



КОГАН А.Г., СКОБОВА Н.В.

**Технология и оборудование
для производства
ровницы и пряжи**

Витебский государственный университет

Учреждение образования «Витебский государственный
технологический университет»

КОГАН А.Г.
СКОБОВА Н.В.

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
РОВНИЦЫ И ПРЯЖИ**

Допущено

*Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных
заведений по специальности
«Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов»*

Витебск
2009

УДК 677.022 + 677.05 (075)
ББК 37.230.2
К 57

Рецензенты:

главный инженер ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей» Ивченко М.М.

кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прядение хлопка» ГОУ ВПО «Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина» Черников А.Н.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 5 от 23.09.2009 г.

К 57 Коган, А. Г. Технология и оборудование для производства ровницы и пряжи: учебное пособие / А. Г. Коган, Н. В. Скобова ; под ред. А. Г. Когана. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 240 с.

ISBN 978-985-481-149-9

В учебном пособии рассмотрены новые направления развития техники и технологии ровничного и прядильного оборудования. Рассмотрены основные теоретические вопросы процессов вытягивания, кручения, дискретизации, циклического сложения и наматывания на прядильном оборудовании (ровничных, кольцевых и пневмомеханических машинах). Отдельное внимание уделяется компактному способу прядения на кольцевых прядильных машинах.

Предназначено для студентов технологических специальностей дневной и заочной формы обучения.

Разделы 3, 4 подготовлены проф. Коганом А.Г., разделы 1, 2 – доц. Скобовой Н.В.

УДК 677.022 + 677.05 (075)
ББК 37.230.2

ISBN 978-985-481-149-9

© Коган А.Г., 2009
© Скобова Н.В., 2009
© УО «ВГТУ», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1 РОВНИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	8
1.1 Общее устройство и принцип работы ровничной машины.....	9
1.2 Питание машины волокнистым продуктом.....	11
1.3 Устройство и работа вытяжных приборов.....	14
1.4 Анализ процесса кручения ровницы.....	23
1.4.1 Детали крутильного механизма.....	28
1.5 Частота вращения веретен и факторы, влияющие на нее.....	40
1.6 Наматывание ровницы.....	41
1.7 Основные условия наматывания.....	44
1.8 Дифференциальные механизмы.....	47
1.9 Определение профиля конических барабанчиков.....	51
1.10 Механизм управления наматыванием ровницы.....	53
1.11 Особенности кинематической схемы ровничных машин.....	57
1.11.1 Кинематическая схема отечественных ровничных машин.....	57
1.11.2 Механизм уравнивания каретки.....	60
1.11.3 Кинематическая схема зарубежных ровничных машин.....	61
1.12 Контроль условий наматывания.....	63
1.13 Обрывность, скрытые вытяжки и причины их возникновения..	67
1.13.1 Мероприятия по снижению обрывности.....	70
1.14 Технический контроль.....	71
1.14.1 Определение линейной плотности ровницы.....	71
1.14.2 Определение неровноты ровницы по массе длинных отрезков.	72
1.14.3 Определение натяжения ровницы и уровня обрывности.....	73
1.14.4 Пороки ровницы.....	73
1.14.5 Отходы на ровничном переходе.....	77
1.15 Пути совершенствования ровничных машин.....	77
ГЛАВА 2 КОЛЬЦЕВЫЕ ПРЯДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ.....	85
2.1 Общее устройство и работа кольцевой прядильной машины...	85
2.2 Особенности конструкций кольцевых прядильных машин зарубежных фирм.....	88
2.3 Питание ровницей.....	94
2.4 Основные типы вытяжных приборов кольцевых прядильных машин.....	97
2.5 Обоснование наклона вытяжного прибора.....	106
2.6 Кручение продукта на кольцевой прядильной машине.....	108
2.6.1 Выбор направления и величины крутки пряжи.....	108
2.6.2 Влияние крутки на свойства продукта.....	109
2.6.3 Анализ процесса кручения.....	114

2.7	Основные органы крутильного механизма.....	115
2.7.1	Нитепроводники.....	115
2.7.2	Бегунки.....	116
2.7.3	Кольца.....	120
2.7.4	Разделители.....	123
2.7.5	Веретена.....	124
2.7.6	Патроны.....	127
2.8	Наматывание пряжи на початок.....	128
2.8.1	Основные уравнения наматывания.....	128
2.8.2	Строение початка.....	130
2.8.3	Мотальный механизм.....	136
2.9	Теория натяжения нити в процессе прядения.....	140
2.9.1	Натяжение нити в зоне бегунок-початок.....	140
2.9.2	Силы, действующие на нить в баллоне.....	147
2.10	Механизация операций на кольцевых прядильных машинах....	149
2.11	Особенности кинематической схемы кольцевой прядильной машины.....	155
2.12	Обрывность на кольцевой прядильной машине.....	156
2.13	Технический контроль.....	158
2.14	Перспективы развития кольцевых прядильных машин.....	161
ГЛАВА 3	КОМПАКТНОЕ ПРЯДЕНИЕ.....	162
3.1	Сущность компактного прядения.....	162
3.1.1	Система Elite фирмы Suessen.....	164
3.1.2	Система СОМ4 фирмы Rieter.....	166
ГЛАВА 4	ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПРЯЖИ НА ПНЕВМО- МЕХАНИЧЕСКИХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИНАХ.....	169
4.1	Способы прядения с разделением процессов кручения и наматывания.....	169
4.2	Классификация способов прядения.....	171
4.3	Общее устройство и работа пневмомеханической прядильной машины.....	176
4.4	Формирование дискретного потока волокон. Устройство узла питания.....	180
4.4.1	Требования к питающей ленте.....	180
4.4.2	Питание машины лентой.....	182
4.4.3	Обрывность волокон в процессе дискретизации.....	185
4.4.4	Определение силы, возникающей в процессе дискретизации...	189
4.5	Сороудаление.....	192
4.6	Транспортирование дискретного потока волокон.....	194
4.7	Детали механизма формирования пряжи.....	196
4.7.1	Прядильная камера.....	196
4.7.2	Сепаратор.....	199

4.7.3	Пряжевыводная воронка.....	201
4.8	Анализ процесса формирования волокнистой ленточки в прядильной камере.....	202
4.8.1	Сущность процессов, осуществляемых в прядильной камере...	202
4.8.2	Особенности процесса формирования пряжи в камерном пневмомеханическом прядении.....	204
4.9	Анализ процесса кручения пряжи пневмомеханического способа формирования.....	207
4.10	Параметры, характеризующие формирующе-крутильное устройство пневмомеханической прядильной машины.....	212
4.10.1	Определение частоты вращения прядильной камеры в минуту..	212
4.10.2	Определение линейной плотности слоя волокон, укладываемого за каждый оборот камеры.....	213
4.10.3	Определение числа слоев в процессе циклического сложения...	215
4.10.4	Определение угловой скорости пункта съема волокнистой ленточки.....	217
4.11	Определение натяжения пряжи в прядильной камере и выводной трубке.....	218
4.12	Механизмы оттягивания и наматывания пряжи.....	220
4.13	Механизм отключения питания при обрыве пряжи.....	223
4.14	Особенности кинематической схемы пневмомеханической прядильной машины.....	225
4.15	Технический контроль в цехе пневмомеханических прядильных машин.....	228
4.16	Перспективы развития пневмомеханического прядения.....	229
	Список используемой литературы.....	238

Введение

В настоящее время в текстильной промышленности проводится значительная работа по оснащению предприятий более совершенной техникой и внедрению прогрессивных технологических процессов.

Осуществляются большие работы по механизации и автоматизации трудоемких операций, совершенствованию организации труда и внедрению автоматизированных поточных линий, требующие повышения квалификации инженерно-технических работников хлопчатобумажной промышленности.

Последние представляют собой новую, более совершенную форму технологического процесса и организации производства, обеспечивающую резкое сокращение производственного цикла и улучшения качества выпускаемой продукции.

В поточные линии внедряют автоматизированные системы прядения на основе новейших способов формирования пряжи. В частности, в хлопкопрядении применяются безверетенные прядильные машины пневмомеханического прядения, например, машины *BD-200*, обеспечивающие повышение производительности труда в 2-3 раза.

Внедрение новейшего оборудования в производство позволяет предприятию:

- расширить ассортимент выпускаемой продукции и повысить мобильность во внедрении и выпуске ассортимента;
- повысить качество выпускаемой продукции и сократить потери сырья;
- увеличить объемы производства при меньшем количестве работающих на тех же площадях;
- повысить производительность и привлекательность труда.

Техническое перевооружение и реконструкция предприятий на базе новейших достижений науки требуют усиленной подготовки специалистов текстильной отрасли для обеспечения рационального использования сырья и технических возможностей оборудования для выпуска высококачественной продукции.

Настоящее учебное пособие затрагивает вопросы технологии прядильного производства с учетом типового производства, а также современного уровня развития техники и технологии, после изучения которых, молодой специалист сможет самостоятельно разобраться в технологиях производств, которые не представлены в данном пособии. При изучении технологических процессов обращается внимание студентов на сущность процесса или операции, их назначение, известные способы осуществления, их теоретические основы, а также на принятые оценки интенсивности, эффективности процесса, устройство и работу машин, их обслуживание и управление с целью достижения высокого качества продукции и повышения производительности труда.

Сконцентрированные в учебном пособии формулы могут быть использованы при расчетах, связанных с выполнением лабораторных и практических работ, при курсовом и дипломном проектировании.

Материал, изложенный в пособии, окажет существенную помощь в работе специалистов (инженерно-технических работников) текстильных предприятий и поможет им более квалифицированно решать комплексные задачи производства, стоящие перед текстильной промышленностью.

Витебский государственный технологический университет

ГЛАВА 1. РОВНИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Большинство технических прогнозов о путях развития текстильной техники сводится к тому, что в ближайшие 15 лет кольцевое прядение будет занимать значительное место в производстве пряжи. Это и объясняет вновь возросший интерес к ровничному оборудованию. Попытки исключить ровничную машину из процесса производства пряжи быстро показали, что это нецелесообразно по экономическим, практическим и технологическим причинам. Поэтому создаются различные варианты автоматизированных комплексов: ровничная машина — прядильная машина — мотальный автомат. Создание таких комплексов потребовало решения весьма сложных конструкторских и технологических задач, при этом для использования в составе комплекса значительным изменениям подверглось и ровничное оборудование [1].

Цель процесса изготовления ровницы — получить более тонкий по сравнению с лентой полупродукт, из которого можно получить пряжу на современных кольцевых прядильных машинах.

Сущность изготовления ровницы заключается в том, что лента с ленточной машины проходит через одну (несколько) ровничную машину, в вытяжном приборе которой она утоняется до требуемой линейной плотности, выходит из него в виде тонкой слабой мычки, которая механизмом крутки скручивается, получает необходимую прочность и наматывается механизмом наматывания на катушку.

В практике хлопкопрядения до недавнего времени процесс изготовления ровницы осуществлялся в несколько (в 2-3) переходов ровничных машин. Это было связано с недостаточной мощностью вытяжных приборов прядильных машин и необходимостью уменьшения неровноты продукта. Машины первого перехода называли толстыми ровничными машинами, а вырабатываемую из них ровницу — толстой, машины второго перехода — перегонными ровничными машинами, а вырабатываемую из них ровницу — перегонной, машины третьего перехода называли тонкими ровничными машинами, а вырабатываемую на них ровницу — тонкой [2].

Создание вытяжных приборов высокой вытяжки позволило сократить количество переходов до одного. Только в редких случаях при изготовлении очень тонкой пряжи (5-6,8 текс) используют два перехода.

При сокращении числа ровничных машин повышается производительность труда, снижается стоимость обработки продукции и уменьшается расход двигательной энергии, что приводит к снижению себестоимости вырабатываемой пряжи [3]. Поэтому сокращение числа переходов ровничных машин является одной из прогрессивных тенденций развития техники

прядения, и оно целесообразно как в технологическом, так и в экономическом отношении.

Условия получения пряжи высокого качества при одном переходе ровничных машин следующие: низкая неровнота питающей ленты, высокая распрямленность волокон и хорошее техническое состояние ровничных и прядильных машин.

В свою очередь качество ровницы во многом определяется конструкцией ровничной машины.

Выбор модели ровничной машины определяется большим числом факторов, среди которых можно выделить следующие: а) ассортимент вырабатываемой на прядильном производстве пряжи; б) план прядения; в) производительность машины; г) степень автоматизации ручных операций на машине; д) габаритные размеры машины; е) оснащенность машины электронными системами управления технологическим процессом; ж) стоимость машины.

1.1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ РОВНИЧНОЙ МАШИНЫ

Технологическая схема классической отечественной ровничной машины для хлопка представлена на рисунке 1.1. Тазы 1 с лентой с последнего ленточного перехода помещают сзади ровничной машины. Для уменьшения натяжения ленты, извлекаемой из таза, и уменьшения скрытой вытяжки на машине установлен медленно вращающийся вал 2. Ленты, обогнув его, поступают в вытяжной прибор. Каждая лента направляется в вытяжной прибор водилкой 3, совершающей возвратно-поступательное движение по определенному закону вдоль нажимного валика и цилиндра питающей пары вытяжного прибора, где она утоняется до требуемой линейной плотности. На выходе из вытяжного прибора вытянутая ленточка скручивается и превращается в ровницу 6. Крутка ленточке сообщается вследствие вращения веретена 8 с рогулькой 7. Ровница поступает в отверстие верхней части рогульки, надетой на быстровращающееся веретено, проходит внутри полый ветви 10 рогульки, выходит из нее, огибает лапку 18 рогульки и наматывается на вращающуюся катушку 11. Ветвь 9 рогульки используется для уравнивания. Ровница на катушку наматывается вследствие разности скоростей катушки 11 и веретена 8 с рогулькой 7. Раскладывание витков ровницы по высоте катушки цилиндрическими слоями происходит в результате движения катушек вверх и вниз вместе с подвижной верхней кареткой 13, соединенной с рейкой 16, которая находится в зацеплении с шестерней, установленной на подъемном валу 17. Подъемный вал периодически изменяет

направление вращения. В верхней каретке находятся катушечный вал 12 и шестерни, передающие движение катушкам.

В нижней неподвижной каретке 14 расположен веретенный вал 15 и шестерни, передающие движение веретенам с рогульками.

Веретена на ровничной машине размещены в два ряда в шахматном порядке, благодаря чему уменьшается площадь, занимаемая машиной.

Машина автоматически останавливается при наработке катушки заданного диаметра, при обрыве ленты, проходящей через питающее устройство, или обрыве ровницы, выходящей из вытяжного прибора.

Для быстрого останова машины на валу верхнего конического барабанчика установлен тормоз. Подъем и опускание нижнего конического барабанчика, заводка механизма управления производятся при нажатии кнопок на пульте управления машиной.

