых волокон в чистом виде или в смеси с хлопковым хорошо драпируются, обладают высокой светостойкостью, хорошими теплозащитными свойствами и малой сминаемостью.

Нитроновое полотно мягкое на ощупь, с приятным грифом, его используют для выработки изделий мужского, женского и детского ассортимента.

Полиакрилонитрильные волокна чаще смешивают с шерстью, чем с другими натуральными волокнами, поэтому его иногда называют шерстоподобным.

Поливинилхлоридные волокна, наиболее известные торговые названия которых ровиль (Франция), дельвон (США), энвилон (Япония) и другие, являются наиболее дешевыми и доступными. Преимуществами этих волокон являются высокая стойкость к действию почти всех кислот и щелочей, за исключением азотной кислоты, негорючесть, очень низкая теплопроводность, высокие электроизоляционные свойства, устойчивость к истиранию и светостойкость, близкая к светостойкости нитронового волокна.

К недостаткам поливинилхлоридных волокон относятся низкая термостойкость (усаживается, размягчается при нагревании, начиная с температуры 70 °С, а при температуре –20 °С становится хрупким, поэтому их нельзя кипятить), плохая окрашиваемость, высокая электризуемость и недостаточная светостойкость.

Способность волокна хлорида давать высокий отрицательный заряд в сочетании с химической стойкостью, низкой теплопроводностью и негорючестью определяет целесообразность применения волокна хлорин для изготовления драпировочных и фильтровальных тканей и лечебного трикотажного белья. Лечебное действие хлоринового белья заключается в исчезновении боли при заболевании нервной системы. Белье из хлоринового волокна обладает хорошей теплопроводностью, поэтому нижнее белье из него остается сухим на ощупь, а лежащая над ним одежда становится влажной.

Высокая термоусадочность поливинилхлоридных волокон позволяет получать изделия с повышенной плотностью (технический войлок), водонепроницаемые ткани, мех с остью и подпушком и др. Из смеси поливинилхлоридного (30 %) и вискозного (70 %) волокон вырабатывают искусственную замшу.

Волокна хлорина успешно перерабатываются на хлопкопрядильном оборудовании.

Полипропиленовые волокна, наиболее распространенные торговые названия которых полипропилен (Россия), алстрон (Англия), велон (США), вестлен

(ФРГ) и другие, обладают наименьшим коэффициентом трения (статический 0,32—0,34 и динамический 0,29—0,4), что облегчает их переработку в смеси с другими волокнами. Они имеют небольшую склонность к пиллингу. Объемный вес волокон меньше единицы, поэтому изделия из полипропиленовых волокон, погруженные в воду, остаются на ее поверхности.

Гигроскопичность полипропиленовых волокон практически равна нулю, поэтому они не теряют прочности в мокром состоянии и обладают хорошими электроизоляционными свойствами.

Полипропиленовые волокна морозоустойчивы, поэтому их используют для изготовления рыболовных сетей и канатов.

Недостатком полипропиленовых волокон является низкая термо- и теплоустойчивость. При температуре 100 °С волокна теряют 40 % прочности, а при температуре 140 °С размягчаются. Поэтому температура глажения изделий не должна превышать 130 °С. Полипропиленовые волокна имеют малую устойчивость к воздействию светопогоды. Ткань из полипропиленового волокна после полутора месяцев воздействия светопогоды разрывается на ветру.

Полипропиленовое штапельное волокно перерабатывают как в чистом виде, так и в смеси с другими волокнами. Волокна линейной плотности 0,111—0,33 текс используют для изготовления фильтровальных и технических тканей, спецодежды, основы ворсовых тканей, негорючих тканей (50 % пропиленового и 50 % поливинилхлоридного), постельного белья (из смеси с вискозным волокном - 30 %) и других изделий. Из моноволокна диаметром 0,2—1 мм изготавливают канаты и сети.

Из грубого пропиленового волокна 0,55—0,9 текс изготавливают одеяла, ткани для пальто, жакетов, чулочный трикотаж и ковровые изделия.

1.2. Принципы подбора свойств химических волокон и доли в смеси при их переработке с натуральными

На прядильном оборудовании для хлопка перерабатывают смеси хлопкового волокна с химическими, а также смеси химических волокон (вискозного с лавсановым, вискозного с триацетатным, нитронового с вискозным, вискозного с хлориновым и другие). Ниже рассмотрены опыт работы предприятий и результаты исследований по подбору химических волокон для смешивания с хлопковым и друг с другом.

1.2.1. Выбор длины волокон

На хлопкопрядильном оборудовании длина перерабатываемых волокон не должна превышать 38-40 мм. Химические волокна могут быть получены любой длины. Это дает возможность увеличить длину волокон смеси при смешивании с хлопком. Но необходимо стремиться получить не только возможно большую длину волокон смеси, но и возможно меньшую неровноту смеси по длине волокон, практически не выше неровноты по длине хлопковых волокон.

Максимальную длину химического волокна при смешивании с хлопковым определяют по формуле

$$l_2 = \frac{\left[\alpha_1^2 (C_1^2 + 10^4) + \sqrt{(C_1^2 - C_2^2)} \alpha_1 (C_1^2 + 10^4) \right]}{\alpha_1 (C_1^2 + 10^4) - (C_1^2 - C_2^2)}, \quad (1)$$

где l_1, l_2 – средневзвешенные длины соответственно хлопкового и химического волокон, мм;

α_1 – долевое содержание компонентов смеси (по числу волокон);

C_1, C_2 – квадратическая неровнота соответственно хлопкового (менее равномерного компонента) и химического волокон.

Недостатком определения максимальной длины химического волокна по формуле (1) является то, что в ней не учитываются другие свойства волокна, определяющие совместную работу неоднородных волокон в пряже (например, удлинение, коэффициент трения, линейная плотность и др.).

Расчет по формуле (1) показывает, что при смешивании с хлопковым длина химических волокон достигает 42,9 мм. Но на хлопчатобумажном оборудовании не предусматривается переработка волокон длиной свыше 40 мм. Поэтому во многих институтах и на предприятиях проводили работы по определению оптимальной длины химических волокон при смешивании их с хлопковым и друг с другом. Проф. А. В. Терюшнов и проф. А. Н. Ванчиков установили, что максимальная средневзвешенная длина химических волокон, которые могут быть переработаны в смеси с хлопковым на существующем хлопкопрядильном оборудовании, составляет 36—38 мм. При смешивании средневолокнистого хлопка с вискозным волокном длиной 40 мм неровнота возрастает, а затем уменьшается (табл. 2). Поэтому применять химическое волокно с длиной резки 40 мм в количестве до 40 % в смеси со средневолокнистым хлопком нежелательно.

Т а б л и ц а 2. Средняя длина l_{cp} и неровнота волокон смеси по длине C при различном содержании химических волокон

Содержание химического волокна в смеси, %	Средневолокнистый хлопок (32 мм), вискозное волокно (38 мм)		Средневолокнистый хлопок (32 мм), вискозное волокно (40 мм)		Средневолокнистый хлопок (34 мм), лавсановое волокно (36 мм)	
	l_{cp} , мм	C , %	l_{cp} , мм	C , %	l_{cp} , мм	C , %
0	28	23	28	23	30	25
17	29,3	23,2	29,7	24,2	30,7	23,6
33	31	22,3	31,4	24	31,2	22,6
50	32	21,2	33	22,6	32	20,3
67	33,2	19	34,7	20,3	32,7	19,3
100	36	12	38	12	34	15

Опыт переработки тонковолокнистого хлопка с добавлением любого количества полиэфирного штапельного волокна длиной 36 мм показывает, что средневзвешенная длина волокон смеси увеличивается, а неровнота по длине снижается.

Вместе с тем следует отметить, что положительные результаты при переработке смесей хлопкового и химических волокон будут получены только при правильном выборе технологических параметров: разводки, обеспечивающей возможно большее количество контролируемых волокон, крутки, скорости рабочих органов, места смешивания, обеспечивающего постоянное доленое участие компонентов в смеси. Необходимо также учитывать, что полиэфирные и капроновые волокна сильно электризуются при чесании, в камерах безверетенных прядильных машин происходит дополнительное сложение и др. Необходимо добиваться, чтобы в смесях с хлопковым волокном использовались химические волокна такой длины, при которой обеспечивалось бы повышение производительности оборудования и снижение обрывности.

1.2.2. Выбор линейной плотности и прочности химических волокон

Пряжа, выработанная из более тонкого волокна, имеет повышенную прочность, меньшую неровноту по прочности одиночной нити и меньшую неровноту на длинных отрезках. Чем тоньше волокно, тем больше долговечность выработанной из него пряжи. Если удлинение волокна не менее 12—13 %, то при уменьшении линейной плотности волокна в 3 раза долговечность пряжи увеличивается в 5—6 раз. Хотя при уменьшении линейной плотности волокон качество пряжи улучшается, учитывая экономический фактор и особенности техно-

логии прядения, не следует для пряжи большой и средней линейной плотности использовать очень тонкие волокна.

Переработка химического штапельного волокна малой линейной плотности сложнее, чем волокна средней линейной плотности, в связи с возможным разрывом отдельных волокон на чесальных машинах, увеличенным пуховыделением, образованием узелков при разрыхлении и чесании.

Квадратическая неровнота химических волокон по линейной плотности не превышает 10 %. Поэтому при добавлении к хлопковому волокну химического штапельного соответствующей линейной плотности равномерность волокон по линейной плотности в смеси улучшается.

Для выработки пряжи допустимой прочности и ровноты в поперечном сечении ее должно быть не менее 56 волокон длиной 36—38 мм. Для получения пряжи высокой прочности и ровноты из смесей хлопкового волокна с химическим в поперечном сечении ее должно быть не менее 75 волокон, так как коэффициент использования прочности волокон смеси в пряже ниже, чем тот же коэффициент для пряжи из однородных волокон.

В зависимости от средневзвешенной линейной плотности волокон компонентов смеси определяют минимальную допустимую линейную плотность вырабатываемой из них пряжи.

Средневзвешенная линейная плотность волокон в смеси по числу волокон

$$T_b = \frac{1}{(\beta_1 / T_{b1} + \beta_2 / T_{b2} + \dots + \beta_m / T_{bm})}, \quad (2)$$

где $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ – доля компонентов в смеси по массе волокон;

$T_{b1}, T_{b2}, \dots, T_{bm}$ – средние линейные плотности волокон компонентов.

Минимально допустимая линейная плотность пряжи из двухкомпонентной смеси

$$T_{\min} = \frac{75}{(\beta_1 / T_{b1} + \beta_2 / T_{b2})}. \quad (3)$$

При выработке пряжи из синтетических волокон и из смесей, содержащих эти волокна и имеющих другую объемную плотность и длину по сравнению с целлюлозными волокнами, необходимое число волокон в сечении пряжи определяют по формуле

$$n = \frac{\kappa \sqrt{9T_b / \pi \gamma 75}}{l}. \quad (4)$$

Для волокон линейной плотности $T_b = 250—333$ мтекс берут $K = 54$, для волокон $200—222$ мтекс $K = 61$, для волокон 182 мтекс и меньше $K = 68$. При

длине волокон 65 мм число волокон в сечении будет уменьшаться. В формуле γ – объемная плотность волокна

При выборе линейной плотности волокон учитывают назначение пряжи и свойства изделий, для которых эта пряжа предназначена. Так, для изготовления тонких и легких тканей, мягких на ощупь, берут химические волокна малой линейной плотности, а для изготовления толстых костюмных тканей, обладающих большей жесткостью, используют химические волокна γ большей линейной плотности (до 330 мтекс). Химические волокна линейной плотности свыше 330 мтекс и ниже 133 мтекс для смешивания с хлопковым волокном не рекомендуются из-за трудности их переработки на существующих машинах хлопкопрядильного производства.