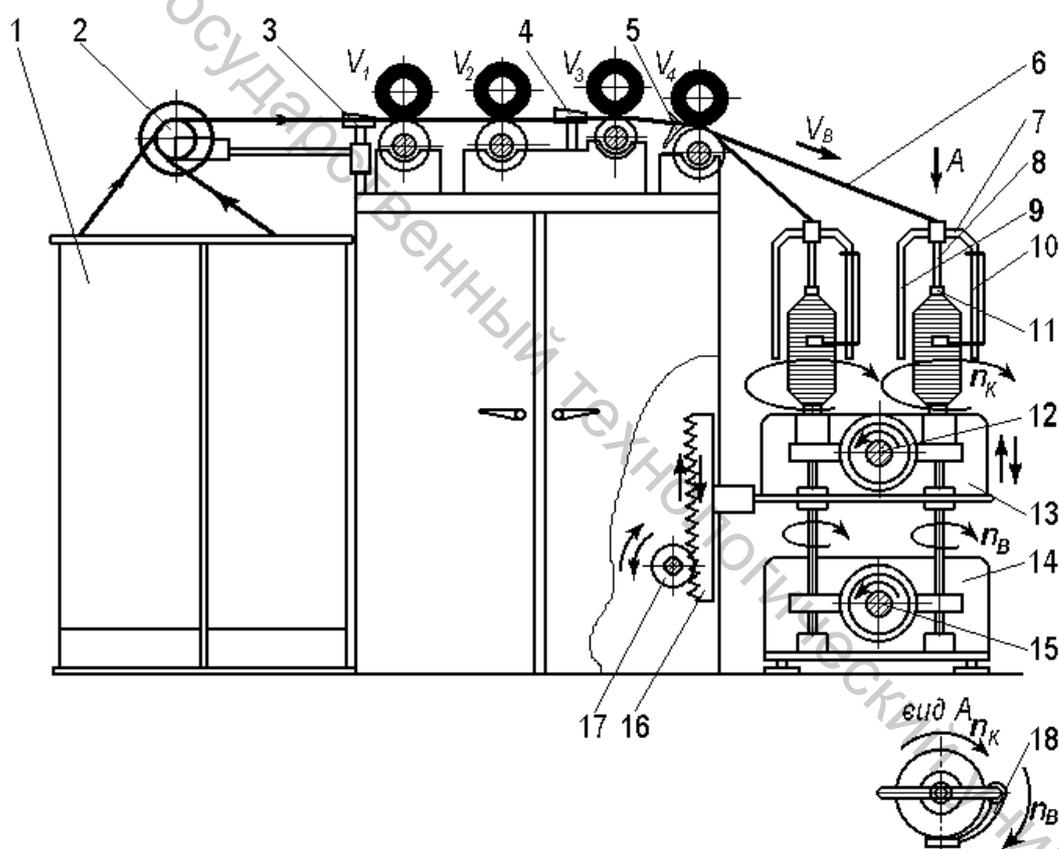


Рис. 1.1. Технологическая схема ровничной машины с четырехцилиндровым вытяжным прибором

Пыль и пух с машин удаляются пухообдувателем, который движется по рельсам, установленным над вытяжными приборами.

Принцип работы всех ровничных машин разных типов одинаков. Машины отличаются одна от другой устройством питающих приспособлений, конструкцией вытяжных приборов, величиной вытяжки, размерами и числом

веретен (рогулек), расстоянием между веретенами, размерами паковок. Тонкие ровничные машины *PT-132-3* отличаются от тазовых тем, что имеют специальные рамки для установки катушек с ровницей. На ровничной машине *PA-192* установлен встроенный автосъемник катушек с ровницей. В таблице 1.1 представлена техническая характеристика отечественных ровничных машин для переработки хлопка и химических волокон и их смесей.

Таблица 1.1.

Техническая характеристика отечественных ровничных машин

Элемент характеристики	P-260-5	P-192-5	PT-132-3	PA-192
Линейная плотность ровницы, текс	182-1430	182-1430	125-435	125-1000
Расстояние между веретенами, мм	260	192	132	192
Тип вытяжного прибора	Четырехцилиндровый или трехцилиндровый	Четырехцилиндровый с последовательно возрастающими вытяжками	Трехцилиндровый, двухремешковый ф. SKF	
Размеры паковки, мм				
высота	300	250, 300	180, 200	300, 350
диаметр	135, 155	125, 135	70, 80, 87	135, 155, 170
Диаметр пустой катушки, мм	41, 47	41, 47	41, 47	41, 47
Масса вырабатываемой паковки, кг	1,2; 1,5	1,05; 1,2	0,36-0,22	До 3
Вытяжка	2,4-18	2,4-18	8-18	4-30
Длина перерабатываемого волокна, мм	24/25-41/42	24/25-41/42	24/25-41/42	До 44
Частота вращения веретен, мин ⁻¹	700-1200	700-1300	1000-1200	1800
Диаметр питающих тазов, мм	400, 500	600	500	500 и выше

1.2. ПИТАНИЕ МАШИНЫ ВОЛОКНИСТЫМ ПРОДУКТОМ

Тазы с лентой устанавливаются сзади ровничных машин *P-260-5* и *P-192-5*.
Число рядов тазов с лентой

$$n = \frac{2(D_T + a)}{R \cdot k}, \quad (1.1)$$

где D_T - диаметр тазов, мм; a - среднее расстояние между тазовыми, мм; R - расстояние между веретенами; k - число лент, укладываемых одновременно в таз (1 или 2).

На ровничных машинах лента из тазов вынимается с помощью направляющих валов.

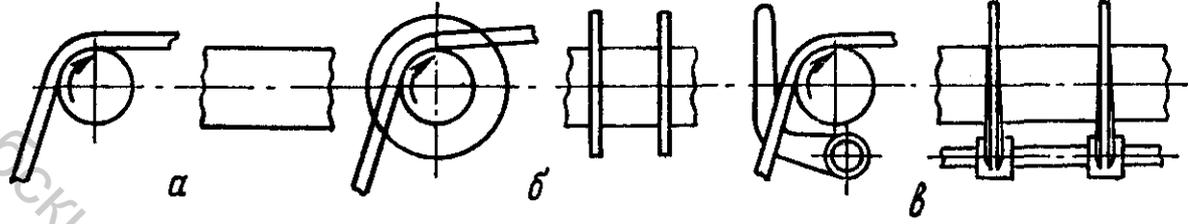


Рис. 1.2. Направляющие валы

На толстых ровничных машинах, где расстояние между веретенами сравнительно велико, эти валы гладкие (рис. 1.2,а). На перегонных, тонких машинах и при укладывании двух лент в один таз устанавливают направляющие валы с кольцами-ребордами (рис. 1.2,б) или с пластмассовыми направляющими (рис. 1.2,в).

На питании современных ровничных машин устанавливается четыре ряда круглых тазов с подпружиненным дном диаметром от 400 до 600 мм с одним проходом 500-600 мм, как показано на рисунке 1.3.

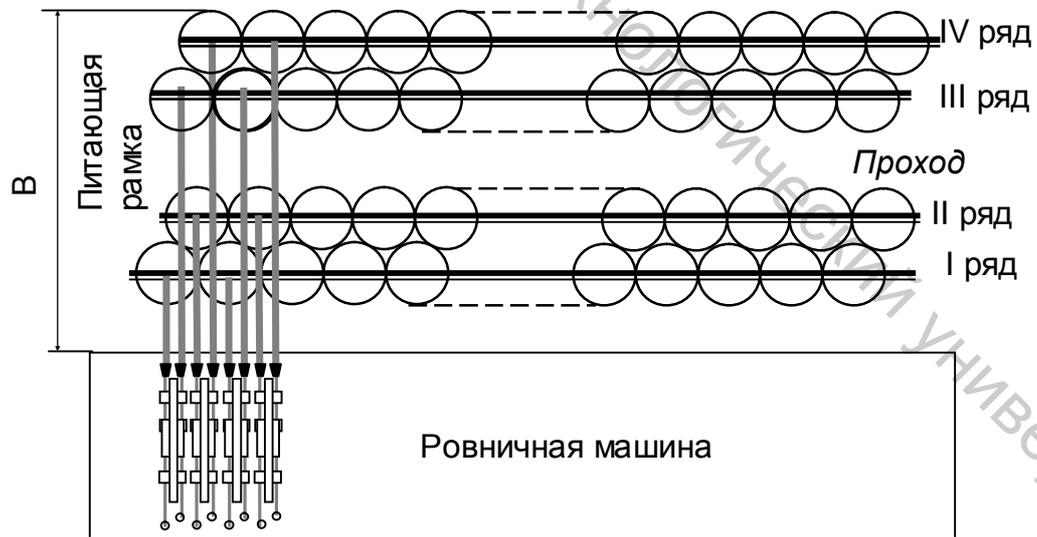


Рис. 1.3. Расположение тазов на питании ровничных машин

Тазы поступают со второго ленточного перехода. Масса ленты в тазу в зависимости от его диаметра и характеристик ленты составляет 20-30 кг.

Расстояние от края последнего тазов до ровничной машины B зависит от диаметра тазов:

- при диаметре 400 мм $B = 2421$ мм;
- при диаметре 450 мм $B = 2741$ мм;
- при диаметре 500 мм $B = 3081$ мм;
- при диаметре 600 мм $B = 4241$ мм [4].

Питающая рамка для выбирания ленты из тазов I, II, III и IV рядов представлена на рисунке 1.4.

Перед вытяжным прибором расположен питающий вал с контактными валиками для самоостанова машины при обрыве или сходе ленты. Питающие валы приводятся во вращение карданным валом и цепной передачей, расположенными в головном пролете машины.

Окружная скорость питающих валов примерно равна окружной скорости заднего цилиндра вытяжного прибора. Это обеспечивает вертикальную выборку ленты из тазов, сравнительно далеко отстоящих от вытяжного прибора машины с небольшой скрытой вытяжкой.

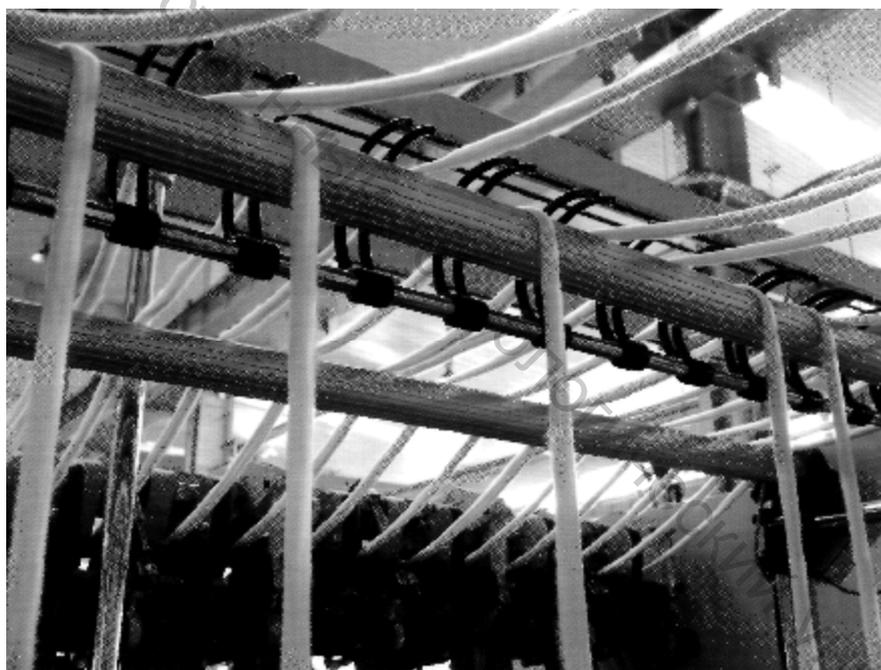


Рис. 1.4. Питающая рамка ровничной машины

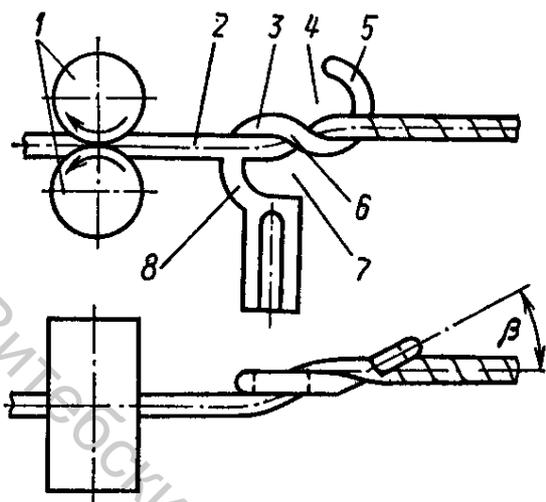


Рис. 1.5. Скобообразный неподвижный вьюрок

В зоне питания ровничных машин возможно образование скобы. Разъемы разъединены перемычкой 3 и сделаны открытыми для удобства заправки. При движении ленты по опорным поверхностям 5, 6, 8 вьюрка она изгибается в пространстве и получает ложную крутку. Ложная крутка способствует уменьшению скрытой вытяжки.

скрытой вытяжки, так как питающая лента обладает малой прочностью, а длина ленты от таза до вытяжного прибора достигает 5-7 м. Для снижения скрытой вытяжки и уменьшения обрывности со стороны питания вместо уплотнителей устанавливают неподвижные вьюрки. Для ровничных машин рекомендуется скобообразный вьюрок (рис. 1.5), который сообщает продукту крутку 8-9 кр./м.

Транспортирующая пара 1 протаскивает ленту 2 через разъемы 4, 7

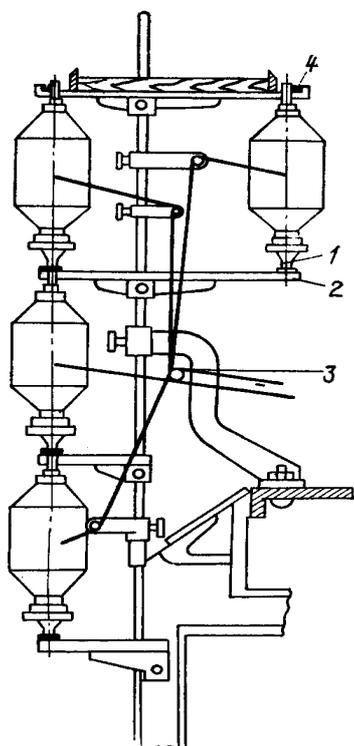


Рис. 1.6. Рамка ровничной машины РТ-132-3

Ровничные машины РТ-132-3 имеют рамки для установки катушек с перерабатываемой ровницей; катушки с ровницей устанавливают на шпильках 1 (рис. 1.6). Шпильки одним концом опираются на фарфоровый подпятник 2, а другим концом удерживаются в прорези 4.

Ровничные машины предназначены для последующего утонения ровницы и работают в два сложения, т.е. из двух поступающих ровниц вырабатывают одну. Поэтому в рамке машины устанавливают число катушек с ровницей, вдвое больше числа веретен. Направляющие прутки 3 способствуют уменьшению натяжения сматываемой ровницы.

1.3. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ВЫТЯЖНЫХ ПРИБОРОВ

Перед поступлением в вытяжной прибор лента проходит через водилку, которая направляет ее в вытяжной прибор и сообщает ленте медленное возвратно-поступательное движение в направлении оси цилиндров, обеспечивая равномерный износ эластичных покрытий валиков. Это удлиняет срок их службы. Водилки различают по числу планок и характеру их движения. Водилки могут быть одинарные, двойные. Двойные водилки обеспечивают перемещение двух ровниц в противоположных направлениях.

По характеру перемещений планки различают водилки с постоянным и переменным размахом. При переменном размахе амплитуда колебаний планки непрерывно меняется, что обеспечивает больший срок службы эластичных покрытий валиков.

Глазки водилок, через которые проходит лента (ровница), могут быть открытыми (рис. 1.7,а) для ленты, закрытыми для ровницы (рис. 1.7,б) и закрытыми уплотняющими (рис. 1.7,в). Последние получили широкое распространение, так как уплотнение поступающего продукта способствует более закономерному движению волокон в вытяжном поле. Чтобы неровнота поступающего продукта не увеличивалась при протаскивании через глазок, необходимо его устанавливать как можно ближе к зажиму задней вытяжной пары.

В вытяжном приборе осуществляется вытягивание. Цель процесса вытягивания заключается в утонении продукта до заданной линейной плотности. Сущность процесса вытягивания состоит в относительном смещении волокон продукта и распределении их на большой длине.

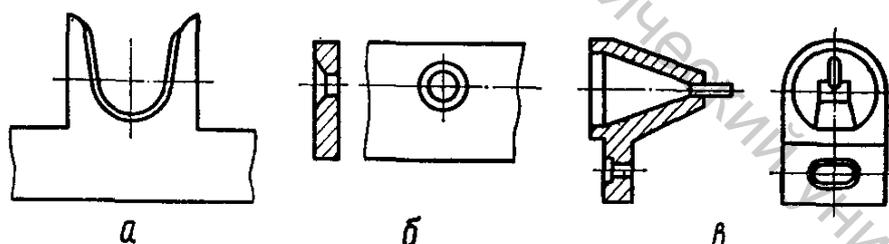


Рис. 1.7. Водилки для ленты или ровницы

Число волокон, находящихся в поперечном сечении вытягиваемого продукта, уменьшается, а сам продукт становится более тонким. Вытяжной прибор является основным узлом машины, от его работы зависит качество выпускаемой ровницы. Конструктивные формы вытяжных приборов разнообразны, но принцип работы одинаков. К вытяжным приборам предъявляются следующие технологические требования: наличие, по крайней

мере, двух вытяжных пар, каждая из которых состоит из цилиндра и валика или цилиндра с ремешком и валика и т.п.; надежность зажима продукта в вытяжных парах; обеспечение постоянной вполне определенной вытяжки и возможность ее изменения; обеспечение надлежащего контроля за движением волокон; возможность регулировки разводки; высокое качество изготовления деталей прибора. Ровничные машины отечественных производителей оснащают следующими вытяжными приборами: трехцилиндровый вытяжной прибор с уплотнителем в основной зоне вытягивания (машины *P-192-3*, *P-260-3*); четырехцилиндровый двухзонный вытяжной прибор с уплотнителями мычки и ленты (машины *P-168-3*, *P-192-3*, *P-192-5* и *P-260-5*); трехцилиндровый двухремешковый вытяжной прибор *BP3-45P* (машины *P-192-5* и *P-260-5*) [5].

Технические параметры вытяжных приборов различных конструкций представлены в таблице 1.2.

Трехцилиндровый вытяжной прибор с уплотнителем в основной зоне вытягивания. Прибор имеет уплотнитель в основной зоне вытягивания и навесную пружинную систему нагрузки нажимных валиков. Этим вытяжным прибором оснащены ровничные машины третьей модификации *P-192-3* и *P-260-3*. Вытяжной прибор (рис. 1.8) имеет три вытяжные пары, состоящие из рифленых цилиндров 9, 14, 16 и нажимных валиков 8, 6, 4 с эластичным покрытием. Цилиндры 9 установлены на цилиндрических стойках 18 и состоят из отдельных звеньев, соединяемых с помощью резьбы. Ползушки 13 и 17 имеют внизу прорези и могут крепиться болтами 15 к стойкам. Благодаря такому устройству цилиндры можно устанавливать на определенном расстоянии друг от друга и осуществлять нужную разводку между вытяжными парами. Лента в вытяжной прибор поступает в третью (заднюю) пару 16, 4 через уплотнитель 3, установленный на планке водилки 2. Основная вытяжка осуществляется в переднем поле вытягивания. В заднем (предварительном) поле происходит лишь распрямление волокон. За счет применения уплотнителя мычки 7 и смещения вниз переднего цилиндра 9 улучшен контроль за движением волокон.

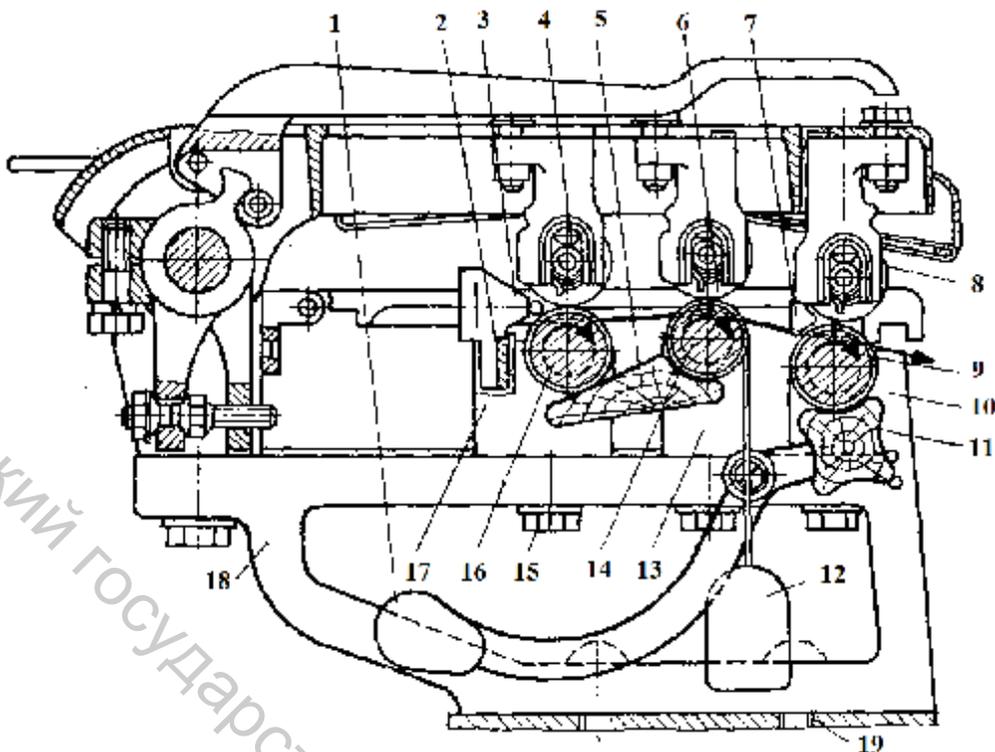


Рис. 1.8. Трехцилиндровый вытяжной прибор с уплотнителем в основной зоне

При смещении переднего цилиндра уменьшается дуга обтекания цилиндра мычкой, крутка раньше сообщается выходящей из зажима мычке, благодаря чему снижается обрывность ровницы.

Выпускной цилиндр очищается чистительным валиком *11*, обтянутым сукном, прижимающимся к поверхности цилиндра противовесом *1*. Цилиндры II и III линии (средний и питающий цилиндр) очищаются чистительной доской *5*, также обтянутой сукном, которая прижимается к ним грузом *12*.

Таблица 1.2.

Техническая характеристика вытяжных приборов различных конструкций

Марка машины (тип вытяжного прибора)	Параметры							
	Средневолоконистый хлопок			Длинноволокнистый хлопок			Общая вытяжка	Частные вытяжки
	Диаметр цилиндров*	Диаметр нажимны х валиков	Разводка между линиями цилиндров	Диаметр цилиндров *	Диаметр нажимны х валиков	Разводка между линиями цилиндров		
Р-260-3 (трехцилиндровый, двухзонный)	I линии - 28 мм; II линии 24 мм; III линии 28 мм	30 мм	между I и II линиями 29-39 мм; между II и III линиями - 35-51 мм	I линии - 32 мм; II линии- 28 мм; III линии -32 мм	32 мм	между I и II линиями - 32-43 мм; между II и III линиями - 39-55 мм	5,25 -12,45	в задней зоне 1,07-1,28 (рекоменд. 1) в передней зоне 2,2-7
Р-192-3, Р-168-3 (четырёхцилиндровый двухзонный)	I линии - 28 мм; II линии - 24 мм; III линии 28 мм; IV линии - 28 мм	30 мм	между I и II линиями цил.- 28-45 мм; между II и III линиями 45 мм; между III и IV линиями - 35-55 мм	I линии - 32 мм; II линии - 28 мм; III линии - 32 мм; IV линии - 32 мм	32 мм	между I и II линиями 32-50 мм; между II и III линиями - 50 мм между III и IV линиями 35-55 мм;	3,4 - 30	в задней зоне 1,17 - 1,28 в нейтральной зоне 1,056-1,07 в передней зоне 2,08-6,92
РТ-132-3 (четырёхцилиндровый трехзонный)	-	-	-	I линии - 32 мм; II линии- 28 мм; III линии-35 мм; IV линии -35 мм	32 мм	между I и II линиями 34 - 45 мм между II и III линиями 37 - 50 мм; между III и IV линиями 35-55 мм	8 - 18	в задней зоне 2-3 в средней зоне 1,3-2,53 в передней зоне - 2,5-3,2
Р-260-5, Р-192-5 (трехцилиндровый двухремешковый)	I линии - 32 мм; II линии -25 мм; III линии -32 мм	32 мм 25 мм 32 мм	между I и II линиями 50 мм; между II и III линиями 47-55 мм	-	-	-	20	в задней зоне 1,1-1,3 в передней зоне 2,27-15

*I линию цилиндров считать выпускной

Трехцилиндровые вытяжные приборы предназначены для переработки хлопкового волокна длиной от 28 до 42 мм. Диаметры цилиндров выбирают в зависимости от длины перерабатываемого волокна. Диаметр среднего цилиндра принимается несколько меньше с целью установки уменьшенных развонок в передней зоне вытягивания.

Четырехцилиндровый двухзонный вытяжной прибор с уплотнителями ленты и мычки. Он является наиболее распространенным прибором, им оснащают ровничные машины *P-168-3* и *P-192-3*, *P-192-5* и *P-260-5*. Прибор состоит из двух последовательно установленных приборов, между которыми находится нейтральная зона с уплотнителем мычки. Уплотнитель мычки делит весь вытяжной прибор на две зоны: переднюю, состоящую из передней и второй вытяжной пар, и заднюю, состоящую из третьей вытяжной и задней пар. Прибор (рис. 1.9) имеет четыре рифленых цилиндра *17*, *15*, *13*, *11* и нажимных валика *1*, *4*, *6* и *7*.

Прибор смонтирован на цилиндрическом бруске *19*. На одинаковом расстоянии друг от друга вдоль машины к цилиндрическому брусу болтами *20* прикреплены цилиндрические стойки *10*. На стойках располагаются ползушки-подшипники цилиндров вытяжного прибора. Подшипник *16* выпускного цилиндра *17* жестко прикреплен к цилиндрической стойке и не может перемещаться по ней. Диаметры цилиндров выбирают в зависимости от длины перерабатываемого хлопка.

Цилиндр I линии расположен ниже других на 6 мм. Диаметр второго цилиндра меньше диаметра остальных цилиндров. Это позволяет устанавливать минимальную разводку в передней зоне. Для уплотнения ленты перед входом ее в вытяжной прибор установлены воронкообразные уплотнители *8*. В нейтральной зоне между второй и третьей вытяжными парами мычка уплотняется уплотнителем *5* закрытого типа. Все уплотнители расположены на планке, совершающей возвратно-поступательное движение вдоль осей цилиндра и валика с помощью механизма водилки. В основной зоне вытягивания, перед выпускной вытяжной парой, мычка уплотняется уплотнителем *2* плавающего типа. Цилиндры вытяжного прибора очищаются от пыли и пуха чистительными досками *18* и *12*, передний нажимной валик - чистительным валиком *3*. Нагрузка на нажимные валики осуществляется пружинным способом нагрузки. Преимущества пружинного способа следующие: компактность механизма нагрузки и значительное уменьшение общей массы машины за счет устранения грузов, крючков, подвесок и т.п.; удобство обслуживания машины - *1* при индивидуальных пружинах, смонтированных в откидном рычаге, нагрузка и разгрузка всех валиков производится одновременно простым поворотом разгрузателя.

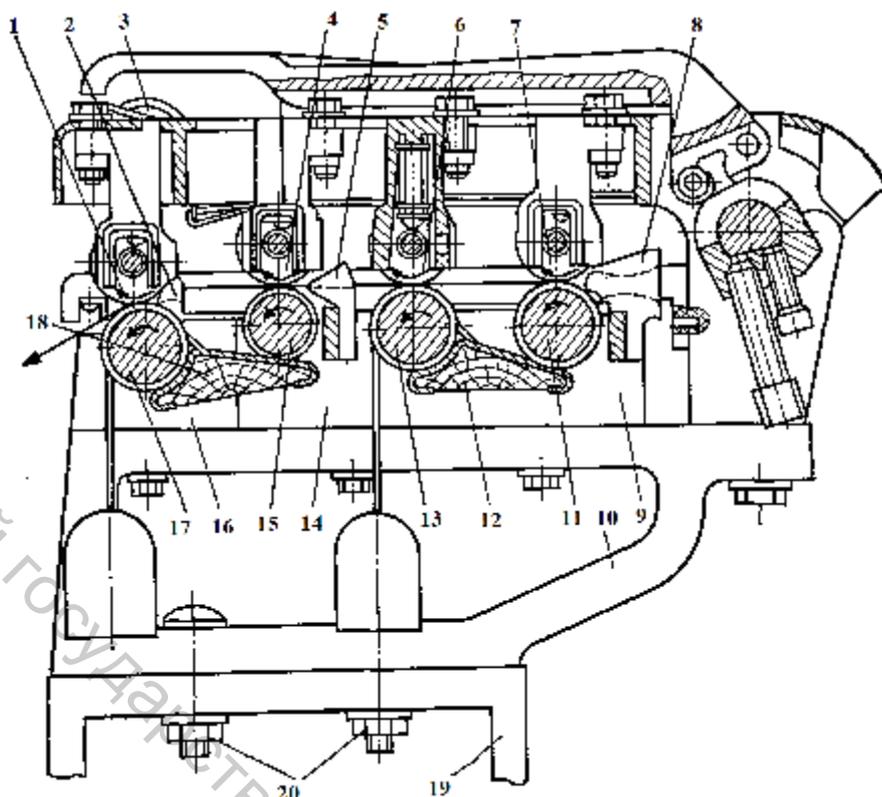


Рис. 1.9. Четырехцилиндровый двухзонный вытяжной прибор с уплотнителями ленты и мычки

Трехцилиндровый двухремешковый вытяжной прибор. Для улучшения качества вырабатываемой ровницы, особенно с учетом тенденции сокращения числа переходов в системе прядения, на машинах *P-192-5* и *P-260-5* применяют однозонный трехцилиндровый двухремешковый вытяжной прибор с нажимными валиками, установленными в седелках откидных рычагов нагрузки. Валики имеют эластичные резиновые покрытия. Вытяжной прибор используется в кардной и гребенной системе прядения для выработки ровницы из хлопковых и химических волокон с длиной до 45 мм.

Прибор смонтирован на цилиндрическом бруске 28 (рис. 1.10). На равном расстоянии друг от друга вдоль машины к цилиндрическому брусу прикреплены цилиндрические стойки 24. На них расположены ползушки-подшипники цилиндров вытяжного прибора. Подшипник 35 выпускного цилиндра 36 жестко прикреплен к цилиндрической стойке и не может перемещаться по ней. Средний цилиндр 23 установлен на подшипнике 34, который можно перемещать по стойке для изменения разводки между цилиндрами I и II линий.

Средний цилиндр 23 охвачен бесконечным ремешком 33 длиной 270 мм. Этот ремешок огибает направляющую планку 5, которая крепится к корпусу подшипника 34 второго цилиндра. Натяжение создается натяжным устройством 27, установленным в кронштейне 25. Кронштейн 25 имеет возможность перемещаться вокруг оси 26, жестко закрепленной на цилиндрической стойке 24.

От пыли и пуха ремешок очищает чистительный валик 30, установленный на держателе 29. Второй нажимной валик 6 также охвачен ремешком 3 длиной 116 мм, установленным на клеточке 7. Зажим между верхним и нижним ремешками переменный: наибольший — в точке, где второй цилиндр соприкасается со вторым валиком, наименьший — в точке, где волокно выходит из зажима.