1.2.3. Выбор доли химических волокон

Доля химических волокон в смеси с хлопковым должна быть такой, чтобы пряжа и изделия, выработанные из нее, соответствовали требованиям государственных стандартов, а технологический процесс прядения и изготовления изделий протекал нормально. Ее устанавливают по результатам научно-исследовательских работ или берут из справочника по хлопкопрядению.

1.3. Прогнозирование свойств пряжи из смесей натуральных и химических волокон

Прочность пряжи из смеси хлопка и химические волокна рекомендуется рассчитывать по формуле А. Н. Ванчикова.

Проф. А. Н. Ванчиков разработал метод определения относительной разрывной нагрузки пряжи из смеси разнородных волокон, он предложил определять средневзвешенную разрывную нагрузку волокон в смеси и коэффициент использования прочности разрывной нагрузки волокон в пряже. Расчет производится по следующей формуле:

$$P_{\text{см}}^o = P_{\text{в.см}}^o K_{\text{см}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{см}}^o$ – относительная разрывная нагрузка пряжи кольцевого прядения из смеси, сН/текс;

$P_{\text{в.см}}^o$ – средневзвешенная относительная разрывная нагрузка волокон в смеси, сН/текс;

$\kappa_{\text{см}}$ – коэффициент использования разрывной нагрузки волокон смеси в пряже.

Коэффициента $\kappa_{\text{см}}$ для двухкомпонентной пряжи описывается уравнением параболы

$$\kappa_{\text{см}} = \kappa_1 - a\beta_2 + v\beta_2^2, \quad (6)$$

при этом

$$a = 1 - \sqrt{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}, \quad (7)$$

$$v = \left(1 - \sqrt{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}\right) \sqrt{\frac{T_{\text{B1}}}{T_{\text{B2}}}} \eta, \quad (8)$$

где κ_1 – коэффициент использования разрывной нагрузки волокна менее растяжимого компонента (например, хлопка в смеси с синтетическими волокнами) в пряже из этого волокна;

ε_1 – разрывное удлинение компонента с меньшим разрывным удлинением, %;

ε_2 – разрывное удлинение компонента с большим разрывным удлинением, %;

η – коэффициент, зависящий от структурных свойств волокон (для смесей: хлопка с вискозным волокном 1,1; хлопка с синтетическим 1; вискозного волокна с капроновым 0,9 и нитроновым 0,6).

Коэффициент κ_1 определяют опытным путем, нарабатывая пряжи из менее растяжимого компонента и определяя его разрывную нагрузку, для хлопкового волокна для определения коэффициента κ_1 можно использовать известную формулу А. Н. Соловьева, а для вискозного волокна формулу В. А. Усенко.

2. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СМЕСЕЙ НАТУРАЛЬНЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

На существующих хлопкопрядильных фабриках штапельные химические волокна с длиной до 38 мм и их смеси с хлопковым волокном перерабатывают на обычном оборудовании по кардной системе прядения с вытяжными приборами обычной и повышенной вытяжки, а также на пневмомеханических прядильных машинах типа БД-200.

На предприятиях может быть установлено универсальное оборудование, пригодное для переработки по кардной системе прядения волокон длиной до 65 мм при максимальной длине отдельных групп волокон до 75 мм.

При внедрении ленточных резально-штапелирующих машин ЛРШ-2-40 возможно создание сокращенной системы прядения из жгутового волокна без разрыхлительных и чесальных машин.

2.1. Подготовка волокон к смешиванию

На прядильную фабрику штапельные химические волокна поступают с длиной резки 36—38 мм.

Подготовка компонентов (волокон) к смешиванию заключается в предварительной (за 12—24 ч) распаковке кип для некоторого распрямления волокон и выравнивания их влажности, в предварительном разрыхлении и в случае необходимости в эмульсировании химических волокон.

Химические волокна с плотными штапельками перед эмульсированием и смешиванием необходимо разрыхлить, пропустив их через питатели и горизонтальный или вертикальный разрыхлитель; а капроновое волокно лучше обработать на двухбарабанной щипальной машине.

Дополнительную обработку химических волокон антистатическими препаратами применяют лишь тогда, когда заводская обработка оказалась недостаточной или когда волокна подвергались крашению на предприятиях-потребителях. Эмульсируют волокна с пониженным влагосодержанием, а также отходы отдельных видов, полученные при переработке синтетических волокон. После эмульсирования волокно вылеживается в течение 12—24 ч в настиле, затем из компонентов составляют послойный настил. Эмульсию наносят в определенном количестве, так как избыток ее придаст волокнам липкость и увеличит трение между ними.

Для переработки в смеси с химическими волокнами рекомендуется применять хлопковое волокно первых сортов с засоренностью не более 5 %. При засорении хлопкового волокна более 3 % перед совместной переработкой с хи-

мическими волокнами на разрыхлительном агрегате необходимо предварительно хлопковое волокно очистить, пропустив через укороченный разрыхлительный агрегат.

2.2. Разрыхление и смешивание

В зависимости от объема перерабатываемой смеси волокон, разницы свойств компонентов, их долей в смеси, требований, предъявляемых к качеству пряжи, а также от типа установленного на прядильной фабрике оборудования могут применяться разные способы смешивания.

Смешивание слоями с составлением настила заключается в том, что отдельные компоненты в виде клочков укладываются слоями в требуемом соотношении по массе и затем от всех слоев отбирают волокно по вертикали. Составление настила компонентов и отбор от него смеси волокон на современных фабриках механизированы. Смешивание слоями применяют при изготовлении небольших партий из смесей волокон, а также при смешивании хлопкового и химических штапельных волокон, которые плохо поддаются обработке в чистом виде в процессах трепания и чесания (например, капроновое волокно). Этот метод позволяет смешивать компоненты практически в любой пропорции.

Не рекомендуется смешивать разнородные волокна на разрыхлительном агрегате, подавая их в один питатель-смеситель, так как это приводит к рассортировке волокон. Предпочтительно химические волокна вводить в смесь через отдельный питатель-смеситель с дозатором. Недостатком способа смешивания химических волокон на разрыхлительном агрегате является потеря химических волокон в виде отходов и получение менее ценных отходов, состоящих из смеси волокон разных видов.

Камерный метод смешивания заключается в том, что компоненты либо небольшими пластами, либо уже в виде предварительно разрыхленной массы, состоящей из клочков, в определенном количестве, соответствующем рецепту смеси, поступают в камеру машины, где перемешиваются под действием движущихся органов машины. В большинстве случаев применяют непрерывную подачу компонентов в камеру машины и вывод из нее смеси.

Недостатки камерного способа смешивания те же, что и способа смешивания слоями.

Смешивание лентами на ленточных машинах осуществляется после отдельной переработки волокон компонентов в трепании и чесании. Если гребенную пряжу вырабатывают из смеси хлопкового волокна с химическими волокнами, то смешивают ленты хлопкового волокна, полученные с гребнечесальных машин, и ленты из химических штапельных волокон, полученные с ленточных

машин после кардочесания. Целесообразность применения такого метода смешивания обусловлена тем, что он позволяет подготавливать волокна компонентов в режиме, соответствующем их свойствам. При этом лучше сохраняются ценные свойства химических волокон и меньшее количество их попадает в отходы.

При переработке химических волокон с длиной резки до 38 мм применяют укороченный разрыхлительный агрегат (РА). Например, при выработке вискозной пряжи пневмомеханического способа прядения в состав РТА входят следующие машины: питатели-смесители П-1; головной питатель П-5; горизонтальный разрыхлитель ГР-6 и однопроцессная трепальная машина Т-16. При этом на всех секциях машины Т-16 колосники установлены в положении «Закрыто». Такой же агрегат используют при переработке лавсана в чистом виде.

При переработке химических волокон с длиной резки 65 мм применяют разрыхлительный агрегат, состоящий из следующих машин: четырех питателей-смесителей с весовыми дозаторами ПСД, питателя для ввода отходов с дозатором ПУД, смесительной решетки РП-7, наклонного разрыхлителя НР-1И, наклонного разрыхлителя НР-2И со смешивающей камерой, подкрашивающей эмульсирующей машины ПЭ-И, смесовой машины СН-И, трепальной секции ТС-И, пневматического распределителя РВП, двух однопроцессных трепальных машин Т-2И или Т-16.

При переработке однородных смесей машины СН-И и ТС-И могут исключаться.

Наклонные разрыхлители НР-1И, НР-2И и барабан-смеситель СБ-И предназначены для переработки химических волокон. Конструкция наклонного разрыхлителя для переработки химических штапельных волокон НР-1И в основном аналогична конструкции машин ОН-6, применяемых для переработки хлопкового волокна. Диаметры барабанов увеличены до 500 мм, а частота вращения их снижена. Поступившие в машину НР-1И порции волокон компонентов последовательно разрыхляются, частично смешиваются и поступают в камеру барабана-смесителя СБ-И, где смешиваются малыми порциями.

Барабан-смеситель диаметром 750 мм имеет 10 колков, расположенных в шахматном порядке. Диаметр колка 13 мм, высота 275 мм. Частота вращения барабана 106 мин^{-1} . Установка барабана между разрыхлителями НР-1И и НР-2И в значительной мере предотвращает зажгучивание волокнистого материала, что может иметь место при последовательной обработке его на двух однотипных машинах. Для уменьшения зажгученности волокна на втором разрыхлителе НР-2И угол наклона плоскости осей барабанов уменьшен до 45° , благодаря чему клочки волокон перемещаются быстрее, находясь меньшее время в машине.

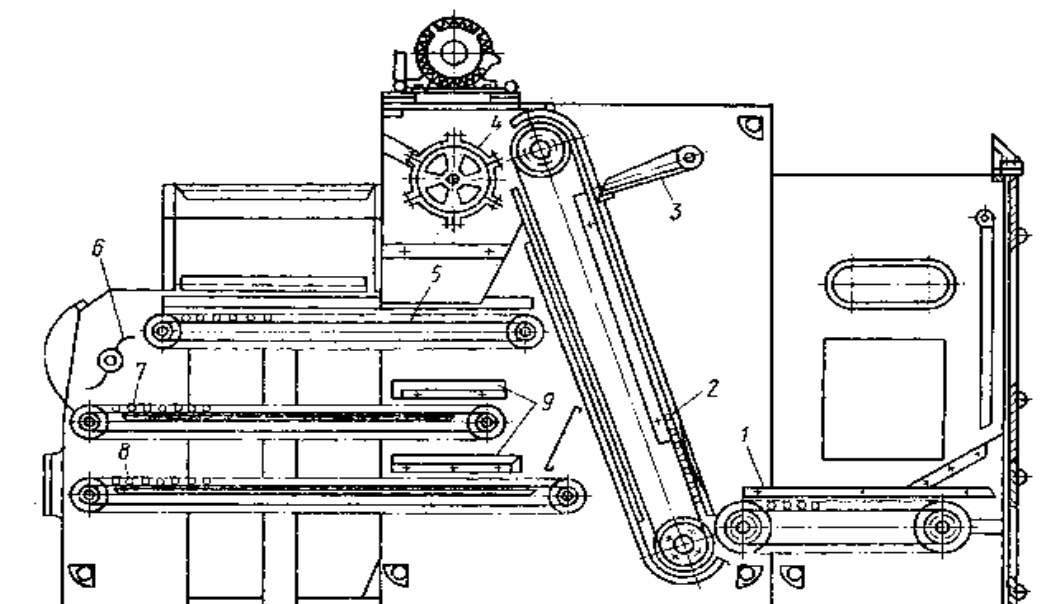


Рис. 1. Подкрашивающая эмульсирующая машина ПЭ-И

Подкрашивающая эмульсирующая машина ПЭ-И состоит из головного питателя и установки для эмульсирования и подкрашивания волокон. Эмульсирование осуществляется для уменьшения электризации волокон при механической обработке. Подкрашивают смеси для предупреждения возможного перемешивания полуфабрикатов и пряжи из смесей разного состава и назначения, непрочными (легкосмываемыми) красителями.