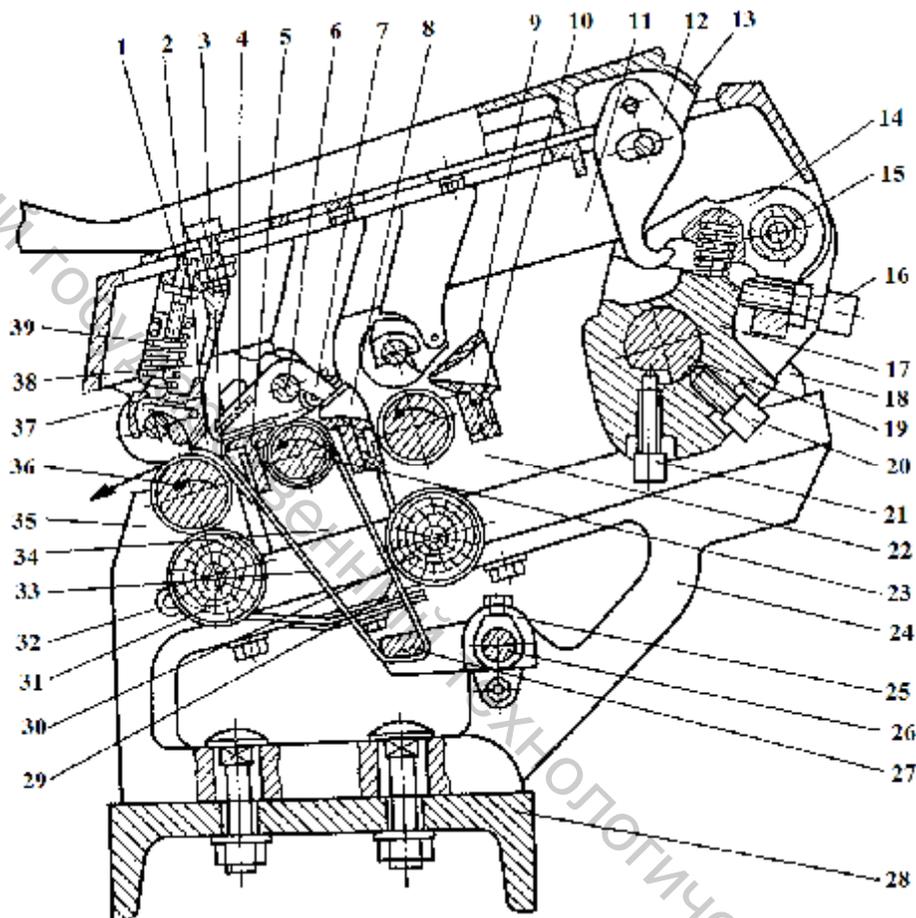


Рис. 1.10. Трехцилиндровый двухремешковый вытяжной прибор

В вытяжном приборе предусмотрена регулируемая разводка между нижним и верхним ремешками. Это достигается установкой разной высоты упоров 4 (клипсов) на планке клеточки 7. Перед вытяжным прибором лента проходит через уплотнитель 9 ленты открытого типа. Уплотнитель 9 ленты в средней верхней части имеет выступ, обеспечивающий более равномерное расположение волокон в поперечном сечении ленты в момент входа ее в вытяжной прибор, что способствует лучшему и более равномерному зажатию волокон в задней паре.

Для уплотнения продукта вытяжной прибор оборудован уплотнителями ленты и мычки закрытого типа. Все уплотнители расположены на планке 10, совершающей возвратно-поступательное движение вдоль осей цилиндра и

валика с помощью механизма водилки. В зоне между II и III линиями цилиндров мычка уплотняется воронкообразным уплотнителем 8 закрытого типа, который служит не только для уплотнения мычки, но и для контроля: при величине отверстия, рассчитанного для продукта определенной линейной плотности, не проходят толстые места мычки.

По выходе из ремешковой пары волокна попадают в уплотнитель 2 плавающего типа. Выпускной цилиндр 36 вытяжного прибора очищается от пыли и пуха, выделяющихся при работе машины, чистителем 31, который прижимается к цилиндру с помощью держателя 32.

Для выбора величины разводки в зонах вытягивания при переработке хлопковых волокон с разной штапельной длиной рекомендуется использовать данные таблицы 1.3.

Таблица 1.3.

Разводки (мм) между цилиндрами на ровничных машинах

Машина (тип вытяжного прибора)	Линейная плотность ровницы, текс	При переработке хлопка					
		средневолокнистого			длинноволокнистого		
		I, II	II, III	III, IV	I, II	II, III	III, IV
P-260-3, P-260-5 (трехцилиндр овый)	589-1430	L+(10...12)	L+(2...3)	--	L+(12...13)	L+3	--
P-192-3, P-192-5, (четырёхцили ндровый)	400-1430	L+(10...12)	L+(2...3)	--	L+(12...13)	L+3	--
P-168-3 (четырёхцили ндровый)	250-400	L+(8...10)	Постоянн ая	L+(1...2)	L+(10...11)	Постоянна я	L+2
	589-1430	L+(10...12)	--<<<	L+(2...3)	L+(12...13)	--<<<	L+3
PT-132-3 (четырёхцили ндровый)	100-1000	L+(8...10)	--<<<	L+(1...2)	L+(12...13)	--<<<	L+3
	435-125	--	-	-	L+(1...2)	L+(9...10)	L+(1...2)

L - штапельная длина волокна, мм

При выборе величины нагрузки на валики необходимо помнить о том, что в большинстве случаев нагрузка на валик выпускной пары каждой зоны вытягивания должна быть больше нагрузки на валик подающей пары этой зоны. Нагрузка тем больше, чем толще обрабатываемый продукт, чем выше вытяжка и меньше разводка, чем больше диаметры цилиндра и валика, выше его эластичность и ниже коэффициент трения покрытия валика по волокну. Величины нагрузок на валики приведены в таблице 1.4.

Зарубежные ровничные машины оснащены трехцилиндровым двухремешковым вытяжным прибором с длинным нижним ремешком (рис. 1.11,а). Дополнительно могут поставляться 3-х и 4-х цилиндровые двухремешковые вытяжные приборы с коротким нижним ремешком

(рис.1.11,б,в). Эти вытяжные приборы могут применяться для переработки хлопка кардной и гребенной систем, химических волокон длиной до 63 мм, а также их смесей.

Таблица 1.4.

Нагрузки на валики вытяжных приборов ровничных машин

Ровничная машина	Нагрузка на две мычки в вытяжных парах по ходу продукта, Н			
	I	II	III	IV
Газовая Р-260-3	100÷80	100÷80	100÷80	-
» » Р-260-И2	60	80	100	-
» » Р-192-3	90	100	100	110
» » Р-168-3	90	100	100	110
» » Р-260-5 и Р-192-5	140	120	160	--
Тонкая РТ-132-3	60÷70	60÷70	60÷70	80÷90

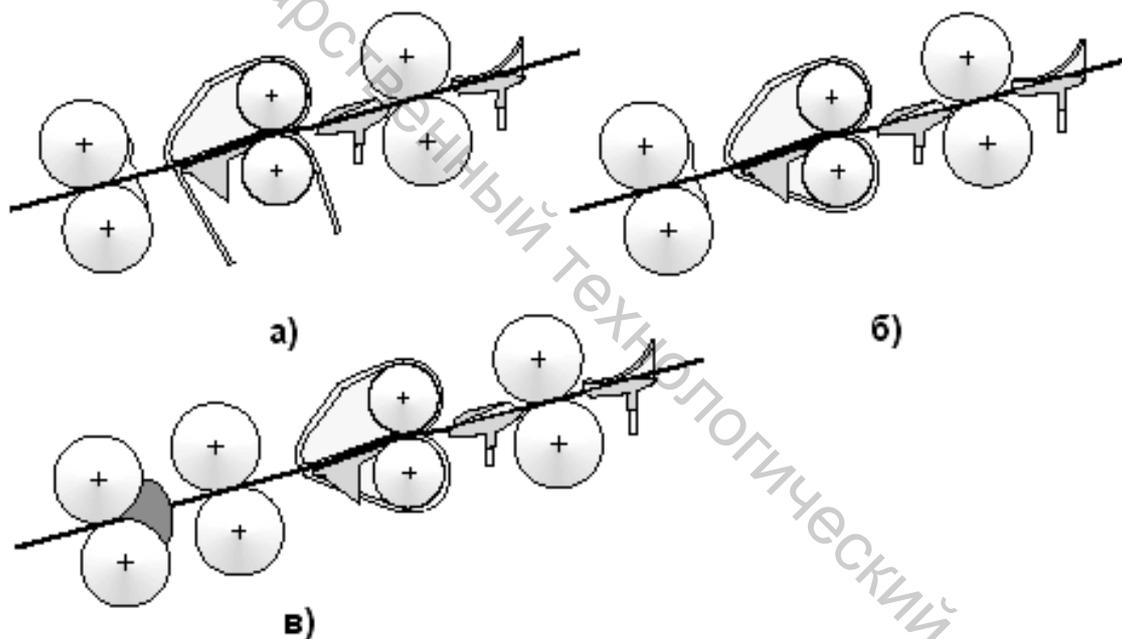


Рис. 1.11. Схемы вытяжных приборов ровничных машин

На рисунке 1.12 представлен общий вид четырехцилиндрового двухрешетчатого вытяжного прибора.

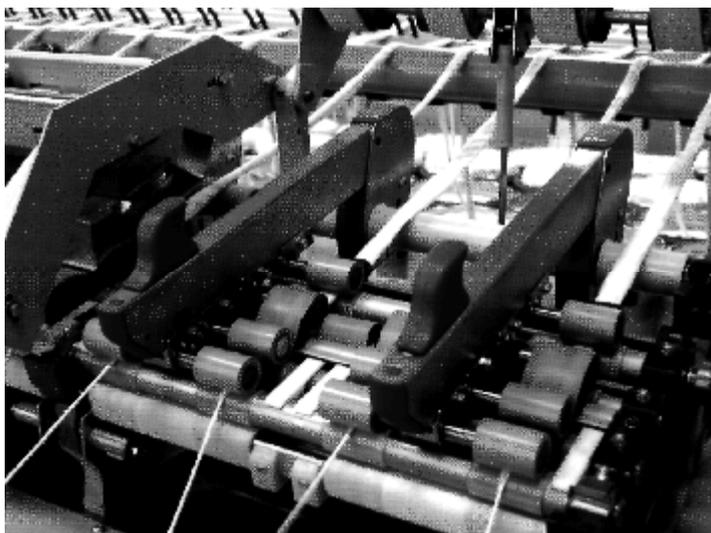


Рис. 1.12. Общий вид четырехцилиндрового двухремешкового вытяжного прибора

1.4. АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КРУЧЕНИЯ РОВНИЦЫ

Кручение является одним из важнейших процессов прядильного производства. *Цель кручения* — создать из сравнительно коротких волокон продукт необходимой прочности, обладающий округлой формой. *Сущность процесса* кручения заключается в том, что каждое сечение продукта поворачивается относительно друг друга и своей оси. В результате этого волокна, распрямленные и ориентированные вдоль оси продукта, располагаются примерно по винтовым линиям, обвиваясь вокруг оси и обвивая друг друга [2].

При кручении продукт испытывает натяжение и волокна, составляющие его, принимая винтообразную форму, растягиваются и удлиняются. Вследствие растяжения под действием сил Q и Q_1 (рис. 1.13,а) они стремятся расположиться по винтовым линиям меньшего диаметра и поэтому оказывают давление на те волокна, которые находятся внутри, ближе к оси продукта. Это давление, возникающее между волокнами, создает силы трения, препятствующие сдвигу волокон друг относительно друга, способствует уплотнению продукта и округлению его поперечного сечения. В итоге ровница получает определенную прочность.

Следует отметить, что при кручении расстояние между концами волокон сокращается вследствие изменения их формы из прямолинейной в мычке в винтообразную в ровнице. При этом скручиваемый продукт укорачивается, происходит так называемая усадка. Величина усадки определяется круткой и линейной плотностью продукта.

Интенсивность кручения является важной технологической характеристикой, которая определяет прочность продукта, производительность труда ровничниц и прядильниц, производительность машин (количество оборудования).

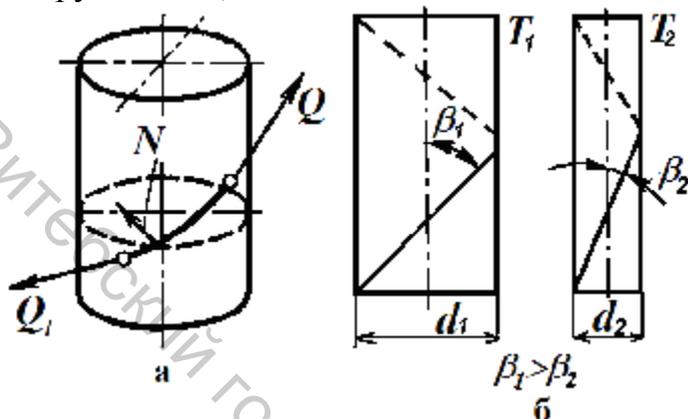


Рис. 1.13. Схема кручения продукта

Мерой интенсивности кручения является крутка, т.е. число кручений, приходящееся на единицу длины (обычно 1 м):

$$K = \frac{n_{вер}}{V_{вып}} \quad (1.2)$$

где $n_{вер}$ - частота вращения веретен, мин^{-1} ; $V_{вып}$ - скорость выпускного цилиндра вытяжного прибора, м/мин.

Крутка – абсолютная мера интенсивности кручения.

Для продуктов разной линейной плотности T_1 и T_2 (разного диаметра d_1 и d_2) при одинаковом числе кручений на единицу длины (рис. 1.13,б) угол наклона наружных волокон к оси продукта будет разным (β_1 и β_2) и эффект от кручения (степень уплотнения, упрочнения) также различен. Чем меньше диаметр (линейная плотность) продукта, тем большую крутку необходимо сообщить продукту, чтобы получить одинаковый эффект. Поэтому при оценки интенсивности кручения вводится второй показатель, являющийся относительной мерой интенсивности кручения и пропорциональный тангенсу угла кручения $\text{tg} \beta$ - коэффициент крутки a . Коэффициент крутки позволяет определять расчетным путем крутку K для продукта любой линейной плотности, сохраняя сопротивление волокон скольжению постоянным.

В зависимости от направления вращения веретена или рогульки (так как она закреплена на веретене) крутка имеет разное направление (рис. 1.14,б). Если веретено вращается по часовой стрелке, то витки крутки направлены слева вверх направо; такую крутку называют правой и обозначают буквой Z . Если же веретено вращается против часовой стрелки, то витки крутки располагаются справа вверх налево; такую крутку называют левой и обозначают буквой S . В прядении хлопка на ровничных машинах используют только правую крутку.

Рассмотрим теоретически физический смысл коэффициента крутки. Развернув в плоскости виток, образуемый волокном, получим треугольник (рис. 1.14,а).

Угол наклона волокон к оси продукта (ровницы) обозначим через b , тогда из этого треугольника получим

$$tg b = \frac{pd}{h}, \quad (1.3)$$

где d - диаметр продукта, мм; h - высота или шаг витка, мм.

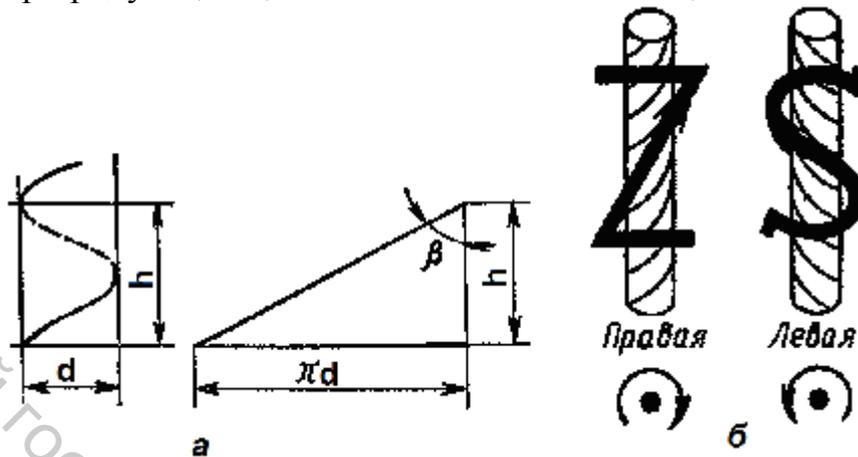


Рис. 1.14. Развертка витка крутки (а), условное обозначение направления крутки (б)

Крутка – число кручений на один метр, т.е.

$$K = \frac{1000}{h}. \quad (1.4)$$

Решая совместно уравнения (1.3) и (1.4), получим

$$K = \frac{1000 \cdot tg b}{pd}. \quad (1.5)$$

Продукт длиной l имеет массу

$$m = V \cdot g \quad \text{или} \quad m = \frac{pd^2 \cdot l \cdot g}{4},$$

где V - объем продукта длиной l ; g - объемная масса продукта (масса единицы объема), замеренного по внешнему контуру, мг/мм².

Отсюда
$$d^2 = \frac{4m}{p \cdot l \cdot g}, \quad (1.6)$$

но
$$\frac{m}{l} = \frac{T}{1000},$$

где T - линейная плотность продукта, текс.