Периодически подаваемая из машины НР-2И смесь волокон падает на короткую питающую решетку 1 (рис. 1) головного питателя машины. Питающая решетка подводит волокна смеси к игольчатой решетке 2. Игольчатая решетка отбирает от смеси волокон клочки их и подносит к разравнивающему гребню 3. Разводку между этими органами можно установить в пределах 3-60 мм. Выровненный гребнем слой волокон подводится игольчатой решеткой к съемному барабану 4, который сбрасывает волокна на верхнюю решетку 5. Двумя форсунками на волокно разбрызгивается эмульсия или подкрашенная вода. После этого волокно переносится лопастями аэратора 6 на среднюю решетку 7, движущуюся в направлении, обратном движению верхней и нижней решеток. Со средней решетки смесь волокон попадает на нижнюю решетку 8, которой выводится из машины. Между средней и нижней решетками находится восемь инфракрасных ламп термоизлучателя 9, которые подсушивают подкрашенное волокно. Эмульсированное волокно не подсушивают. Количество эмульсии регулируют от 1 до 2,5 % массы перерабатываемого волокна. Подача эмульсии или подкрашенной воды автоматически прекращается при останове машины. Производительность машины до 400 кг/ч.

Смесь из машины ПЭ-И транспортируется по трубопроводу к конденсору смесителя непрерывного действия СН-И.

Смеситель непрерывного действия СН-И принципиально по конструкции не отличается от конструкции машины СН-3, только вместо разравнивающего барабана на машине СН-И установлен разравнивающий гребень.

В зависимости от степени разрыхленности волокон, их плотности камера смесителя вмещает 120—150 кг смеси. Вместо машины СН-И может быть использована смешивающая машина МСП-8.

Учитывая повышенную степень трепания волокон, особенно синтетических, а также недостаточную рассыпчатость некоторых химических волокон, необходимо смесь волокон из смесителя СН-И направлять для разрыхления на трепальную секцию ТС-И, представляющую собой горизонтальный разрыхлитель с шестибильным игольчатым трепалом, установленным вместо ножевого барабана. Средняя масса клочков волокон длиной 38 и 65 мм после обработки на машине ТС-И соответственно составляет 0,06 и 0,12 г.

Для переработки химических штапельных волокон длиной 38 мм и их смесей с хлопковым используют трепальные машины ТО-16, ТОД-16 и Т-16. Для разрыхления химических волокон с длиной резки до 65 мм можно применять двухсекционную трепальную машину Т-2И. Разрыхляющими органами машины являются трехбильное игольчатое и шестипланочное игольчатое трепала. Машина имеет два педальных регулятора. Первый необходим для регулировки скорости подачи волокна к первому трепалу в зависимости от уровня заполнения резервного бункера перед вторым трепалом. Второй педальный регулятор выполняет обычную функцию на трепальной машине – выравнивает толщину слоя холста. Масса клочков волокон длиной 65 мм из холстов, полученных на этой машине и на машине Т-16, одинакова и равна 0,05 г. На машине Т-2И можно вырабатывать холст массой от 16 до 32 кг. Производительность машины 180—200 кг/ч. Разводки и скорость рабочих органов машин разрыхлительного агрегата берутся из справочника по хлопкопрядению.

Установлено, что для получения равномерных холстов необходимо, чтобы отходы и обраты вводились равномерно питателем для отходов, бункера и резервные камеры машин заполнялись равномерно. При переработке синтетических волокон целесообразно увеличить объем бункера за счет смещения задней стенки. Передаточное число педального регулятора при переработке лавсана увеличивают до 65. Каждый компонент вводится в смесь через отдельный питатель-смеситель.

При переработке искусственных (полинозных) и синтетических волокон рекомендуется увеличивать тягу воздуха в трубопроводах, уменьшать нагрузку

на скалку вдвое по сравнению с нагрузкой при переработке хлопка, а нагрузку на плющильные валы увеличивать до максимальной величины.

При выработке холстов из синтетических волокон рекомендуется для улучшения раскатки холстов прокладывать в них ровницу, полученную из той же смеси, а для облегчения снятия холстов со скалки надевать на скалку при переработке холста картонную гильзу.

Сопряженность машин РА считается нормальной, если головной питатель останавливается 14—15 раз за 1 ч работы, а батарея питателей-смесителей соответственно 15—17 раз. Производительность бункера однопроцессной трепальной машины должна быть на 10—15 % выше производительности выпускной секции.

2.3. Особенности переработки химических волокон в кардочесании

Для чесания смесей хлопкового волокна с химическими длиной резки до 40 мм применяют те же чесальные машины, что и для чесания хлопкового волокна. Для чесания химических штапельных волокон с длиной резки до 65 мм используют чесальные машины модернизированные чесальные машины с индексом И, например, ЧМВ-1000И, малогабаритные валичные (*рис. 2*). Машины для химических волокон имеют питающий столик с увеличенной длиной рабочей грани 55 мм, приемный барабан с меньшим числом зубьев. Под приемным барабаном вместо колосниковой решетки можно устанавливать поддон из гладкого перфорированного стального листа. Вместо расчесывающей пары под приемным барабаном устанавливают отбивной нож. Под главным барабаном со стороны питания устанавливают гладкий лист, а со стороны выпуска – перфорированный стальной лист. Скорость шлепок на машинах снижают до минимума до 30—44 мм/мин для уменьшения количества шляпочного очеса.

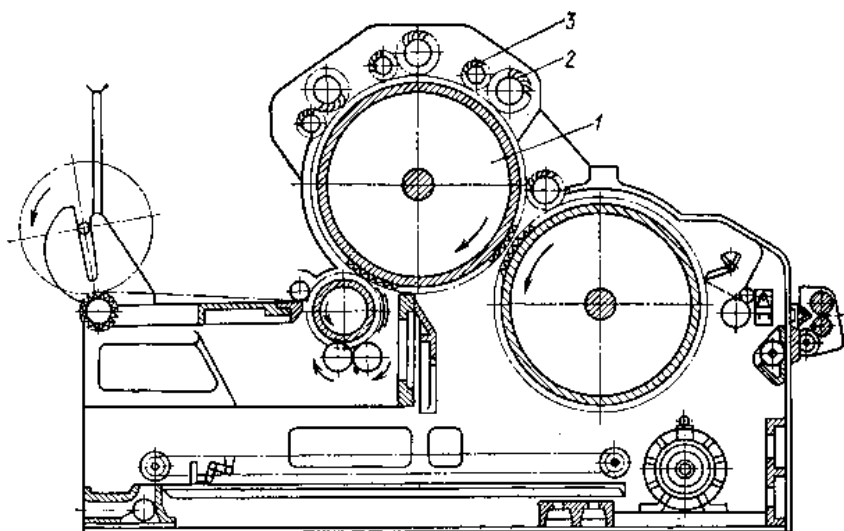


Рис. 2. Технологическая схема валичной чесальной машины ЧМВ-1000И

На малогабаритной валичной машине ЧМВ-1000И над главным барабаном 1 (рис. 2) вместо шляпок установлены три пары валиков, каждая из которых состоит из рабочего 2 и чистительного 3 валиков. Диаметры рабочих валиков 188 мм, частота вращения их 65 мин^{-1} , а чистительных валиков – соответственно 126 мм и 165 мин^{-1} .

При переработке синтетических волокон главный и съемный барабаны рекомендуется обтягивать ЦМПЛ, приемный барабан – пильчатой лентой, шляпки – полужесткой гарнитурой.

Разводки между рабочими органами устанавливаются согласно рекомендациям технической документации на машину.

При переработке искусственных (вискозного и полинозного) волокон допускается 6—10 пороков, при переработке синтетических волокон – 10—15 пороков, а при переработке средневолокнистого хлопка первых сортов – 90—150 пороков на 1 г прочеса. Поэтому при добавлении к хлопковому волокну химических штапельных волокон число пороков в прочесе снижается. Нормы неровноты лент из химических штапельных волокон такие же, как нормы неровноты ленты из хлопкового волокна.

Чесальные машины, обтянутые цельнометаллической лентой, очесывают при переработке хлопкового волокна I сорта, вискозного волокна и их смесей не реже 1 раза в неделю, синтетических волокон и их смесей с хлопковым – 1 раз в день, полиэфтрного волокна и волокна ПВХ – 1 раз в смену.

При чесании химических штапельных волокон выделяется меньше отходов, чем при чесании хлопкового волокна. Количество отходов из-под прием-

ного барабана составляет 0,15 %, из-под главного и съемного – 0,15 %, пух с палок – 0,02 % и шляпочный очес – 0,8 %, т. е. всего 1,12 %.

Химические штапельные волокна достаточно равномерны по длине, не содержат сорных примесей и имеют лишь незначительное число пороков. Поэтому гребнечесание этих волокон в технологическом отношении излишне и экономически нецелесообразно. При выработке тонкой пряжи из смеси хлопкового волокна с химическими гребнечесанию подвергается лишь хлопковое волокно. Ленты из хлопкового волокна с гребнечесальных машин смешивают с лентами из химического штапельного волокна, прочесанного на кардочесальной машине и для увеличения распрямленности волокон пропущенного через ленточную машину.

В некоторых случаях, например при выработке хлопкокапроновой пряжи, компоненты смешивают на ранней стадии технологического процесса и поэтому гребнечесанию подвергается не один компонент (хлопковое волокно), а смесь. Исследования показали, что гребнечесание смесей хлопкового волокна со штапельными вискозным или капроновым волокнами протекает без затруднений. В очес выделяются в основном короткие хлопковые волокна, и поэтому соотношение компонентов в продукте в результате гребнечесания изменяется в пользу химического штапельного волокна, которое имеет большую средневзвешенную длину и обладает значительно большей равномерностью, чем хлопковое волокно.

2.4. Особенности переработки химических волокон на ленточных машинах

При переработке химических штапельных волокон и их смесей с хлопковым волокном ленточные машины применяют для параллелизации волокон, выравнивания толщины лент и для смешивания лент из химических штапельных волокон разных видов с кардными или гребенными лентами из хлопкового волокна.

Все типы ленточных машин, применяемые для переработки хлопкового волокна, можно использовать для переработки химических волокон с длиной резки до 40 мм (максимальная длина отдельных волокон до 45 мм), а на ленточных машинах Л2-50-1 можно перерабатывать волокна длиной от 28 до 65 мм (с максимальной длиной отдельных волокон до 75 мм).

При переработке химических волокон и их смесей с хлопком необходимо учитывать их свойства при установке разводов между вытяжными парами и нагрузок на валики. Химические штапельные волокна характеризуются наряду

с большей длиной по сравнению с длиной хлопкового волокна лучшей равномерностью волокон по длине, а также большим коэффициентом трения.

Смеси волокон, содержащие химические штапельные волокна, имеют большую средневзвешенную длину и большее количество длинных волокон, чем хлопковое волокно. Некоторые смеси характеризуются двухвершинными кривыми распределения волокон по длине. По этим причинам показатель штапельной длины неприемлем для расчета разводов в вытяжном приборе при переработке неоднородных смесей химических волокон и их смесей с хлопковым волокном.

Добиваясь увеличения доли контролируемых волокон, в поле вытягивания необходимо устанавливать такую минимальную разводку, при которой суммарная сила трения волокон в вытяжной паре будет, по крайней мере, в 2 раза больше среднего значения силы вытягивания. В необходимых случаях можно увеличивать нагрузку на вытяжную пару.

На ленточных машинах часто смешивают различные компоненты. При этом надо учитывать свойства лент компонентов, а также их доли. При сложении на ленточных машинах лент из волокон компонентов, имеющих разные удельные массы, необходимо выбирать соотношение линейных плотностей лент так, чтобы поперечные сечения лент были одинаковыми. В противном случае распределение нагрузки на ленты разных компонентов будет неравномерным, что нарушит нормальные условия процесса их вытягивания. Если волокна двух компонентов имеют соответственно разные объемные плотности γ_1 и γ_2 , то поперечные сечения лент из этих волокон будут равны при следующем соотношении линейных плотностей лент:

$$T_2 = T_1 \frac{\gamma_2}{\gamma_1}. \quad (9)$$

Для получения заданного долевого содержания компонентов β_1 и β_2 по массе число лент m_1 , m_2 при общем числе сложений m будет

$$m_1 = \frac{m\gamma_2\beta_1}{(\gamma_2\beta_1 + \gamma_1\beta_2)}; \quad (10)$$

$$m_2 = m - m_1. \quad (11)$$

Линейная плотность ленты с ленточной машины, на которой осуществлялось смешивание при вытяжке E ,

$$T_{\text{см}} = \frac{(m_1 T_1 + m_2 T_2)}{E}. \quad (12)$$

Весовые доли компонентов в смеси при заданном числе их лент равны

$$\beta_1 = \frac{m_1 T_1}{(m_1 T_1 + m_2 T_2)} = \frac{m_1 \gamma_1}{(m_1 \gamma_1 + m_2 \gamma_2)}. \quad (13)$$

При сложении лент, состоящих из различных компонентов, может возникать ручьистость. Для равномерного прокрашивания гладкокрашенных тканей в поперечном сечении пряжи из смеси волокон волокна должны распределяться равномерно без выраженной ручьистости.

Ручьистости в пряже из смеси волокон не будет тогда, когда общая вытяжка лент компонентов, равная произведению вытяжек, осуществляемых на последовательных переходах от места смешивания до получения пряжи, будет больше среднего числа волокон $\bar{n}_л$ в поперечном сечении вводимой ленты компонента

$$E_{об} \geq \bar{n}_л \quad (14)$$

или

$$E_{об} \geq \frac{T_л}{T_в}. \quad (15)$$

Пример. На прядильной фабрике вырабатывается лавсанохлопковая пряжа 10 текс при доле хлопкового волокна в ней $\beta_1 = 0,4$. Компоненты смешивают на ленточной машине при вытяжке $E = 8$ и числе сложений на ней $m = 8$. Средняя линейная плотность хлопкового волокна $T_в = 167$ мтекс, а ленты из хлопкового волокна $T_1 = 3333$ текс. Определим условия, исключаяющие ручьистость.

Используя формулы (9), (10), (12), рассчитаем требуемую линейную плотность лавсановой ленты:

$$T_2 = 3333 \cdot 1,38/1,52 = 3026 \text{ текс.}$$

Число складываемых лент из хлопкового волокна $m_1 = 8 \cdot 1,38 \cdot 0,4/(1,38 \cdot 0,4 + 1,52 \cdot 0,6) = 3$ ленты,

из лавсанового волокна $m_2 = 8 - 3 = 5$ лент.

Линейная плотность ленты из смеси волокон

$$T_{см} = (3 \cdot 3333 + 5 \cdot 3026)/8 = 3141 \text{ текс.}$$

Далее определим необходимую общую вытяжку. По формуле (15) имеем

$$E_{об} \geq \frac{3333}{0,167} = 19\,958.$$

Если на ровничную машину поступает лента из смеси волокон $T_{см} = 3141$ текс, то для превращения в пряжу она должна быть вытянута на ровничной

и прядильной машинах в $3141 : 10 = 314,1$ раза. Следовательно, общая вытяжка на всех переходах ленточных машин должна быть не менее $19\,958 : 314,1 \approx 63$. Для этого достаточно после смешивания на ленточной машине Л2-50 пропустить ленту из смеси волокон через вторую головку ленточных машин и в результате при вытяжке 8 на каждом переходе получить вытяжку $8 \times 8 = 64$.

Если двукратного пропуска через ленточные машины недостаточно, применяют и третий переход ленточных машин. Однако на этом переходе возможна большая скрытая вытяжка и наматывание распрямленных и параллелизованных волокон на цилиндры и валики вытяжного прибора, поэтому дальнейшая переработка ленты будет затруднена.

Распределение волокон компонентов в пряже из смеси волокон, полученной смешиванием лентами, более равномерно, чем при смешивании волокон на разрыхлительном агрегате, но из-за случайных колебаний линейной плотности лент компонентов пряжа также имеет определенную неровноту.

При смешивании компонентов на разрыхлительном агрегате достаточно бывает двух последовательных пропусков лент через ленточные машины.

К вытяжным приборам ленточных машин, на которых перерабатываются химические волокна, предъявляются повышенные требования. Рифли цилиндров не должны иметь вмятин и заусенцев, эластичные покрытия валиков - выбоин и порезов.

Для уменьшения электризации химических волокон применяют покрытия из синтетических бутадиеннитрильных каучуков (резина ЭЦ-24). Рекомендуется наносить на покрытия валиков, предназначенных для переработки химических волокон, слой пленки, полученной на основе полиамидных смол.

Электростатические заряды, возникающие на волокнах, можно снимать, ионизируя воздух вокруг выходящей из вытяжного прибора мычки с помощью нейтрализатора зарядов НСЭ-210 АТ или применяя термическую обработку эластичных покрытий нажимных валиков.

2.5. Особенности переработки химических волокон на ровничных машинах

Для получения ровницы из химических штапельных волокон с длиной резки до 40 мм и из их смесей с хлопковым волокном используют ровничные машины хлопкопрядильного производства. На ровничных машинах Р-260-И2 перерабатывают химические штапельные волокна с длиной резки до 65 мм при максимальной длине отдельных волокон 75 мм. Отличительной особенностью этой машины является универсальный трехцилиндровый одноремешковый вы-

тяжной прибор типа СКФ, приспособленный для переработки длинного волокна.

Разводки между цилиндрами вытяжного прибора ровничных машин рекомендуется рассчитывать при переработке химических штапельных волокон одного вида, исходя из штапельной длины волокна, а при переработке смесей - из средневзвешенной штапельной длины. При этом в случае переработки химических волокон, для которых коэффициент трения имеет повышенное значение, величину поправки к штапельной длине берут больше (например, при переработке полиэфирного волокна). Нагрузку на нажимные валики при переработке хлопкового волокна в смеси с синтетическими целесообразно увеличивать по сравнению с нагрузками при переработке хлопкового волокна. Если рассчитывать разводки для каждой зоны вытягивания по среднему значению силы вытягивания с учетом нагрузки на валики, линейной плотности продукта и других параметров вытягивания, можно получить минимально допустимые разводки, при которых тяговое усилие вытяжного зажима в каждой зоне вытягивания будет больше силы вытягивания. Этот метод расчета гарантирует нормальные условия вытягивания без пересечен и краксов в продукте.

К качеству цилиндров и покрытий нажимных валиков ровничной машины предъявляются такие же требования, как и на ленточной машине.

Параметры заправки ровничных машин рассчитывают, пользуясь рекомендациями справочника по хлопкопрядению.

2.6. Особенности переработки химических волокон на кольцевых прядильных машинах

Пряжу из химических штапельных волокон и из их смесей с хлопковым можно вырабатывать на хлопкопрядильных машинах разных марок. Для переработки химического штапельного волокна длиной резки до 65 мм используют прядильные машины двух моделей: П-83-7И с трехцилиндровым одноремешковым прибором ВР-4 с изогнутым полем вытягивания, обеспечивающим общую вытяжку до 40.

Разводки в вытяжном приборе необходимо рассчитывать по среднему значению силы вытягивания. Для ориентировочного подбора разводов можно пользоваться рекомендациями справочника по хлопкопрядению.

Протяженность неконтролируемого пространства в передней зоне вытяжного прибора ВР-1 равна 19 мм, а в приборе ВР-4 — 22 мм. Поэтому для химических штапельных волокон длиной до 40 мм целесообразнее применять вытяжной прибор ВР-1 или ВР-2.

Чтобы увеличить силы трения волокон о цилиндр и валик вытяжной пары при переработке смеси хлопкового волокон и извитого полиэфирного волокна, обуславливающих повышенную силу вытягивания продукта, необходимо нагрузку на вытягивающую пару увеличить.

При выработке пряжи из вискозного волокна следует применять для нажимных валиков эластичные покрытия из резины ЭЦ-25 с нанесенной пленкой из полиамидных смол, а при выработке пряжи из смесей хлопкового и полиэфирного волокон покрытия из резины ЭП-26.

Частоту вращения веретен при выработке пряжи из смесей хлопкового волокна с химическими волокнами можно устанавливать такой же, как при выработке хлопчатобумажной пряжи, либо немного повысить (на 15 %) при выработке хлопковискозной пряжи, либо понизить (на 4—6 %) при выработке лавсанохлопковой пряжи из-за ее меньшей прочности по сравнению с прочностью хлопчатобумажной пряжи, а при выработке хлопкокапроновой пряжи понизить на 10 % из-за наличия в смеси более толстых капроновых волокон и меньшей прочности пряжи.

2.7. Особенности переработки химических волокон на пневмомеханических прядильных машинах

При прядении химических волокон и их смесей на пневмомеханических прядильных машинах типа БД длина химических волокон допускается не выше 40 мм. Вследствие высокой скорости машины и транспортировки волокон воздухом к волокнам и полуфабрикатам предъявляются определенные требования (*табл. 3*).

Подготовка ленты может проводиться на машинах, приспособленных для переработки волокон длиной до 40 мм и обеспечивающих необходимое качество ленты для пневмомеханической прядильной машины.

Лента должна содержать минимальное количество слипшихся волокон (что вызывает обрывы) и минимальное количество длинных волокон, так как увеличение их количества способствует образованию намотов на дискретизирующем барабанчике и пучков и скоплений волокон под сепаратором, в результате чего ухудшается качество пряжи и увеличивается обрывность.

Т а б л и ц а 3. Основные параметры волокон и полуфабрикатов

Параметр	Волокно	
	искусственное	синтетическое
Длина волокон, мм	28–40	28–38
Линейная плотность волокон, мтекс	120–275	150–275
Максимальное количество длинных волокон, %	10	5
Содержание склеек	Не допускается	
Количество коротких волокон, %	До 15	До 15
Удлинение, %	До 16	До 45
Неровнота ленты на приборе «Устер» с чесальной машины, %	5,5	5,5
Неровнота ленты на приборе «Устер» со второго перехода ленточных машин, %	5	5

Для искусственных волокон (вискозных) следует применять малую плотность укладки ленты в таз и малую плотность намотки. Для синтетических волокон и волокон жесткой структуры (например, вискозного извитого) необходима большая степень уплотнения при укладке и наматывании с целью уменьшения их объема и облегчения их движения через питающее устройство.

Линейная плотность ленты выбирается в зависимости от линейной плотности пряжи, но при этом необходимо стремиться к получению меньшей вытяжки и меньшей скорости прохождения ленты через питающее устройство. Рекомендуется линейная плотность ленты от 2940 до 3570 текс.