Тогда
$$d = \sqrt{\frac{4T}{1000 \cdot p \cdot g}} = \frac{2\sqrt{T}}{\sqrt{1000 \cdot p \cdot g}}. \quad (1.7)$$

Подставим значение d в формулу (1.5), получим

$$K = \frac{1000 \cdot \operatorname{tg} b \cdot \sqrt{p \cdot g}}{2p} \cdot \frac{\sqrt{1000}}{\sqrt{T}}. \quad (1.8)$$

Принято обозначать

$$a = \frac{1000 \cdot \operatorname{tg} b \cdot \sqrt{p \cdot g}}{2p}, \quad (1.9)$$

где a - коэффициент крутки в метрической системе.

Тогда получим

$$K = \frac{a \cdot \sqrt{1000}}{\sqrt{T}}. \quad (1.10)$$

Но $a \cdot \sqrt{1000} = a_{\text{текс}}$ или $a_{\text{текс}} = 31.62a$,

где $a_{\text{текс}}$ - коэффициент крутки в системе текс.

Тогда получим

$$K = \frac{a_{\text{текс}}}{\sqrt{T}} = \frac{a_T \cdot 100}{\sqrt{T}}. \quad (1.11)$$

где a_T - табличный коэффициент крутки.

Следовательно, при постоянной плотности продукта коэффициент крутки прямо пропорционален тангенсу угла наклона волокон к оси продукта.

Формулу (1.11) используют на практике.

На основании исследований и данных практики для каждого конкретного случая составляется таблица коэффициентов крутки, которые приводятся в таблицах 1.5, 1.6, 1.7.

С увеличением крутки сопротивление волокон скольжению возрастает. Также возрастает и прочность ровницы. Однако при значительном увеличении крутки сопротивление отдельных волокон скольжению может превзойти их прочность и разрывная нагрузка пряжи уменьшится. Крутка, соответствующая максимальной прочности продукта, называется критической. Коэффициент крутки, соответствующий критической крутке, называют критическим коэффициентом крутки. Фактическую крутку принимают значительно ниже

критической с тем, чтобы при вытягивании ровницы не применять больших усилий и не повреждать волокна.

Таблица 1.5.

Коэффициент крутки a_T ровницы в кардном прядении в зависимости от ее линейной плотности и длины волокна [5]

Линейная плотность ровницы, текс	Длина волокна, мм								
	38/40	37/39	35/37	33/34	32/33	31/32	30/31	29/30	28/29
Более 1110	7,02	7,24	8,03	9,8	9,93	10	10,15	10,23	10,38
770-1000	7,45	7,62	8,27	9,93	10,08	10,28	10,28	10,38	10,46
588-714	7,9	8,16	8,53	10,38	10,59	10,59	10,85	10,75	10,88
476-556	8,27	8,5	8,93	11,08	11,08	11,19	11,45	11,58	11,64
400-455	8,53	8,78	9,44	11,45	11,58	11,64	11,7	11,9	11,96
334-384	8,73	8,93	9,68	11,58	11,64	11,77	11,9	11,96	12,09
286-323	8,97	9,26	9,93	11,7	11,83	11,9	12,06	12,15	12,21
250-278	9,26	9,57	10,23	11,90	11,96	12,15	12,21	12,34	12,4
217-244	9,57	9,8	10,38	11,96	12,09	12,21	12,28	12,4	12,46
188-213	9,92	10,08	10,65	12,15	12,3	12,4	12,46	12,69	12,81
167-186	10,08	10,23	11,08	12,41	12,59	12,69	12,81	12,91	13,04
133-164	10,23	10,4	11,19	12,59	12,69	12,81	12,91	13,04	13,13
118-130	10,4	10,55	11,32	12,69	12,81	12,91	13,04	13,13	--
95-119	10,65	10,88	11,45	12,81	12,91	13,04	13,13	--	--
95 и менее	10,88	11,08	11,58	12,91	13,04	13,13	--	--	--

Таблица 1.6.

Коэффициент крутки a_T ровницы в гребенном прядении в зависимости от ее линейной плотности и длины волокна

Линейная плотность ровницы, текс	Длина волокна, мм				
	38/40	37/39	35/37	33/34	32/33
До 1110	6,72	6,9	7,64	9,35	9,45
770-1000	7,11	7,25	7,85	9,45	9,6
588-714	7,52	7,77	8,12	9,89	10,05
476-556	7,88	8,12	8,5	10,56	10,56
400-455	8,12	8,37	9	10,9	11,02
334-384	8,37	8,56	9,2	11,02	11,08
286-323	8,56	8,81	9,45	11,16	11,23
250-278	8,81	9,14	9,76	11,3	11,39
217-244	9,14	9,35	9,89	11,39	11,5
188-213	9,45	9,6	10,13	11,56	11,71
167-186	9,6	9,76	10,56	11,88	11,97
133-164	9,76	9,89	10,63	11,97	12,07

118-130	9,89	10,05	10,78	12,07	12,19
95-119	10,13	10,35	10,9	12,19	12,28
95 и менее	10,35	10,56	11,02	12,28	12,41

Таблица 1.7.

**Коэффициент крутки a_T ровницы, полученной из смесей
средневолокнистого хлопка с химическими волокнами**

Линейная плотность ровницы, текс	Хлопковое (75-60%), вискозное 0,167 текс (25-40%) волокна	Хлопковое (40-30%), вискозное 0,167 текс (60-70%) волокна	Хлопковое (70%), полиэфирн ое (30%) волокна	Вискозное волокно 0,167 текс длиной 38 мм	Вискозное волокно 0,312-0,333 текс длиной 38 мм
1110-1666	8,2	7,7	7,27	6	7,7
769-1000	8,54	8,5	7,5	6,32	8,22
588-714	8,85	8,22	7,75	6,64	8,7
476-555	9,17	8,54	7,9	7,11	9,17
400-455	9,5	8,85	8,15	7,43	9,5
333-385	9,65	9,17	8,4	7,57	9,65
286-323	9,75	9,3	8,7	7,75	9,8
250-278	9,95	9,5	9	7,9	9,95

1.4.1. Детали крутильного механизма

На ровничных машинах для кручения мычки, выходящей из вытяжного прибора, применяют веретено с рогульками. Веретена на машине расположены в два ряда в шахматном порядке. Веретено 2 (рис. 1.15) представляет собой стальной цилиндрический стержень. Размеры его верхнего конца соответствуют размерам верхнего канала втулки рогульки. В сквозную осевую прорезь верхнего конца веретена входит штифт рогульки. С помощью штифта рогулька 3 прочно закрепляется на веретене и легко снимается при съеме наработанных катушек. Веретено свободно проходит через втулку 1 и нижним концом, имеющим конусную заточку, опирается на подпятник веретена 12. Следовательно, веретена имеют две опоры — подпятник внизу и подшипник посередине.

Движение веретенам передается от пруткового вала, расположенного вдоль машины. На валу закреплены шестерни 10 с винтовыми зубьями, которые, сцепляясь с шестернями 11, вращают веретена.

Втулка 1 закреплена на верхней каретке и служит, с одной стороны, опорой для веретена, с другой — осью вращения катушечной шестерни 9 и самой катушки 7, которая вращается вместе с шестерней. Катушечная шестерня имеет

винтовые зубья и получает движение от шестерни 8, сидящей на прутковом валу, расположенном в верхней каретке. Ровница проходит в верхнее отверстие 4 рогульки, выходит из ее бокового отверстия внутри полой ветви рогульки 5; вторая ветвь рогульки сплошная и служит для уравнивания рабочей, полой, ветви. Полая ветвь имеет изогнутую прорезь 13. На полой ветви шарнирно закреплены вертикальный стержень 14 и лапка 6. Ровница, выходя из нижнего

отверстия полой ветви, обвивает 1-3 раза лапку 6 рогульки и наматывается на катушку 7.

Механизм крутки, применяемый в прядении хлопка, имеет следующие преимущества:

- принудительное движение рогульки и катушки обеспечивает необходимое (достаточно малое) натяжение ровницы в процессе ее кручения и наматывания;
- прохождение ровницы внутри полой ветви рогульки защищает ее от разрушения потоком воздуха; чтобы ровница не вылетала из полой ветви рогульки, прорезь делают изогнутой;
- обвивание ровницей лапки обеспечивает плотную намотку ровницы на катушке и предохраняет ровницу от действия потоков воздуха на пути от рогульки к катушке;
- центробежная сила вертикального стержня прижимает лапку к катушке и способствует увеличению плотности намотки.

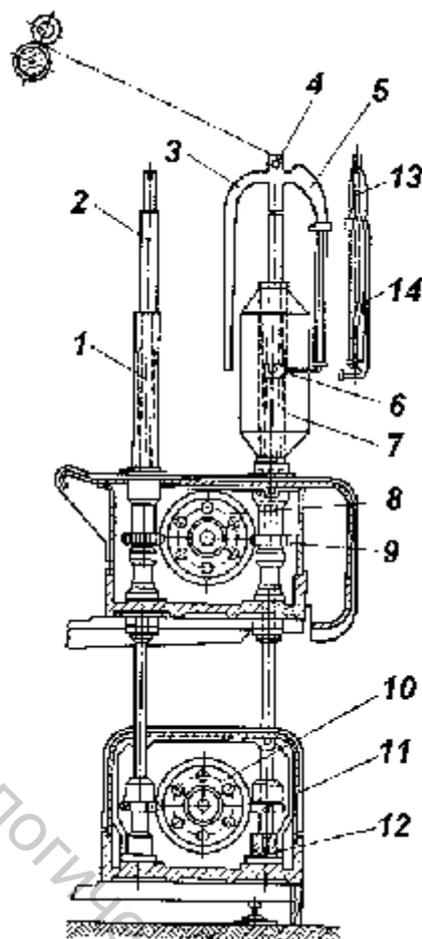


Рис. 1.15. Веретено с рогулькой и катушкой

С увеличением диаметра намотки лапка поворачивается вокруг полой ветви рогульки, удаляется от оси катушки, а вертикальный стержень приближается к оси катушки. Поэтому с увеличением диаметра намотки давление лапки на катушку уменьшается примерно в 1,5-2,5 раза по сравнению с первоначальным. Это приводит к разному расплющиванию ровницы и разной плотности намотки ровницы на катушку в начале и конце наработки сьема.

Механизм данной конструкции обеспечивает выработку ровницы с минимальной прочностью из сравнительно коротких волокон. При вращении

веретена за каждый его оборот ровница получает одно кручение. Условия кручения ровницы рогулками веретен переднего и заднего ряда несколько различны.

Расстояние от цилиндров до веретен и угол обхвата ровницей края канала головки рогулки у веретен переднего ряда больше (рис. 1.16). Поэтому ровница переднего ряда веретен сильнее вибрирует на этом участке и испытывает большее трение. В результате линейная плотность ровницы переднего ряда несколько ниже, а намотка менее плотная.

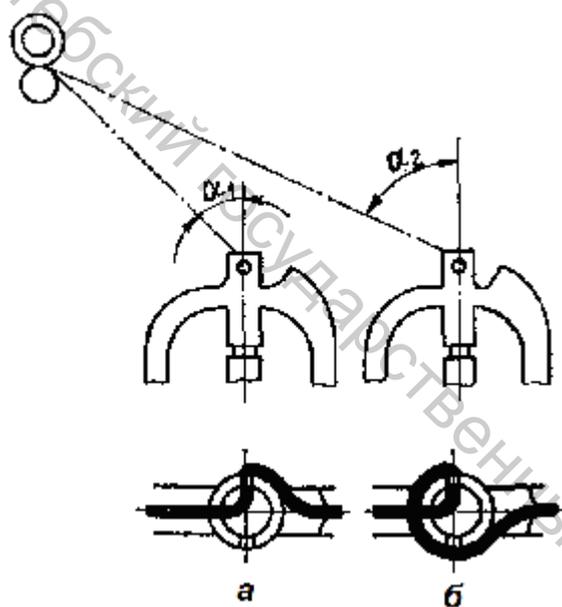


Рис. 1.16. Заправка в рогулки веретен заднего (а) и переднего (б) рядов

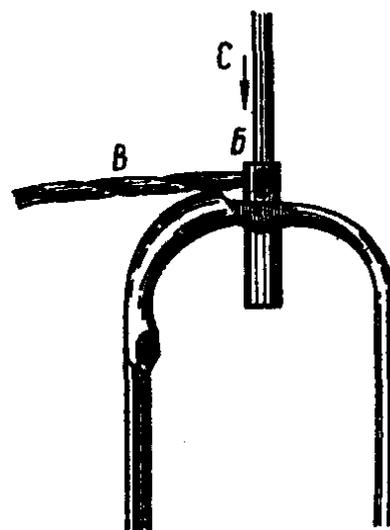


Рис. 1.17. Витки крутки ровницы при протаскивании ее через рогулку рядов

Для получения одинаковой плотности намотки на обоих рядах веретен ровницу заднего ряда заправляют на $\frac{1}{4}$ оборота вокруг головки рогулки (заправляя ее в правое отверстие втулки), а переднего ряда на $\frac{3}{4}$ оборота (заправляя ее в левое отверстие) или на переднем ряду обвивают ровницу вокруг лапки на один виток больше, чем ровницу на заднем ряду. При такой заправке выравнивается плотность намотки, но неровнота по линейной плотности даже возрастает, она составляет в среднем на толстых ровничных машинах 2 %, перегонных 1,2 % и тонких 0,5 %.

Рекомендуется для снижения неровноты пряжи катушки с переднего и заднего рядов на последующих переходах перерабатывать отдельно, или на машине *PT-132* сдвигать ровницу с этих катушек. Для этого необходимо, чтобы катушки переднего и заднего рядов имели разный цвет. Различие в условиях кручения на веретенах переднего и заднего рядов можно уменьшить, применив распространители крутки.

Распространители крутки. Если некрученный гибкий продукт протаскивать через головку рогульки так, чтобы продукт приобрел форму пространственной кривой *СБВ* (рис. 1.17), то на этом продукте с одной стороны от головки будут появляться витки одного направления, с другой — противоположного, т.е. ровница получит, ложную крутку.

Поскольку верхний участок ровницы получает крутку одного, а нижний другого направления, то эта крутка в конечном счете исчезает, поэтому ее и называют ложной. Такая крутка возникает в результате вращения ровницы относительно своей оси от трения о головку рогульки. Поэтому при прохождении через рогульку ровнице сообщается кроме действительной крутки еще и ложная.

Участок ровницы от вытяжного прибора до рогульки получает дополнительную крутку в том же направлении, что и действительная, а участок ниже верхней рогульки — в противоположном. При ложной крутке снижаются скрытая неровнота, обрывность, увеличиваются прочность и плотность ровницы, масса паковки и производительность машины. Величину ложной крутки можно повысить, применяя распространители крутки. Ложная крутка в результате перекачивания ровницы по краю верхнего отверстия рогульки или насадки за один ее оборот может быть рассчитана по формуле

$$K_{л} = \frac{2p \cdot R \cdot h}{2p \cdot r} = \frac{R \cdot h}{r} \quad (1.12)$$

где R - радиус отверстия рогульки или насадки; h - коэффициент, учитывающий проскальзывание при качении ровницы по краю отверстия; r - радиус ровницы.

На практике широкое распространение получили следующие способы и устройства ложной крутки на ровничных машинах.

1. Увеличение коэффициента трения между ровницей и головкой рогульки путем создания шероховатой поверхности в месте их касания (нанесения слоя специального клея или каким-либо другим способом). В этом случае используется обычная рогулька с внутренним диаметром канала головки 8-10 мм (рис. 1.18,а).

2. Увеличение диаметра внутреннего канала головки рогульки; этот диаметр рогулек можно увеличить приблизительно в два раза и количество ложных кручений в ровнице возрастет (рис. 1.18,б).

3. Дальнейшее увеличение диаметра кольца, по которому перекачивается ровница, за счет установки на головке рогульки насадки (рис. 1.18,в). Внутри насадки укрепляется резиновое кольцо, увеличивающее коэффициент трения. В данном случае используется две меры, направленные на усиление эффекта ложной крутки: увеличение диаметра D и повышение коэффициента трения.