Гарнитура для дискретизирующих барабанчиков при переработке вискозного неизвитого волокна применяется та же, что и при переработке хлопкового волокна, а при переработке синтетических волокон и вискозного извитого применяется гарнитура типа ОК-37 с малой расчесывающей способностью (угол наклона зубьев около 90° и меньшее их число).

Частоту вращения дискретизирующего барабанчика выбирают с учетом следующего: при увеличении частоты вращения барабанчика волокна укорачиваются в большей степени, а концы синтетических волокон оплавляются и слипаются; при уменьшении частоты вращения волокна плохо разъединяются (зубья вырывают пучки волокон из бородачки), плохо осуществляется дискретизация волокон и в дискретном потоке наблюдается значительное число сечений, в которых будет несколько волокон. Все это приводит к неравномерной подаче волокон в камеру.

Рекомендуемая частота вращения дискретизирующего барабанчика для вискозного неизвитого волокна 5000—7000 мин⁻¹, а для синтетических и извитых вискозных волокон 6000—7000 мин⁻¹.

Коэффициент крутки пряжи из смеси химических волокон может быть меньше коэффициента крутки пряжи из хлопкового волокна. При выборе крутки необходимо исходить из типа перерабатываемого волокна, обрывности пряжи, ее качества и назначения (см. гл. II). С увеличением крутки прочность и равномерность пряжи существенно не меняется. Поэтому можно сообщить пряже меньшую крутку, что позволяет повысить производительность машины.

Натяжение пряжи между оттяжными цилиндрами и мотальными валами выбирается с учетом того, что при большом натяжении пряжи бобина получается плотной (в результате чего увеличивается обрывность между оттяжными цилиндрами и мотальными валами), а при малом – мягкой с неправильной раскладкой пряжи.

На натяжение пряжи влияют вид перерабатываемого волокна, линейная плотность пряжи, а также крутка.

Наладку машины можно оценить визуально: при правильной установке питающего столика и правильном выборе линейной плотности ленты последняя проходит по питающему столику, свободно, без деформации; при правильном формировании пряжи волокна в волокнистой ленточке со стороны камеры укладываются параллельно друг другу.

3. СОКРАЩЕННЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Рассмотренные выше способы переработки химического волокна в чистом виде и в смеси с хлопковым нельзя признать совершенными, так как получаемые на заводах-изготовителях химические волокна в жгутах разрезаются на короткие штапели и прессуются в кипы. На прядильных фабриках химические волокна, не имеющие сорных примесей, расположенные параллельно друг другу и равномерные по своим свойствам, подвергают разрыхлению и чесанию, в результате чего часть волокон обрывается, зажгучивается и попадает в отходы. Это приводит к потере сырья, увеличению стоимости пряжи, потребности в дополнительной рабочей силе и увеличению рабочих площадей. В связи с этим заслуживает внимания переработка химических волокон при штапелировании жгута на прядильных фабриках. Существует два направления этого способа:

- штапелирование жгута на ленточно-разрывных и ленточных резально-штапелирующих машине и получение ленты, которая для получения пряжи или смешивается на ленточных машинах с лентами из натуральных волокон, или перерабатывается в чистом виде;
- штапелирование жгута на прядильных машинах, т. е. однопроцессный способ получения пряжи из химических волокон.

3.1. Штапелирование жгутов химических нитей

3.1.1. Способ неконтролируемого разрыва жгута

Штапелирование по способу неконтролируемого разрыва осуществляется между парами цилиндров, вращающихся с разными окружными скоростями. Скорости питающей пары 1 (рис. 3) и выпускной пары 2 соответственно равны V_1 и V_2 при этом V_2 больше V_1 . Волокна движутся в направлении оси X .

Возникающее вследствие разности скоростей пар / и // растягивающее усилие сначала удлиняет волокно, а затем разрывает его. Для этого способа разрыва характерно то, что разрыв может произойти в любом сечении вытяжного поля между парами цилиндров 1 и 2. Исходное положение неразорванного волокна показано в момент времени $t = t_2$. В момент времени t_2 волокно попадает в зажим пары 2 и начинает растягиваться. Разрыв происходит в момент времени t_3 , когда удлинение волокна достигает величины разрывного удлинения.

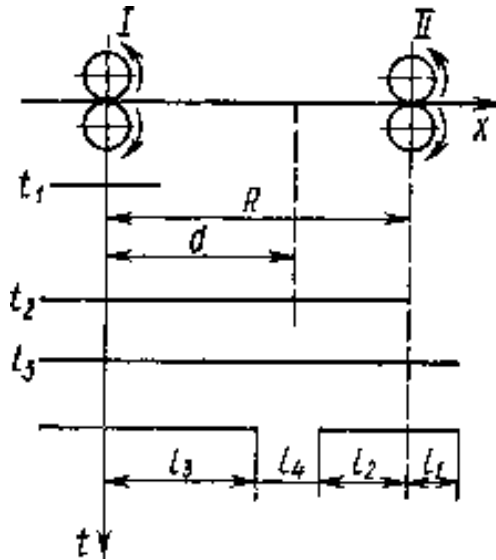


Рис. 3. Схема штапелирования волокон жгута неконтролируемым разрывом

После разрыва участок волокна, находящийся в зажиме пары 2 и выступающий в зону вытягивания, мгновенно сокращается до длины l_2 , а участок, находящийся в зажиме питающей пары 1 - до длины l_3 . В течение времени $(t_3 - t_2)$ за линию зажима выпускной пары 2 выходит участок длиной l_3 . Концы волокон после разрыва, сокращаясь, разойдутся на величину l_4 .

Так как каждое волокно жгута разрывается по наиболее слабому месту, то вследствие произвольного расположения в вытяжном приборе слабых мест волокон образуются волокна разной длины. Штапельная длина волокна может быть определена по упрощенной формуле

$$l = l_1 + l_2 = \frac{RE\varepsilon_p}{(1 + \varepsilon_p)(E - 1 - \varepsilon_p)} + \frac{R - d}{1 + \varepsilon_p}, \quad (16)$$

где R – разводка между разрывными зажимами;

E – вытяжка в зоне разрыва;

ε_p – относительное разрывное удлинение волокна;

d – расстояние от места разрыва волокна до зажима питающей пары 1.

Минимальная длина волокна получается при разрыве в зажиме выпускной пары 2 ($d = R$), т. е. при $l_2 = 0$:

$$l_{\min} = \frac{l_1 RE\varepsilon_p}{(1 + \varepsilon_p)(E - 1 - \varepsilon_p)}. \quad (17)$$

Максимальная длина волокна получается при разрыве в зажиме питающей пары 1 ($d = 0$), т. е. при $l_2 = l_{2\max} = \frac{R}{(1 + \varepsilon_p)}$.

При этом

$$l_{\max} = l_1 + l_{2\max} = \frac{R(E - 1)}{(E - 1 - \varepsilon_p)}. \quad (18)$$

Участки у разных волокон имеют различную длину от $l_{3\min} = 0$ (при d) до $l_{3\max} = R - l_4$ (при $d = R$) и образуют в зажиме выступающую в зону вытягивания бородку. Вследствие этого волокна жгута разрываются не все сразу, а последовательно. Из вытяжного прибора выходит непрерывная лента, состоящая из волокон разной длины.

Штапельная диаграмма волокон имеет форму трапеции. Средняя длина волокон

$$\bar{l} = 0,5(l_{\min} + l_{\max}) = 0,5R \frac{l_1 R (E - 1)(1 + \varepsilon_p) + E \varepsilon_p}{(1 + \varepsilon_p)(E - 1 - \varepsilon_p)}. \quad (19)$$

Фактическая средняя длина на 6—8 % короче теоретической. Чем больше разводка, тем больше средняя длина волокон, но тем больше разность по длине волокон в штапеле, т. е. больше их неровнота. При увеличении разводки от 95 до 115 мм неровнота волокон по длине возрастает от 43 до 50 %.

Минимальная вытяжка, при которой осуществляется разрыв волокон жгута, определяется из условия

$$E_{\min} \geq \frac{1 + \varepsilon_p}{1 + \varepsilon_y}, \quad (20)$$

где ε_p — упругая составляющая деформации волокна, входящего в питающий зажим с предварительным натяжением.

Если предварительное натяжение отсутствует ($\varepsilon_p = 0$), то

$$E = 1 + \varepsilon_p. \quad (21)$$

С увеличением вытяжки E минимальная и максимальная длины, а также средняя длина уменьшаются.

Чем больше относительное разрывное удлинение волокон, тем больше l_1 и меньше l_2 .

Для увеличения производительности разрывных штапелирующих машин в них используют не одну, а несколько зон разрыва. Это позволяет устанавли-

вать в задних зонах увеличенные разводки и перерабатывать более толстые жгуты. В первой зоне волокна предварительно разрываются на отрезки большей длины, чем это необходимо. Во второй зоне полученные в первой зоне длинные волокна разрываются на отрезки заданной длины в соответствии с разводкой и вытяжкой в этой зоне. Волокна, длина которых меньше разводки или равна ей, не подвергаются вторичному разрыву. При таком способе штапелирования неровнота волокон по длине меньше по сравнению с неровнотой волокон, полученных неконтролируемым однозонным способом. Работа разрывных ленточно-штапелирующих машин основана на принципе многозонного разрыва.

3.1.1.1. Ленточно-разрывные машины

Наибольшего прогресса в создании этих машин достигла фирма *Seydel* (ФРГ), выпустившая последовательно ряд ленточно-разрывных машин различного назначения, в том числе и первую ленточно-разрывную машину (1933 г.), предназначенную для штапелирования вискозного жгута. В 1964 г. фирма *Seydel* выпустила машину модели 633, которая эксплуатируется во многих странах мира. Эта машина является универсальной – она предназначена для переработки всех видов волокон. Машины модели 633 двусторонние, с выпуском ленты в таз с каждой стороны. Скорость выпуска ленты 45—150 м/мин, производительность машины зависит от вида перерабатываемого жгута и составляет 100—180 кг/ч. Производительность машины *Seydel-670* составляет 75—110 кг/ч при скорости выпуска ленты 90—140 м/мин. Машина односторонняя, одновыпускная (для удобства обслуживания), с устройством для нагрева жгута.

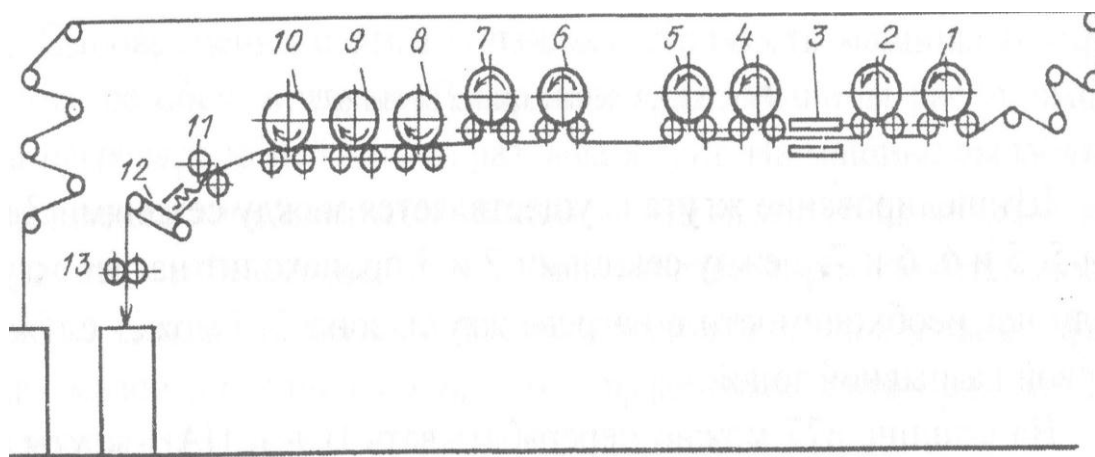


Рис. 4. Схема ленточно-разрывной машины *Seydel 671*

Последующие модели 671 и 673 ленточно-разрывных машин фирмы *Seydel* аналогичны по конструктивному решению машине модели 670. На *рис. 4* показана технологическая схема машины модели 671. Машина имеет девять вытяжных секций (вместо восьми секций на машинах модели 670). Предварительное растяжение происходит жгута в нагретом состоянии в зоне нагревательных плит 3 между секциями 1-2 и 4-5 и последующим охлаждением с помощью нижних цилиндров. Разрыв волокон происходит последовательно между 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10 секциями, разводка между которыми постепенно уменьшается в направлении выпуска (секции 4-5 и 6-7), обеспечивают надежный, без проскальзывания, зажим жгута. Растяжение жгута в каждой зоне происходит за счет разности скоростей рабочих органов. Секции вытяжки имеют одинаковое устройство и состоят из двух полых стальных цилиндров, охлаждаемых внутри водой, и верхнего обрешиненного вала, находящегося под гидравлической нагрузкой. Окончательное штапелирование жгута производится между вытяжными парами 8, 9 и 10. Из штапелирующего устройства лента поступает в гофрирующее устройство 11 и далее с помощью транспортера 12 и верхней тарелки лентоукладчика 13 в таз. При прохождении ленты по решетчатому транспортеру производится ее охлаждение и отсос пылевидных отходов с помощью вентилятора.

Производительность этих машин составляет 100—250 кг/ч при скорости выпуска ленты до 180 м/мин. Максимальная линейная плотность перерабатываемого вязкого жгута составляет 112 ктекс, полиакрилонитрильного - 167 ктекс, полиэфирного – 67—110 ктекс.

Фирма *Seydel* выпускает и другие модификации ленточно-разрывных машин с большей производительностью и большим количеством зон разрыва (модели 677, 682, 840 и т. д.)

По неконтролируемому способу разрыва работает большая часть ленточно-разрывных машин и все разрывно-смешивающих машины. Основными производителями ленточно-разрывных машин этого типа являются известные фирмы *Seydel* (ФРГ), *Tematex*, *Savio* (Италия), *Duranitre* (Бельгия), *Turbo* (США), *ОМ* (Япония). Указанные фирмы и ряд других выпускают и разрывно-смешивающие машины.

Машины с неконтролируемым разрывом получили за рубежом наибольшее распространение, так как этот способ штапелирования обеспечивает высокую производительность и наилучшее качество вырабатываемой ленты. Вместе с тем этот способ не свободен от недостатков. К ним относятся прежде всего необходимость больших нагрузок на валы (от 15 000 до 35 000 Н) и применение электродвигателей высокой мощности на приводе машины.

3.1.2. Способ контролируемого разрыва жгута

Штапелирование жгутовых нитей способом контролируемого разрыва заключается в том, что пластины надсекающего вала воздействуют на предварительно натянутый в зоне *надсекания* жгут нитей. В результате этого разрыв нитей происходит при меньшем их натяжении, что обеспечивает получение ленты из волокон с длиной, близкой к расчетной, при меньших изменениях физико-механических свойств волокон, чем при штапелировании способом неконтролируемого разрыва. При этом нагрузка на вытяжные валы значительно меньше.

Штапелирование жгутовых нитей способом контролируемого разрыва осуществляется на отечественных машинах ЛР-230-ИС, ЛР-400-ИС (рис. 5).

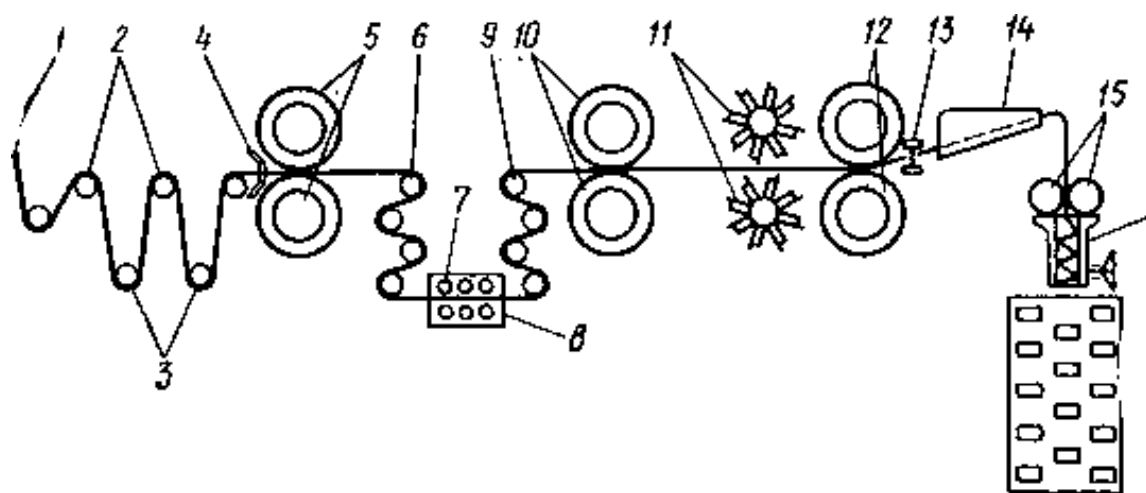


Рис. 5. Технологическая схема ленточно-разрывной машины контролируемого разрыва

Расправленный на рамке жгут 1 поступает в машину и проходит ряд прямых и дуговых стержней 2, 3, предназначенных для натяжения и окончательной расправки жгута. Пройдя направляющие стержни 4, жгут поступает в вытяжную зону, состоящую из питающей пары 5, двух рядов тормозных валков 6, 9 и промежуточной пары 10. Между рядами тормозных валков установлены верхняя 7 и нижняя 8 электрические плиты для термофиксации вытянутых волокон.

Вытяжка жгута между промежуточной и питающей парами должна обеспечивать максимально возможное распрямление волокон жгута. При значительной неравномерности натяжения волокон жгута в этой зоне возможен разрыв отдельных волокон.

После промежуточной пары жгут проходит между пластинами надсекающих валков 11 и поступает в выпускную пару 12. Верхние валки питающей, промежуточной и выпускной пар, а также верхний надсекающий валок для

обеспечения необходимой разводки в паре можно перемещать по вертикали с помощью специального механизма.

Для равномерного зажима волокон жгута верхние и нижние валики питающей, промежуточной и выпускной пар обрезинены, за исключением нижнего валика промежуточной пары, который имеет текстолитовое покрытие. Сила зажима волокон в паре зависит от толщины жгута и расстояния между центрами валиков данной пары. Вытяжку между выпускной и промежуточной парами, а также между выпускной парой и надсекающими валиками устанавливают в зависимости от качества жгута, вида волокна и его физико-механических свойств, общей массы поступающих в машину жгутов, величины удельного питания, массы штапелированной ленты и т. д.

Выходящая из выпускной пары штапелированная лента проходит между двумя пластинами ионизатора 13 для снятия с волокон зарядов статического электричества и через воронку 14 направляется в каландровые валики 15.

После каландровых валиков лента поступает в гофрирующее устройство 16. Степень гофрирования ленты определяется числом извитков на единицу ее длины и зависит от нагрузки на каландровые валики и крышку гофрирующего устройства. Цель гофрирования штапелированной ленты - повышение ее прочности.

Максимальная длина волокон может быть определена по формуле

$$l_{\max} = R + \frac{\varepsilon_n}{100} l_{\text{ж}} \left[1 + \frac{V_{\text{в.п.}}}{V_{\text{п.п.}}} \left(\frac{\varepsilon_n}{100} + 1 \right) \right], \quad (22)$$

где R – разводка между выпускной парой и надсекающими валиками;

ε_n – удлинение нити жгута при разрыве с надсеканием, %;

$l_{\text{ж}}$ – приращение длины нитей жгута при вытягивании в зоне разрыва между промежуточной и выпускной парами, мм;

$V_{\text{п.п.}}, V_{\text{в.п.}}$ – скорость соответственно промежуточной и вытяжной пар.

Минимальная возможная длина штапельных волокон

$$l_{\min 1} = \frac{V_{\text{п.п.}}}{n_{\text{н.в.}} m}, \quad (23)$$

где $n_{\text{н.в.}}$ – частота вращения надсекающих валиков;

m – число планок на надсекающем валике.

Величина $l_{\min}$ может быть также определена как длина, равная приращению длины волокон на участке между надсекающими валиками и выпускной парой:

$$l_{\min 2} = \frac{\varepsilon_p R}{100}, \quad (24)$$

где ε_p – разрывное удлинение волокон, %.

Следует отметить, что удлинение нитей при разрыве с надсеканием различно: для наружных нитей жгута это удлинение минимально, а для внутренних – близко по своему значению к разрывному удлинению.

Так как при штапелировании жгутовых нитей способом контролируемого разрыва разрыв нитей вероятен на участке жгута, находящемся между планками надсекающих валиков, то скорость выпускной и промежуточной пар, скорость надсекающих валиков и глубина вхождения планок надсекающих валиков зависят друг от друга, а также от прочности, разрывного удлинения и других свойств жгутовых нитей.

К недостаткам способа контролируемого разрыва относятся:

- значительная неровнота волокон в ленте вследствие разрыва нитей без надсекания между промежуточной парой и надсекающими валиками (для ликвидации неровноты используют разрыво-смешивающую машину, работающую при сложении 6—12 лент);
- образование коротких волокон в результате отсекаания концов волокон планками надсекающих валиков, а также в результате разрыва волокон на штапелирующей и разрыво-смешивающей машинах.

3.1.3. Способ разрезания жгутов

Сущность процесса штапелирования на резально-штапелирующих машинах состоит в разрезании волокон на штапели заданной длины с помощью специального режущего устройства и последующего формирования ленты за счет сдвига волокон в штапелированной ленте.

Все существующие резально-штапелирующие машины разделяются либо по способу разрезания, либо по способу формирования ленты.

У резально-штапелирующих машин Гринфильд (Англия), Ритер (Швейцария), Пасифик-конвертор (США), ЛШПР-12 (Россия), Тематекс (Италия) штапелирование осуществляется путем разрезания, точнее, продавливания, волокон жгута в результате взаимодействия верхнего ножевого спирального и нижнего гладкого опорного валов. Для эластичного зажима волокон, исключаяющего поперечное их перемещение в жале, промежутки между спиралями заполняются синтетическим каучуком.

На резально-штапелирующих получают штапелированные волокна с постоянной и переменной длиной. На всех штапелирующих машинах со спираль-

ным ножевым валом распределение волокон по длине зависит от угла подъема спиралей ножевого вала ножей, угла подачи жгута к ножевому валу и скорости изменения угла подачи.

Для получения штапелированных волокон переменной длины на резально-штапелирующих машинах ЛШПР-12 и Пасифик-конвертор имеется устройство, с помощью которого изменяется угол подачи жгута к ножевому валу. Это устройство представляет собой кривошипно-шатунный механизм, сообщающий возвратно-поступательное движение двум пластинам, на которых закреплено по два направляющих валика. В результате возвратно-поступательного движения пластин жгуты, проходящие через направляющие валики, отклоняются вправо и влево от нормали. Таким образом, волокна жгута разрезаются на волокна различной длины.

Формирование штапелированной ленты на резально-штапелирующих машинах Гринфильд, Ритер, Тематекс осуществляется в вытяжном поле, представляющем собой двухпольную гребенную головку ленточной машины.