4. Для увеличения коэффициента трения: на головку надевается резиновая втулка (рис. 1.18,з); между продуктом и вращающейся втулкой трение увеличивается.

5. Увеличение захватывающей способности головки и усиление эффекта ложного кручения: на торцовую часть головки наносятся рифли (рис. 1.18,д), что приводит к уменьшению проскальзывания и увеличению ложной крутки.

Рассмотренные способы имеют свои положительные и отрицательные стороны.

Положительным является то, что желаемый эффект можно получить довольно простым и легко осуществимым путем, отрицательным — непостоянство коэффициента трения. При металлических приспособлениях за счет шлифовки поверхности движущейся ровницы коэффициент трения постепенно уменьшается. При резиновых кольцах, и особенно полихлорвиниловых, благодаря оседанию на рабочей поверхности кольца жировоскового слоя, содержащегося на волокне, также уменьшается коэффициент трения.

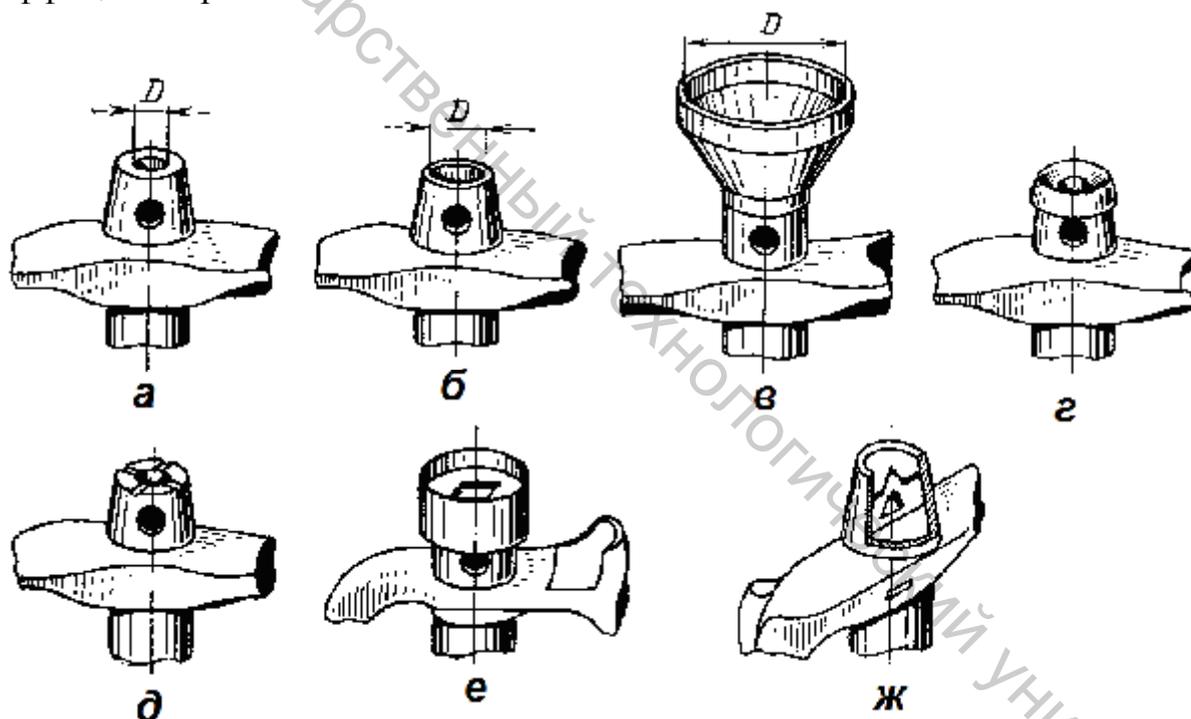


Рис. 1.18. Распространители крутки

Другим недостатком является то, что устройства, укрепляемые на головках, эффективно работают лишь при точной установке их на рогульке, что практически не всегда достигается. Правильная и точная установка приспособлений в процессе работы машин часто нарушается.

Кроме того, при использовании фрикционных материалов затрудняется продольное продвижение ровницы, что может явиться дополнительной причиной скрытых вытяжек, неровноты и обрывности.

6. Принципиально новым является приспособление (рис. 1.18,е), известное под названием «Ротафил». Оно представляет собой металлическую или пластмассовую втулку, имеющую квадратное отверстие. Втулка укрепляется на головке рогульки. При вращении рогульки ровница в четырехграннике за один оборот рогульки четыре раза переходит от одного угла в другой. Таким образом, создаются условия, характерные для ложной крутки, когда на продукт, закрепленный по концам, действует крутящий момент. Это приспособление широко используется на фабриках, что дает снижение обрывности на ровничных машинах на 20-30 %, увеличение массы паковки на 6-7 %, снижение неровноты ровницы на 8-10 %.

7. Значительный интерес представляет устройство (рис. 1.18,ж), известное под несколькими наименованиями — пластинчатый уплотнитель, распространитель крутки, вьюрок ложной крутки.

В головку рогульки, предварительно расточенную, вставляется пластинка специальной формы. Ровница, поступая в головку, проходит через глазок пластинки, а затем в ее боковое отверстие (глазок в пластинке и отверстие в головке рогульки расположены одно против другого) и направляется в полую ветвь. Рассматриваемое приспособление называют вьюрком ложной крутки.

Вьюрок сообщает ровнице ложное кручение на участке ограниченной длины, находящемся между точкой касания ее пластинки и внутреннего края головки рогульки. Дальнейшее распространение витков ложной крутки от головки до переднего цилиндра задерживается в пункте перегиба ровницы о край головки рогульки.

В зависимости от типа распространителя крутки на участке от цилиндра до рогульки крутка увеличивается в 1,5-2,5 раза, а прочность ровницы — в 4-25 раз.

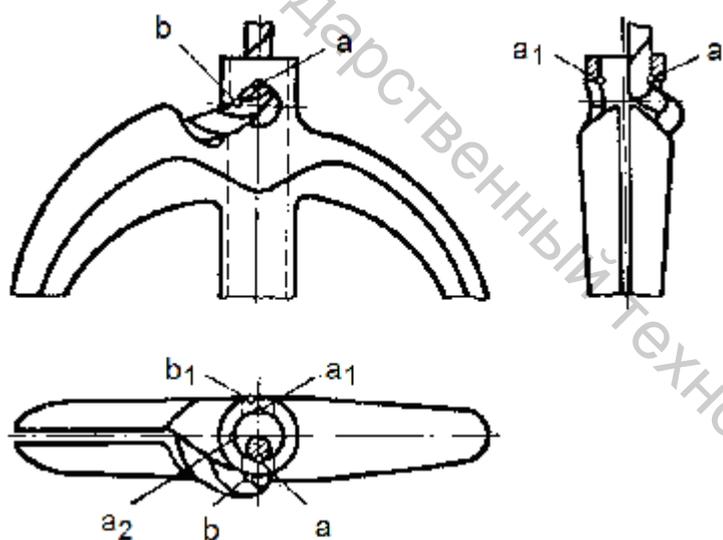
На ровницу, находящуюся между вытяжным прибором и рогулькой, накладываются витки, количество которых составляет 40-70 % от расчетного, и только часть из них является витками действительной крутки. При установке распространителей крутки общее число кручений $K_{общ}$ на участке между передним цилиндром и рогулькой представляет собой алгебраическую сумму количества витков, возникающих под воздействием следующих источников крутки:

- действительная крутка K_d , получаемая от веретена;
- ложная крутка K_l , получаемая ровницей при перекачивании ею по поверхности распространителя крутки;
- ложная пространственная крутка $K_{пр}$, возникающая от пространственного вхождения продукта на поверхность (эффект ложного кручения возникает при вхождении ровницы на выпуклую поверхность, когда продукт

приобретает форму пространственной кривой) (рис.1.19). При входе в канал головки ровница перегибается о внутренний край ее в точке *a*, затем, прижимаясь к стенке бокового отверстия, выходит из него и снова перегибается в точке *b*, принадлежащей наружному краю отверстия. Так как ровница легко деформируется, то она приобретает форму пространственной кривой, совпадающей с профилем того участка поверхности головки, которой она касается на участке от точки *a* до *b*;

–крутка сгона $K_{сг}$, накапливание витков при прохождении через препятствие.

Если витки ложной крутки $K_{л}$ и витки $K_{сг}$, появляющиеся в результате явления сгона, всегда совпадают по знаку с действительной круткой $K_{д}$, то витки, возникающие от пространственного вхождения продукта на поверхность $K_{пр}$, могут иметь различное направление в зависимости от способа проводки продукта через рогульку [6].



$$K_{об} = K_{д} + K_{л} \pm K_{пр} + K_{сг} . \quad (1.13)$$

При плоском вхождении продукта на поверхность $K_{пр} = 0$. Если продукт проходит через деталь, не образуя угла перегиба, то не будет и явления сгона и $K_{сг} = 0$.

Рис. 1.19. Движение ровницы в рогулке
Поэтому в общем виде можно записать:

На рисунке 1.20 приведено пять различных способов заправки ровницы в головку рогульки. На рисунке 1.20, *а*, *б* показана так называемая правая заправка, когда ровница входит в полую ветвь (при положении рогульки, показанном на рисунке) с правой стороны, причем в первом случае заправка осуществлена на $\frac{1}{4}$, во втором — на $\frac{3}{4}$ оборота ровницы вокруг головки.

При правой заправке общая крутка на участке от вытяжного прибора до рогульки равна

$$K_{об} = K_{д} + K_{л} + K_{пр} + K_{сг} . \quad (1.14)$$

На рис. 1.20, *в* и *г* приведена так называемая левая заправка. Здесь, в отличие от правой заправки, ровница заводится в полую ветвь с левой стороны, огибая на $\frac{1}{4}$ и $\frac{3}{4}$ головку рогульки. Как при правой, так и левой заправке ровница приобретает форму пространственной кривой. Одна из них по отношению к другой представляет зеркальное отображение. Общая крутка на участке от вытяжного прибора до рогульки равна

$$K_{об} = K_{д} + K_{л} - K_{пр} + K_{сг} . \quad (1.15)$$

Способ проводки ровницы через головку рогульки, а следовательно, и условия ее формирования на этом участке оказывают существенное влияние на физико-механические свойства и качество ровницы и выработанной из нее пряжи. По экспериментальным данным качества выработанной ровницы при различных способах заправки установлено следующее:

- наибольшую прочность имеет ровница, выработанная при правой заправке, наименьшую — при левой. Если прочность ровницы при правой заправке принять за 100 %, то при левой она соответственно составляет 64 %;
- неровнота ровницы, полученной при правой заправке, меньше, чем при левой;
- качество пряжи, выработанной из ровницы правой заправки, по всем показателям выше, чем в другом варианте.

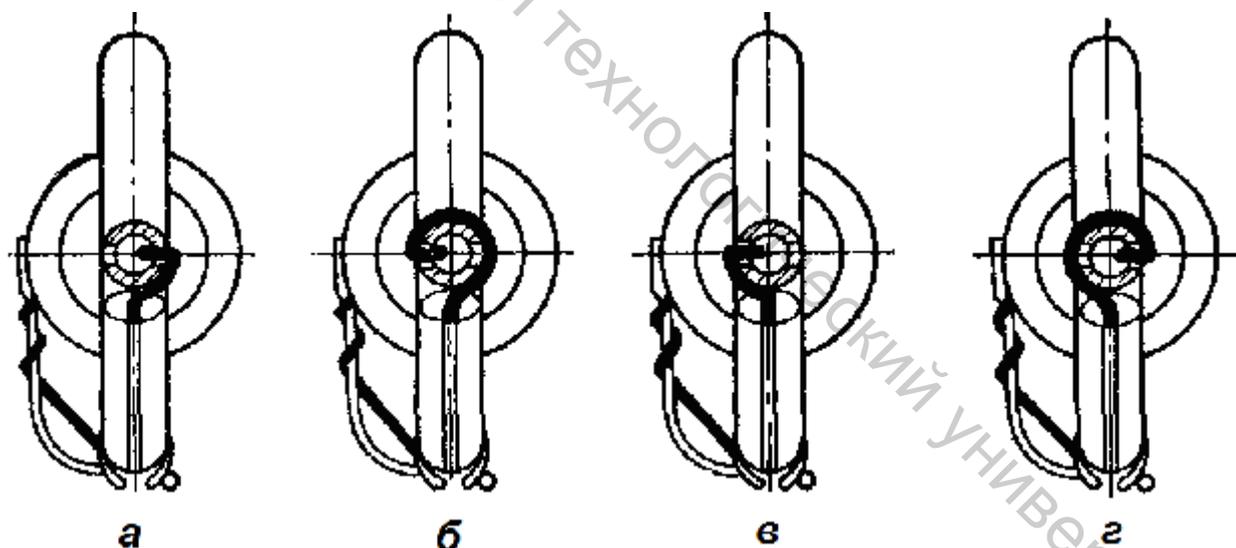


Рис. 1.20. Способы проводки ровницы через рогульку

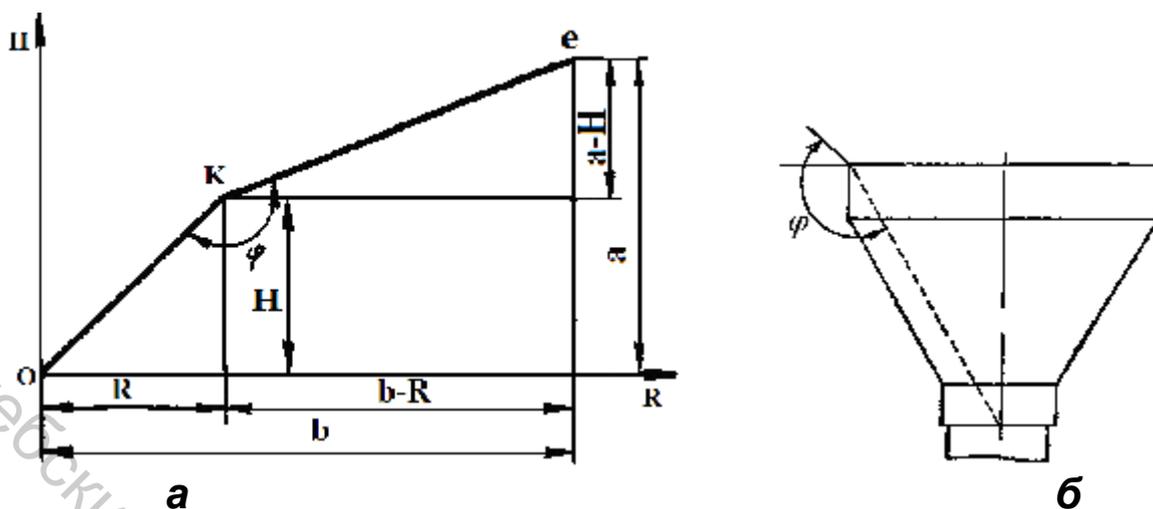


Рис. 1.21. Схематическое изображение движения ровницы на участке вытяжной прибор-рогулька

На рисунке 1.21,а точка *e* изображает зажим вытяжного прибора, *K* - место входа ровницы в головку рогульки. Ровница на участке от вытяжного прибора до входа в рогульку в точке *O* огибает верхнюю часть насадки в точке *K*, имеющей высоту *H* и радиус *R*, и образует угол перегиба *j* (рис.1.21,б); *a* и *b* - расстояние веретен от вытяжного прибора по высоте и длине.

Угол перегиба ровницы можно определить по формуле

$$\operatorname{tg} j = \frac{a \cdot R - b \cdot H}{b \cdot R + a \cdot H - (R^2 + H^2)}. \quad (1.16)$$

По результатам теоретико-экспериментальных данных получены следующие значения углов перегиба: для тазовой машины $j = 144^\circ$; для тазово-перегонной и перегонной $j = 145^\circ$; для тазово-тонкой и тонкой $j = 149^\circ$.

При различном расстоянии *b* первого и второго рядов веретен углы перегиба ровницы о край насадки по рядам будут разные: у первого ряда он меньше, чем у второго. Поэтому для выравнивания угла перегиба в обоих рядах зарубежными фирмами предложено уменьшать величину *a* для заднего ряда 1 веретен (рис. 1.22).

Согласно проведенным теоретическим исследованиям, приведенным в работе [6], определены основные размеры насадок разных типов, представленные в таблице 1.8.

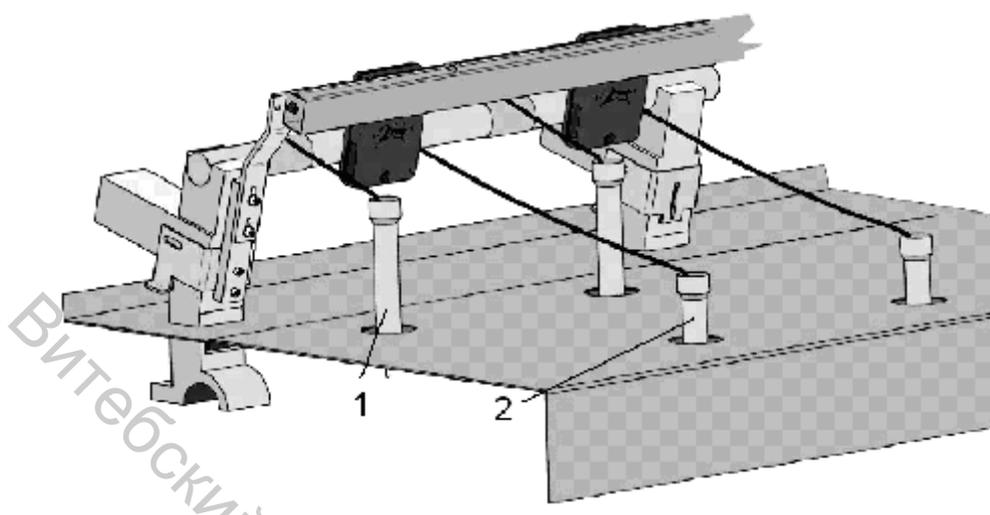


Рис. 1.22. Заправка веретен переднего и заднего рядов

Таблица 1.8.

Основные размеры насадок разных типов

Тип машины	Размеры насадки, мм (см.рис.1.23)								
	d_H	d_p	H_H	H_p	h_1	h_2	h_3	e	n
Тазовая	42	38	45	47	7	13	10	2	2
Тазово-перегонная и перегонная	53	49	35	37	7	25	10	2	2
Тазово-тонкая и тонкая	70	66	57	59	7	23	10	2	2

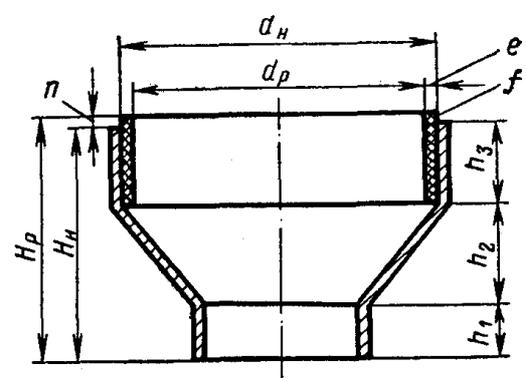


Рис. 1.23. Насадка рогульки

рогульки ровница, направляясь на лапочку, огибает край полый ветви рогульки (рис. 1.24,а) под углом, близким к 30°. В результате этого ровница испытывает значительное сопротивление в точке выхода из полый ветви, и затрудняется распространение крутки на участок ровницы, расположенный внутри полый ветви. Для устранения указанных

Рогульки эффективной крутки. По выходе из полый ветви недостатков на современных ровничных машинах применяются рогульки с укороченной полый ветвью (рис. 1.24,б). Угол обхвата ровницей края полый ветви увеличивается до 120°, что уменьшает трение ровницы о край полый ветви и способствует лучшему распространению крутки внутри полый ветви. Благодаря этому прочность ровницы, находящейся в рогульке, увеличивается, а обрывность ее снижается [7].

Хорошие результаты работы можно получить при использовании рогулек эффективной крутки (рис. 1.24, в). Эта рогулька отличается от обычной наличием отверстия в боковой стенке полой ветви, расположенного в ее нижней части.

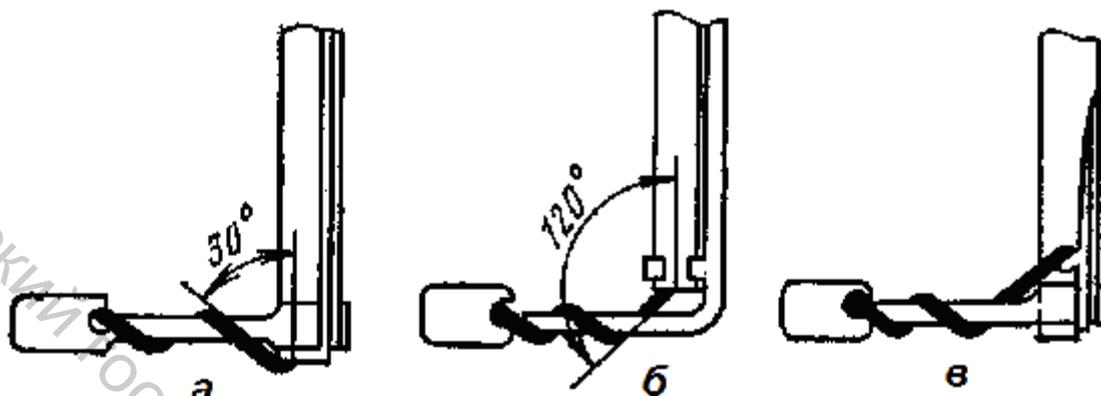


Рис. 1.24. Схемы заправки ровницы на лапчатку рогульки:
а - обычного типа; б - с укороченной полой ветвью; в - эффективной крутки.

Крутка участка ровницы, расположенного внутри полой ветви рогульки, значительно увеличивается за счет уменьшения крутки участка, расположенного на рычаге лапчатки. В результате этого крутка готовой ровницы не меняется, а прочность участка ровницы, расположенного в полой ветви, увеличивается в 2,5-3 раза. Благодаря этому обрывность ровницы у лапчатки снижается на 56,5 %, а обрывность у выпускного цилиндра — на 43,5 %. Одновременно повышается равномерность ровницы и плотность ее намотки на катушку, что приводит к увеличению веса ровницы на катушке на 5-7 %. Все это обуславливает повышение производительности машины и улучшение качества ровницы и вырабатываемой из нее пряжи.

Диаметр просверливаемого отверстия в полой ветви рогульки выбирают в зависимости от типа рогульки. В рогульках для толстой ровницы он должен быть 8 мм, перегонной — 7 мм, тонкой — 6 мм. При меньшем отверстии оно быстро забивается пухом, который скапливается в полой ветви, что приводит к увеличению обрывности [6].

Сложение двух мычек в рогульке. Сложение двух мычек в рогульке было предложено И.И. Финкельштейном. Две мычки (рис. 1.25), выходящие из соседних выпусков, направляются к одному веретену заднего ряда, соединяются в головке рогульки, проходят в полую ветвь и наматываются на катушку. Следовательно, число веретен на машине уменьшается в 2 раза. Ровница состоит из двух предварительно уплотненных круткой ровниц, соединенных между собой витками действительной крутки [2].

Линейная плотность получаемой ровницы увеличивается в 2 раза, что позволяет снизить крутку. Производительность машины увеличивается на 15-30

% при меньшем числе веретен (в 2 раза), обрывность уменьшилась в 2,2 раза, а производительность труда ровничниц повысилась на 44 %.

Проводка лент через вытяжной прибор ровничной машины при работе в два сложения. Две ленты можно заправлять через один уплотнитель 1 (рис. 1.26,а). Обе ленты проходят через вытяжной прибор, утоняются, но не накладываются друг на друга.

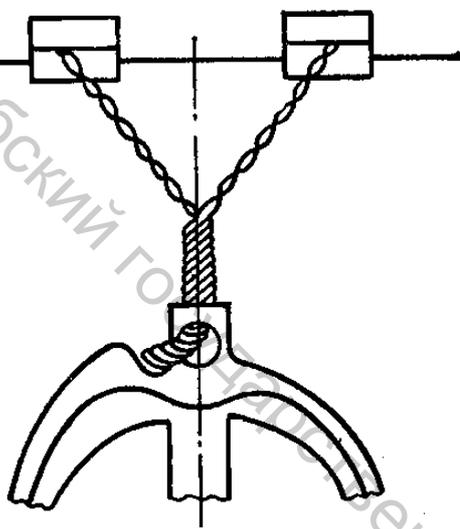


Рис. 1.25. Схема сложения двух мычек в рогулке

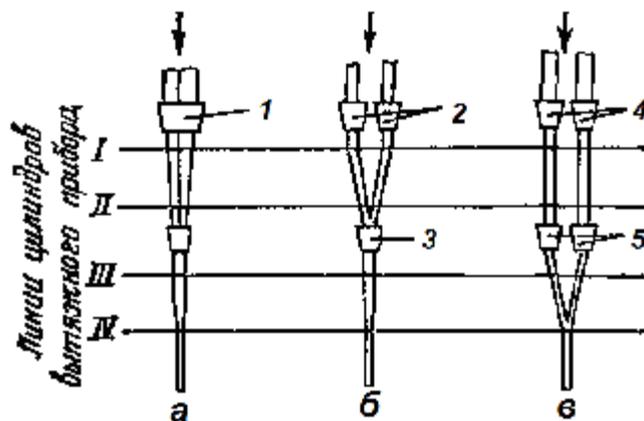


Рис. 1.26. Схемы проводки лент через вытяжной прибор при работе в два сложения

Ленты можно вводить через два уплотнителя 2 (рис. 1.26,б), и сложение производить в уплотнителе нейтральной зоны 3, или каждую ленту можно вводить через свой уплотнитель 4 (рис. 1.26,в) и свой уплотнитель 5 нейтральной зоны, а сложение производить по выходе ленты из вытяжного прибора.

Результаты исследования показали, что лучшими качественными показателями обладает ровница, полученная при прохождении лент через вытяжной прибор по первому способу. В этом случае ровница и пряжа, полученная из нее, имеют меньшую неровноту по длинным и коротким отрезкам.

При изучении совместной переработки двух лент было выяснено наиболее выгодное расстояние между лентами во время прохождения их через вытяжной прибор — величина m . Наиболее целесообразным следует принимать расстояние 10 мм [6].

Сложение полуфабриката (лент или мычки) на ровничной машине наряду с положительным, о чем говорилось выше, имеет и отрицательные стороны. При сложении лент или мычек увеличивается линейная плотность ровницы. При

переработке этой ровницы на прядильных машинах требуется большая вытяжка, что создает дополнительную неровноту на коротких отрезках.

Подвесные рогульки. Вращающаяся верхняя часть рогульки 4 (рис. 1.27) расположена в шарикоподшипниках 2 и приводится во вращение винтовой передачей 3. Корпуса шарикоподшипников монтируют в деталях, расположенных в верхнем бруске машины. Катушка располагается соосно с рогулькой и имеет собственный привод. Ветви рогульки и лапка сварены из двух штампованных из листовой стали пластин толщиной 1 мм. Допускаемая частота вращения 2240 мин^{-1} . Остаточные деформации появляются при частоте вращения 3000 мин^{-1} . Подвесные рогульки позволяют осуществлять *автоматический съем* наработанных катушек без дополнительных операций.

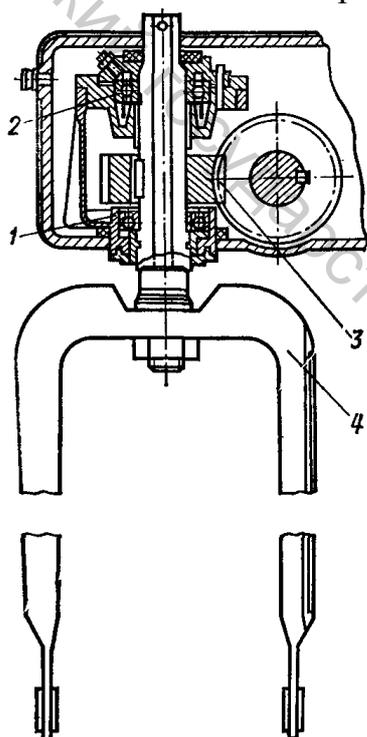


Рис. 1.27. Подвесная рогулька

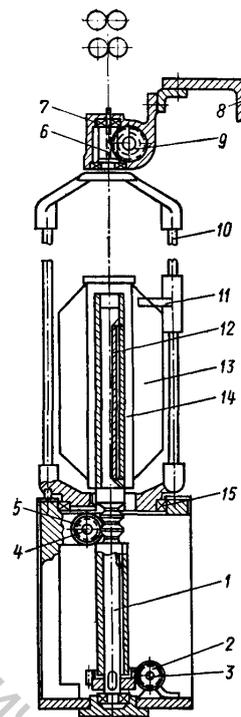


Рис. 1.28. Рогулька рамочного типа

Рогульки рамочного типа. Они позволяют увеличить частоту вращения веретен до 1200 мин^{-1} при паковке размерами $190 \times 350 \text{ мм}$ и массой $2,5\text{-}3 \text{ кг}$. Рогулька не является съемной деталью, она имеет свой привод, и обе ее ветви внизу связаны специальной деталью. На валу 1 (рис. 1.28) установлена круглая рейка 14, на которой прочно сидит катушка 13. Рейка перемещается по шпонке 12 вверх и вниз подъемной шестерней 5, находящейся на подъемном валу 4. Рейка 14 с катушкой приводится во вращение винтовыми шестернями 2 и 3. Рогулька 10 рамообразной формы, нижняя часть ее находится на подшипниковой опоре 15. Верхние части выполнены из алюминиевого литья или пластмассы и связаны между собой прямыми трубами. На одной из ветвей находится лапка 11. Рогулька приводится во вращение винтовыми шестернями 6 и 9, находящимися на корпусе 7. Корпус закреплен на цилиндрическом бруске 8.

Корпус 7 в верхней части армирован алюминием или пластмассой и является головкой рогульки. Рейка 14 и рогулька 10 вращаются в одном направлении.

1.5. ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ВЕРЕТЕН И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НЕЕ

Частота вращения веретен является основным фактором повышения производительности ровничной машины, поэтому ее необходимо устанавливать максимально допустимой. Основные условия работы веретен на ровничной машине следующие: уравновешенность рогулек и веретен, совпадение осей веретен, втулок и подшипников, отсутствие сильного биения, износостойкость опор и обязательный уход за всеми деталями. Рекомендуемые частоты вращения веретен ровничных машин приведены в таблице 1.9.

Основными факторами, ограничивающими частоту вращения веретен, являются натяжение ровницы, деформация рогулек и вибрация веретен.

При повышении частоты вращения веретен увеличиваются вибрация ровницы между передним цилиндром и рогулькой, центробежная сила, которая прижимает ровницу к полой ветви и лапке. При увеличении центробежной силы увеличивается сила прижатия лапки к катушке и сила, стремящаяся разорвать витки ровницы, намотанной на катушку. Поэтому чрезмерное повышение частоты вращения веретен приводит к увеличению натяжения ровницы, а следовательно, к увеличению обрывности и снижению качества ровницы.

Вибрация веретен при правильно установленных и уравновешенных веретенах и рогульках невелика и мало изменяется при увеличении частоты вращения веретен. Однако при самой незначительной их неуравновешенности, особенно в нижнем положении верхней каретки, когда длина вибрирующей верхней части веретена максимальна, вибрация становится заметной и увеличивается с повышением частоты вращения веретен.

Таблица 1.9.