На машинах Пасифик-конвертор, ЛШПР-12 формирование штапелированной ленты происходит в зонах сдвига волокон. Уплотнение штапелированной ленты и ее гофрирование для повышения сцепляемости волокон в ленте осуществляется на всех машинах с помощью гофрирующего устройства, состоящего из двух каландровых валиков и коробки с нагрузочным клапаном.

Наряду с такими важными достоинствами способа штапелирования разрезанием перед способами штапелирования с неконтролируемым и контролируемым разрывом, как получение штапелированных волокон требуемой длины с сохранением их первоначальных свойств, этот способ имеет ряд существенных недостатков. Основными из них являются значительная неровнота и недостаточная прочность штапелированной ленты из-за наличия неразработанных штапельков волокон, а при неравномерном натяжении жгута - наличие коротких и чрезмерно длинных волокон.

Для переработки жгутов на всех имеющихся типах штапелирующих машин требуется равномерное натяжение и хорошая рассыпчатость в нем элементарных волокон. Жгут не должен иметь перекрутов и провисания прядей отдельных элементарных нитей. Упаковка жгута должна обеспечивать возможность его равномерной расправки перед штапелированием.

3.1.3.1. Устройство и работа ленточной резально-штапелирующей машины ЛРШ-2-40

Отечественные резально-штапелирующие машины ЛРШ-70 (применяется в шерстопрядильном производстве) и ЛРШ-2-40, которая позволяет перераба-

тивать химические волокна в смеси с хлопковым (при смешивании их на ленточных машинах) работают по способу дифференцированного разрезания.

Применение ЛРШ-2-40 при дальнейшей переработке ленты на оборудовании для прядения хлопка исключает разрыхлительный и чесальный переходы.

Т а б л и ц а 4. Техническая характеристика ЛРШ-2-40

Параметр	Значение
Общая вытяжка	3,45–5,6
Скорость выпуска ленты, м/мин	До 160
Линейная плотность, ктекс ленты жгута	3–10 До 130
Число выпусков	2
Размер таза, мм	400×900
Длина волокон штапелированной ленты, мм	39; 44; 50; 59; 65

Технологическая схема машины ЛРШ-2-40 показана на *рис. 6*.

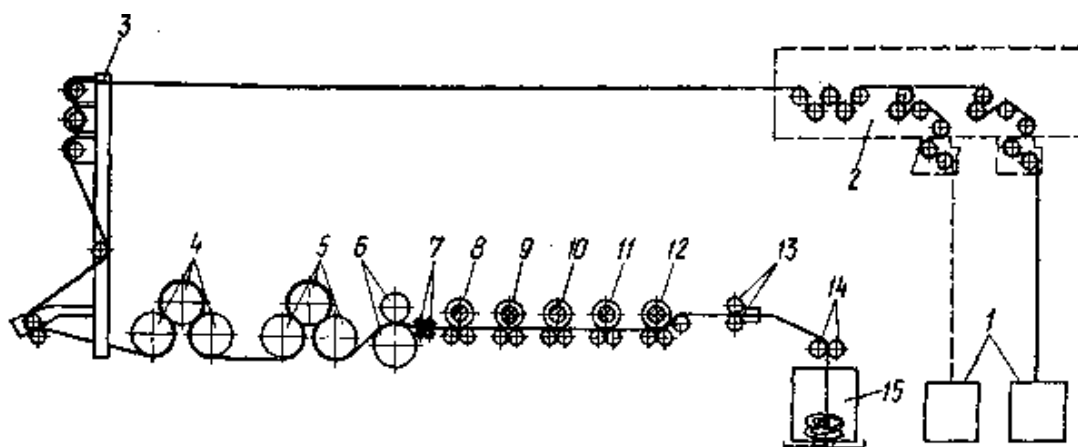


Рис. 6. Технологическая схема ленточной резально-штапелирующей машины ЛРШ-2-40

Питание машины производится жгутом из коробов 1 или других паковок со жгутовыми нитями. Жгуты, огибая направляющие дуговые и прямолинейные стержни питающей рамки 2 и приемной рамки 3, распрямляются и формируются в холстик требуемой ширины. В секции питания с помощью питающего 4 и вытяжного 5 зажимов холстик получает дополнительное натяжение и направляется в секцию штапелирования. В ней холстик подвергается дифференцированному разрезанию штапелирующим устройством 6, которое состоит из верхнего спирального ножевого вала и нижнего опорного вала.

После разрезания холстик цилиндрами 7 направляется в секцию вытягивания. Секция вытягивания состоит из пяти вытяжных пар 8–12. В секции вытягивания происходит дифференцированный сдвиг волокон и укорочение длинных волокон, имеющих длину $2l_{шт}$ и более ($l_{шт}$ – длина резки). Каждая вытяжная пара состоит из двух нижних рифленых цилиндров и верхнего нажимного валика с эластичным покрытием. Цилиндры и валики двух задних вытяжных пар имеют большие размеры, чем остальные вытяжные пары. Для лучшего зажима волокон все цилиндры вытяжных пар, кроме переднего, выполнены рифлеными. После вытягивания с помощью гофрирующего устройства 13 из холстика формируется лента.

Гофрирующее устройство состоит из двух каландровых металлических валов с гладкой полированной поверхностью и коробки с подвижным нажимным клапаном. Нижний вал получает движение от привода машины, верхний от нижнего, к которому он прижимается двумя пружинами. Каландровые валы при взаимодействии с боковыми стенками гофрирующей коробки уплотняют ленту, а при взаимодействии с нижним клапаном гофрируют ее. Гофрирование ленты осуществляется в результате противодействия нажимного клапана выходу ленты из каландровых валов. При этом волокна, ориентированные в ленте в направлении ее движения, получают извитость, сохраняющуюся до конца обработки.

Лоток гофрирующего устройства уплотняет волокна на поверхности ленты, благодаря чему сохраняется форма, придаваемая ленте для ее дальнейшей транспортировки и переработки, и передает ее в каландровые валы 14. Ширина ленты определяется шириной выходного отверстия лотка, а также шириной каландровых валов, которая несколько больше ширины выходного отверстия лотка.

Машина ЛРШ-2-40 имеет два выпуска в два таза 15.

Полученную ленту для дальнейшей переработки по системам прядения хлопка необходимо пропустить через разрыво-смешивающую машину СМ-2-40.

Ленточная резально-штапелирующая машина ЛРШ-2-40 отличается от зарубежных штапелирующих машин конструкцией штапелирующего и вытяжного устройств. Ножевой вал имеет радиальные пазы. Шаг, ширина и глубина радиальных пазов ножевого вала выполняются в зависимости от вида жгутовых нитей и назначения пряжи.

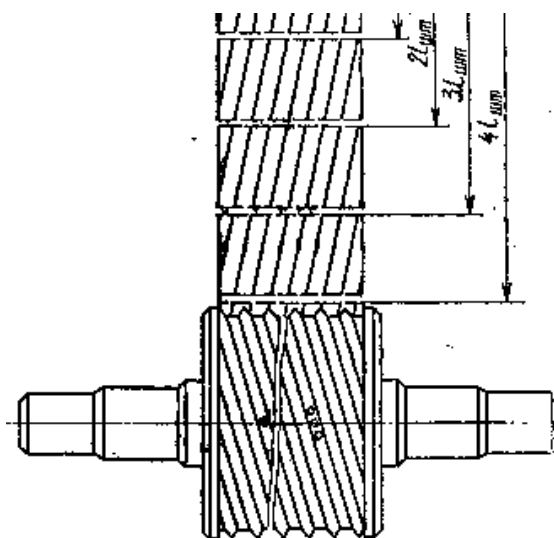


Рис. 7. Ножевой вал и участок разрезанного холстика

На *рис. 7* показан ножевой вал. Участок холстика содержит волокна длиной от $l_{шт}$ до $nl_{шт}$, где $l_{шт}$ – длина резки, мм.

Количественное распределение волокон в ленте при постоянном шаге пазов зависит от их ширины и глубины. При глубине пазов, равной толщине жгута, доля неразрезанных волокон при каждом обороте спирали ножевого вала x зависит только от ширины паза и зуба.

$$x = \frac{b}{a + b},$$

где a – ширина зуба, мм;

b – ширина паза, мм.

Волокна, разрезанные при предыдущем проходе спиралей ножевого вала, и волокна, которые будут разрезаны при последующем проходе ножевого вала, имеют длину

$$l_{шт} = \frac{\pi d_{н.в.}}{m},$$

где $l_{шт}$ – длина штапелированных волокон (длина резки), мм;

$d_{н.в.}$ – диаметр ножевого вала, мм;

m – число заходов спиралей ножей ножевого вала.

Длина остальных волокон составляет от $2l_{шт}$ до $(i + 1) l_{шт}$, где i – число совпадений вырезов при m проходах спиралей ножевого вала.

В *табл. 5* приведено процентное содержание в штапелированной ленте волокон, имеющих длину $2l_{шт}$ и более, в зависимости от шага зубьев, ширины зуба и паза с учетом допустимых отклонений при изготовлении ножевого вала.

Волокна длиной $2l_{шт}$ и более обеспечивают сцепление между штапелями и тем самым прохождение штапелированного жгута через вытяжной прибор.

Одновременно с утонением жгута в вытяжном приборе происходит разрыв волокон, что необходимо для последующей переработки ленты.

Волокна в вытяжном приборе разрываются постепенно: между первой и второй вытяжными парами разрываются волокна, длина которых более $2l_{шт}$; между второй и третьей вытяжными парами – волокна, длина которых равна $1,5l_{шт}$ и более; между третьей и четвертой парами – волокна, длина которых равна $1,2l_{шт}$ и более, а между четвертой и пятой парами – волокна, длина которых превышает $l_{шт}$ (заданную).

Т а б л и ц а 5. Рекомендуемые параметры разрезания волокон жгута в зависимости от вида и линейной плотности волокон

Шаг зубьев, мм	Ширина зуба, мм	Вероятное содержание волокон длиной $2l_{шт}$ и более, %, при			
		$b = 0,15$ мм		$b = 0,2$ мм	
		искусственных	синтетических	искусственных	синтетических
2,0	1,85	16	20	20	25
2,5	2,35	14	18	18	22
3,0	2,85	12	16	16	20
3,5	3,35	11	13	14	18
4,0	3,85	10	12	12	16
4,5	4,35	9	11	10	14
5,0	4,85	8	10	8	12

Однако в ленте с машины ЛРШ-2-40 остаются все же волокна, имеющие длину более $l_{шт}$, что недопустимо при переработке ленты по системам прядения хлопка. Поэтому для разрыва этих волокон и снижения неровноты волокон по длине лента с машины ЛРШ-2-40 пропускается через разрыво-смешивающую машину СМ-2-40.

3.1.3.2. Устройство и работа разрыво-смешивающей машины СМ-2-40

Разрыво-смешивающие машины применяются после всех штапелирующих машин независимо от способа штапелирования. Рассмотрим работу машины СМ-2-40, применяемую для смешивания хлопковых и химических лент и до разрыва волокон после штапелирования на машине ЛРШ-2-40.

В табл. 6 приведены ее технические характеристики, а на рис. 8 технологическая схема.

Т а б л и ц а 6. Техническая характеристика СМ-2-40

Параметр	Значение
Общая вытяжка	5,8–2,8
Скорость выпуска ленты, м/мин	До 160
Линейная плотность входящей и выходящей лент, ктекс	3–10
Число выпусков	2
Размер таза, мм	400×900
Число сложений лент	До 16
Длина перерабатываемых волокон, мм	40–65
Теоретическая производительность машины, кг/ч	До 150

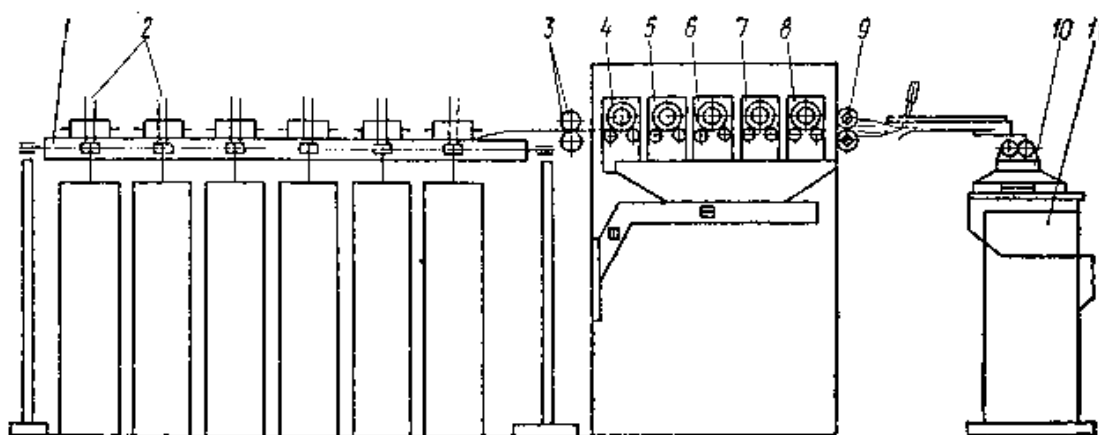


Рис. 8. Технологическая схема разрыво-смешивающей машины СМ-2-40

Питающие ленты проходят через питающую рамку 1, лентонаправителями 2 и питающей парой 3 подаются в узел вытягивания. Узел вытягивания состоит из пяти зажимов 4, 5, 6, 7, 8. Каждый зажим имеет два металлических рифленых цилиндра и один верхний нажимной валик с эластичным покрытием. При прохождении лент между вытяжными зажимами за счет последовательного увеличения их скорости происходит вытягивание, что приводит к уменьшению линейной плотности ленты, а за счет последовательного уменьшения разводки между смежными зажимами происходит укорочение отдельных волокон до заданной длины. Пройдя узел вытягивания, волокнистый материал поступает в узел формирования 9 и затем направляется в лентоукладчик 10 и укладывается в таз 11.

Смешивание ленты из хлопкового волокна со штапелированной лентой на смешивающей машине позволяет увеличить производительность при подготовке ленты из жгутовых химических волокон, так как для этого используется резально-штапелирующая машина с производительностью свыше 100 кг/ч, количество отходов уменьшается за счет исключения разрыхлительно-трепального и чесального отделов при подготовке ленты из химических волокон. Каче-

ственные показатели пряжи улучшаются за счет снижения неровноты штапельированной ленты и неровноты по длине волокон в ленте.

3.2. Однопроцессный способ переработки жгута химических нитей

По однопроцессному способу пряжу получают на прядильной машине непосредственно из жгута малой линейной плотности (от 100 до 1000 текс). Однопроцессные прядильные машины от обычных кольцевых прядильных машин отличаются устройством вытяжного прибора. Вытяжной прибор может быть как с контролируемым, так и с неконтролируемым разрывом жгута.

При неконтролируемом разрыве жгутового химического волокна получается пряжа с повышенной неровнотой и перенапряжением волокон. При контролируемом разрыве жгутового химического волокна между вытяжными парами устанавливается валик, призма или фреза, которые отклоняют волокна от прямолинейного пути. Призма или фреза при вращении надсекает натянутые волокна, и они разрываются в основном в зоне отклонения. При этом свойства волокон сохраняются, а пряжа получается более высокого качества, чем пряжа, выработанная при использовании вытяжного прибора с неконтролируемым разрывом.

Известна отечественная прядильная машина П-85-И2 для переработки химического жгутового волокна в пряжу.

Особенностью этой машины является однозонный одноремешковый вытяжной прибор с надсекающей восьмизубой фрезой. Вытяжной прибор позволяет из вискозного жгута 182—740 текс вырабатывать пряжу 13,3—29 текс. Линейная плотность элементарного волокна в жгуте 167 мтекс.

На машине П-85-И2 применяется система контролируемого разрыва волокон между двумя парами цилиндров. Восьмизубая фреза для локализации разрыва установлена в зоне натяжения.

На *рис. 9* приведена схема вытяжного прибора однопроцессной прядильной машины П-85-И2.

Бобина со жгутом массой 2,5 кг установлена на бобинодержателе питающей рамки 1. Бобинодержатель имеет устройство для торможения, обеспечивающее сматывание жгута с бобины с постоянной скоростью. Жгут сматывается с бобины валиками и подается к питающим цилиндрам 3. Валики обеспечивают необходимое распределение и предварительное натяжение жгута. Питающие рифленные цилиндры 3 и самогрузный гладкий питающий валик 2 образуют питающую пару вытяжного прибора, которая обеспечивает прочный захват жгута. Жгут из питающей пары направляющим прутком 4 подается под

фрезе 5 и ремешком 9 направляется в выпускную пару. Выпускная пара состоит из рифленого цилиндра 8 нажимного валика 7 и чистительного валика 6. Нажимной валик имеет эластичное покрытие из нитрильного каучука. Нагрузка на нажимные валики пружинная.

Фреза имеет восемь острых зубьев и, вращаясь, надсекает волокна жгута, находящиеся под натяжением.

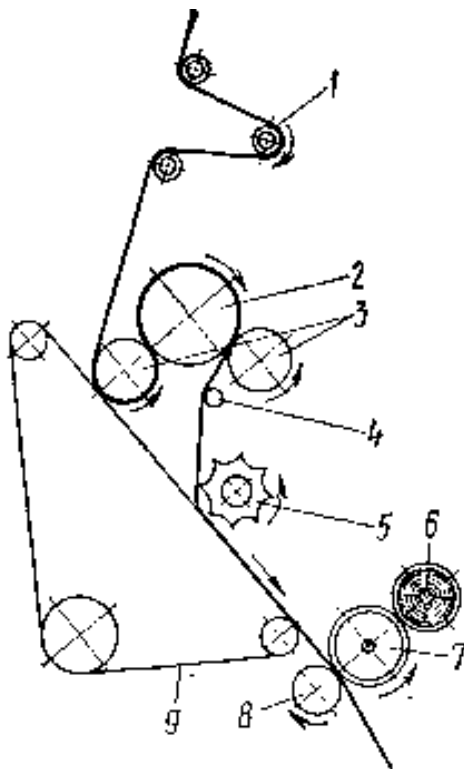


Рис. 9. Схема вытяжного прибора прядильной машины П-85-И2

В результате этого волокна разрываются и ремешком 9 подаются к выпускной паре. На пути движения к выпускной паре волокна проходят через конический уплотнитель (диаметр входного отверстия 12 мм и выходного 2,5 мм), который уплотняет волокна и придает мычке круглую форму. Мычке по выходе из выпускной пары сообщается крутка, и полученная пряжа наматывается на патрон, находящийся на веретене. Процессы кручения и наматывания осуществляются так, как и на обычных прядильных машинах.

Опыт эксплуатации этих машин показывает, что при производстве пряжи однопроцессным способом удельный расход рабочей силы уменьшается примерно в 1,85 раза, а выработка на одного рабочего увеличивается в 2,2 раза при меньшем в 1,5 раза расходе энергии.

И все же внедрение этого способа сдерживается сложностями при изготовлении жгута малой линейной плотности. Поэтому необходимо дальнейшее совершенствование однопроцессного способа прядения в направлении создания

вытяжных приборов, позволяющих вырабатывать пряжу из жгутов линейной плотности 5—10 ктекс, и штапелировать волокна без резкого напряжения волокон.

При однопроцессном способе прядения значительно снижается стоимость обработки, увеличивается производительность труда и оборудования, уменьшается потребность в производственных площадях на единицу продукции. Однако общая экономия незначительна из-за высокой стоимости жгутов малой линейной плотности (500 текс и менее). Их изготовление на заводе дороже изготовления штапелированного волокна на 16—20 %.

Эффективность однопроцессного способа прядения может быть повышена при выработке пряжи из жгутов большой линейной плотности (5—10 ктекс), стоимость которых выше стоимости штапелированного волокна на 5—6 %. В связи с этим необходимо увеличить (примерно в 10 раз) вытяжку в вытяжном приборе, что требует создания более совершенных и дорогих вытяжных приборов.

На однопроцессных прядильных машинах, выпускавшихся в Чехии и Японии, для штапелирования жгута используют валик трения. В этом случае разрыв волокон в вытяжном приборе происходит на участке между питающим зажимом и валиком за счет большего натяжения в сбегающей с валика ветви волокна. Процесс вытягивания в приборе с валиком трения протекает более стабильно, так как отсутствуют причины нестационарности работы, которые характерны для вытяжного прибора с фрезой или призмой. Качество вырабатываемой пряжи зависит от скорости валика, и оно улучшается, когда скорость валика выше критической. Критическая скорость валика — это скорость, равная скорости волокон в месте установки валика.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прядение химических волокон: учебник для вузов / В. А. Усенко, В. А. Родионов, Б. В. Усенко, В. Е. Слываков, Б. С. Михайлов. – Москва: РИО МГТА, 1999. – 472 с.
2. Прядение хлопка и химических волокон. Ч. 2: Изготовление ровницы, суровой и меланжевой пряжи, крученных нитей и ниточных изделий: учебник для вузов / И. Г. Борзунов, К. И. Бадалов, В. Г. Гончаров, Т. А. Дугинова, Н. И. Шилова. – Москва: Легпромбытиздат, 1986. – 392 с.
3. Фролов, В. Д. Технология и оборудование текстильного производства. Ч. 1: Производство пряжи и нитей: учебное пособие / В. Д. Фролов, Г. В. Башкова, А. П. Башков. – Иваново, 2006. – 435 с.
4. Современная техника и технология производства шерстяной пряжи / В. Д. Фролов и др. – Иваново, 1999. – 422 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Выбор химических волокон для смешивания с натуральными	4
1.1. Основные свойства химических волокон и их влияние на процесс прядения...4	
1.1.1. Искусственные волокна	6
1.1.2. Синтетические волокна	8
1.2. Принципы подбора свойств химических волокон и доли в смеси при их переработке с натуральными.....	12
1.2.1. Выбор длины волокон	13
1.2.2. Выбор линейной плотности и прочности химических волокон	14
1.2.3. Выбор доли химических волокон.....	16
1.3. Прогнозирование свойств пряжи из смесей натуральных и химических волокон.....	16
2. Особенности технологии переработки смесей натуральных и химических волокон	18
2.1. Подготовка волокон к смешиванию	18
2.2. Разрыхление и смешивание.	19
2.3. Особенности переработки химических волокон в кардочесании.....	23
2.4. Особенности переработки химических волокон на ленточных машинах	25
2.5. Особенности переработки химических волокон на ровничных машинах.....	28
2.6. Особенности переработки химических волокон на кольцевых прядильных машинах	29
2.7. Особенности переработки химических волокон на пневмомеханических прядильных машинах	30
3. Сокращенные способы переработки химических волокон.....	33
3.1. Штапелирование жгутов химических нитей.....	33
3.1.1. Способ неконтролируемого разрыва жгута	33
3.1.1.1. Ленточно-разрывные машины.	36
3.1.2. Способ контролируемого разрыва жгута	38
3.1.3. Способ разрезания жгутов	40
3.1.3.1. Устройство и работа ленточной резально-штапелирующей машины ЛРШ-2-40.....	41
3.1.3.2. Устройство и работа разрыво-смешивающей машины СМ-2-40.....	45
3.2. Однопроцессный способ переработки жгута химических нитей	47
Библиографический список.....	50