Скоростной режим ровничных машин

Машина	Линейная плотность ровницы, текс	Раствор рогульки, мм	Частота вращения веретен, мин ⁻¹ при обработке хлопка			
			средневолокнистого		длинноволокнистого	
			нормальная	повышенная	нормальная	повышенная
P-260-5	180-1430	160	1100	1200	900	1000
P-192-5	180-1430	145	1200	1300	1000	1200
P-260-3	589-1430	160	740	850	600	740
	400-1430	145	800	900	700	800

P-192-3	250-400	130	900	1000	800	900
P-168-3	211-1430	130	900	1000	800	900
	211-742	115	1000	1100	900	1000
	100-211	105	1100	1200	1000	1100
PT-132-3	43,5-125	75, 85, 92	1100	1200	1000	1100

1.6. НАМАТЫВАНИЕ РОВНИЦЫ

Наматывание ровницы на катушку на ровничных машинах отечественного производства осуществляется при опережающей катушке, т.е. частота вращения катушки всегда больше частоты вращения веретена. Назначение наматывания — получение плотной компактной паковки, необходимой для дальнейшей транспортировки и размещения катушки с ровницей на последующих машинах. При этом на катушке должна быть намотана наибольшая длина ровницы, а при сматывании ровницы не должно быть слетов витков. Вся мычка, выпущенная передней выпускной парой и скрученная веретеном и рогулькой, должна быть намотана на катушку.

На ровничных машинах хлопкопрядильного производства применяется цилиндрическая намотка с уменьшением высоты слоя в направлении оси катушки, в результате чего готовая паковка представляет собой цилиндр с двумя усеченными конусами по концам (рис. 1.29). Диаметр полной катушки зависит от раствора рогульки и меньше его на 3-5 мм. Величина конуса на катушке зависит от угла φ . При большом угле φ возможно сползание витков, при меньшем угле объем ровницы на катушке уменьшается. Опытным путем установлены значения угла φ для толстой ровницы — 45° , для перегонной и тонкой — 40° .

Диаметр пустой катушки выбирают с учетом диаметра веретена, угла наклона конуса и диаметра полной катушки. На ровничной машине P-192-5 при диаметре веретена 19 мм используют катушку диаметром 41 мм. Шаг винтовой линии выбирают с учетом укладывания витков вплотную один к другому. Во время наматывания ровницы на катушку наблюдается сплющивание ровницы. По мере нарабатывания слоев катушки сплющивание ровницы уменьшается, и последние слои ровницы на катушке имеют примерно круглую форму.

Сплющивание ровницы происходит из-за натяжения ровницы и давления лапки при наматывании. Натяжение обусловлено вытяжкой ровницы между выпускным цилиндром и рогулькой, трением ровницы о вершину рогульки и ее полую ветвь, трением о лапку, которую ровница обвивает, и трением о лапку в том месте, где она прижимает ровницу к катушке.

Объем ровницы на катушке (см^3) можно рассчитать (рис. 1.29)

$$V = \frac{\rho}{12} [d_{II}^2(3H_{II} + 2h') - d_0^2(3H_{II} + 4h') + 2d_{II}d_0h'], \quad (1.17)$$

где H_{II} - полная высота катушки (намотки), см; $h\zeta$ - высота витка, см; d_0 - диаметр пустой катушки, см; d_{II} - диаметр полной катушки, см.

Масса ровницы на катушке рассчитывается

$$G = V \cdot g, \quad (1.18)$$

где g - плотность наматывания ровницы на катушку, г/см³.

Рекомендуемая плотность намотки ровницы для различных линейных плотностей представлена в таблице 1.10.

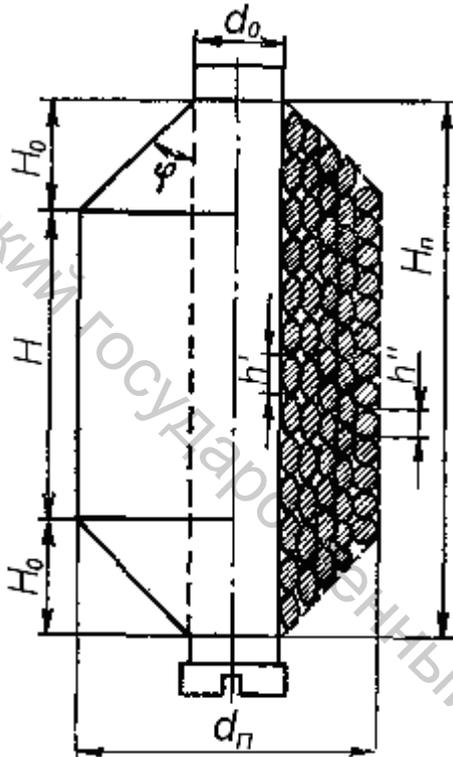


Рис. 1.29. Структура ровничной паковки

Таблица 1.10.

Плотность намотки ровницы различной линейной плотности

Характеристика	Значение							
Линейная плотность ровницы, текс	1000	500	250	170	125	100	85	60
Плотность намотки ровницы, г/см ³	0,28	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38	0,4	0,42

Чтобы не происходило сильного вытягивания ровницы и ее обрывов, натяжение ровницы должно быть значительно меньше ее прочности. Для этого необходимо правильно выбрать соотношение скоростей выпускного цилиндра и катушки, а число витков вокруг лапки на толстых ровничных машинах должно быть 1, на перегонных — 2, на тонких — 3. Поверхность рогульки и лапки должна быть без заусенцев.

По мере нарабатывания съема радиус вращения лапки 3 (рис. 1.30) и стержня (противовеса) 2, укрепленного на рогулке 1, изменяется. С увеличением диаметра намотки радиус вращения центра тяжести лапки увеличивается, а противовеса уменьшается.

Следовательно, в начале наматывания на пустую катушку давление противовеса будет максимальным, а лапки минимальным. В конце наработки съема центробежная сила от действия противовеса будет минимальной, но все же будет превосходить центробежную силу лапки. Исследования показали, что давление лапки на полную катушку в 1,5-2,5 раза меньше, чем на пустую.

Благодаря сплющиванию ровницы высота витка h' (см рис. 1.29) в начале намотки больше высоты витка в конце намотки h'' , и шаг витков по вертикали оказывается в несколько раз больше толщины слоев d .

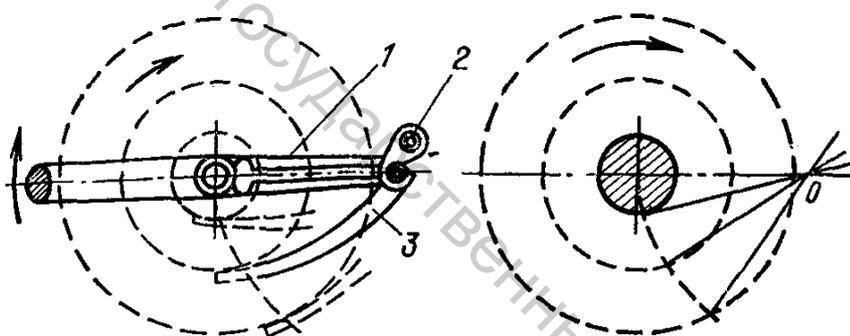


Рис. 1.30. Лапка рогулки с противовесом

Считая постоянными плотность намотки ровницы g , можно примерно определить средний шаг витков h и среднюю толщину слоя δ :

$$h = \frac{C_2 \cdot 31.62}{\sqrt{T_p}}, \quad d = \frac{C_1 \cdot 31.62}{\sqrt{T_p}},$$

где C_1 и C_2 - постоянные коэффициенты.

Величины d и h необходимы для расчета числа зубьев сменных шестерней ровничной машины. Однако на практике часто пользуются не самими величинами d и h , а числом витков на 1 см высоты катушки и числом слоев на 1 см радиуса намотки.

Число витков ровницы на 1 см высоты катушки

$$S_y = \frac{31,62 \cdot B_y}{\sqrt{T_p}}, \quad (1.19)$$

число слоев на 1 см радиуса намотки

$$S_x = \frac{31,62 \cdot B_x}{\sqrt{T_p}}, \quad (1.20)$$

где B_y и B_x - опытные коэффициенты [8].

При изменении линейной плотности ровницы от 200 до 1250 текс коэффициент B_y изменяется от 95,4 до 65,4, а B_x - от 455 до 436.

Коэффициенты C_1 , C_2 , B_y , B_x не являются постоянными, они изменяются с изменением линейной плотности ровницы, плотности ее намотки, увеличением крутки и натяжения ровницы. Этим объясняются расхождения в величинах.

1.7. ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ НАМАТЫВАНИЯ

Для обеспечения правильного наматывания ровницы необходимо соблюдать следующие условия.

Первое условие наматывания. Выпускаемая в единицу времени выпускным цилиндром ровница имеет длину $p \cdot d_{Ц} \cdot n_{Ц} \cdot e_0$. В эту же единицу времени ровница должна быть намотана на катушку. Для этого катушка должна иметь скорость $p \cdot d_{Н} \cdot n_{Н}$.

По условию

$$p \cdot d_{Ц} \cdot n_{Ц} \cdot e_0 = p \cdot d_{Н} \cdot n_{Н}, \quad (1.21)$$

где $d_{Ц}$ и $d_{Н}$ - диаметры соответственно переднего (выпускного) цилиндра и наматываемого слоя, мм; $n_{Ц}$ и $n_{Н}$ - частота вращения соответственно цилиндра и катушки при наматывании слоя ровницы, мин^{-1} ; e_0 - вытяжка между передним (выпускным) цилиндром и катушкой (1,01-1,03).

Наматывание ровницы на катушку происходит за счет разности частоты вращения веретена и катушки. При опережающей катушке

$$n_{Н} = n_{к} - n_{в}, \quad (1.22)$$

где $n_{к}$ и $n_{в}$ - частота вращения соответственно катушки и веретена.

Решая совместно уравнения (1.21) и (1.22), получим

$$p \cdot d_{Ц} \cdot n_{Ц} \cdot e_0 = p \cdot d_{Н} (n_{к} - n_{в}). \quad (1.23)$$

Отсюда

$$n_k = n_e + \frac{p \cdot d_y \cdot n_y \cdot e_0}{p \cdot d_H} \quad (1.24)$$

Для изменения частоты вращения катушек согласно уравнению (1.24) при наматывании каждого последующего слоя (рис. 1.31) в передаче к катушкам применяют вариатор. На современных ровничных машинах таким вариатором являются конические барабанчики, ремень на которых перемещается на заданную величину механизмом управления (замком).

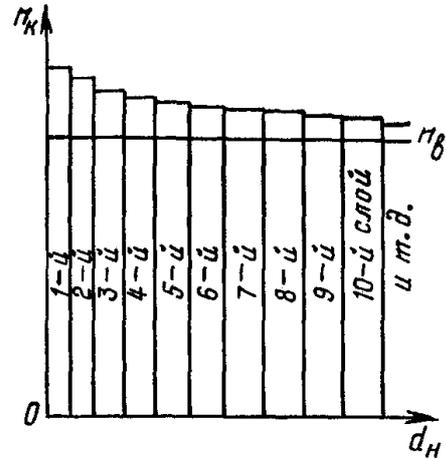


Рис. 1.31. Изменение частоты вращения катушки при наработке каждого последующего слоя

Второе условие наматывания. При наматывании витки ровницы должны укладываться на катушку по вертикали вплотную друг к другу. Для этого верхняя каретка вместе с катушками движется в вертикальном направлении. Возвратно-поступательное движение каретки обеспечивает укладку витков ровницы с требуемой плотностью.

Скорость верхней каретки

$$V = h \cdot n_H, \quad (1.25)$$

где h - высота витка, мм.

Подставляя из формулы (1.21) выражение n_H , получим

$$V = \frac{h \cdot p \cdot d_y \cdot n_y \cdot e_0}{p \cdot d_H} \quad (1.26)$$

Диаметр переднего цилиндра $d_{Ц}$, частота его вращения n_y и вытяжка e_0 постоянны при данной заправке машины. Тогда из уравнения (1.26) следует, что при постоянном диаметре намотки d_H , т.е. при наматывании каждого слоя, скорость движения верхней каретки V в вертикальном направлении постоянна; при переходе к наматыванию каждого нового слоя (с увеличением d_H) скорость движения каретки уменьшается (рис. 1.32,а).

График изменения скорости каретки за время наработки полных катушек (съема) имеет ступенчатый характер, как и график изменения за это время частоты вращения катушек (см. рис. 1.32,б).

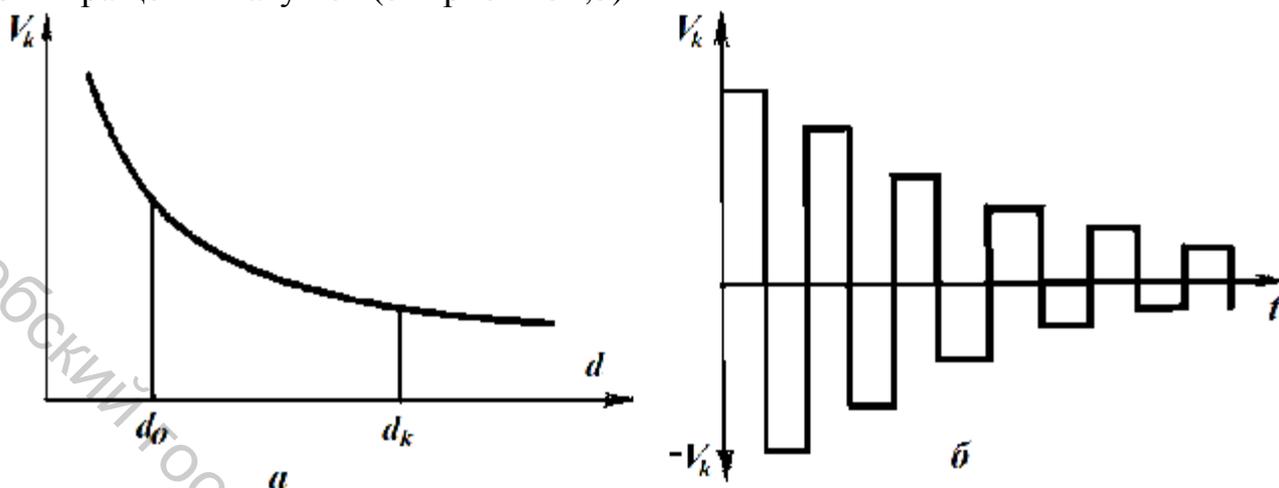


Рис. 1.32. График скорости каретки

Для изменения скорости движения верхней каретки при переходе к наматыванию нового слоя необходимо включить в передачу к каретке вариатор скорости (конические барабанчики, ремень на которых перемещается механизмом управления).

Третье условие наматывания. Для образования конусов каретка, а вместе с ней и катушки должны двигаться с переменным размахом. Размах по мере наработки съема должен уменьшаться на определенную величину, но так, чтобы шаг витков оставался постоянным.

Размах каретки - высота цилиндрической части намотки ровницы на катушке при диаметре намотки d_H (см. рис. 1.29)

$$H = H_{II} - 2H_0, \quad (1.27)$$

где H_{II} - высота полной катушки; H_0 - высота конуса паковки.

$$H_0 = \frac{d_H - d_0}{2tgj}, \quad (1.28)$$

где d_0 - диаметр пустой катушки.

Подставляя выражение H_0 в уравнение (1.27), получим

$$H = H_{II} - \frac{(d_H - d_0)}{tgj}. \quad (1.29)$$

Диаметр пустой катушки d_0 , угол j , размах каретки при намотке первого слоя H_{II} являются величинами постоянными. Следовательно, размах каретки (высота слоя) будет изменяться с изменением диаметра намотки d_H . Чем больше диаметр намотки d_H , тем меньше будет высота слоя намотки. Уменьшение высоты слоя намотки, т.е. образование конусов, обеспечивается механизмом управления движением (замком).

Четвертое условие наматывания. Для образования слоя при наматывании ровницы на катушку верхняя каретка должна двигаться вверх и вниз для раскладки ровницы по катушке, т.е. иметь возвратно-поступательное движение. Это движение верхней каретки обеспечивается механизмом управления. Кроме того, этот механизм уменьшает частоту вращения катушек, скорость каретки и размах верхней каретки для образования конусов.

1.8. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

При увеличении диаметра намотки необходимо изменять частоту вращения катушек и скорость движения верхней каретки. Для этого предусмотрен вариатор скорости в виде конических барабанчиков, который устанавливают на всех моделях ровничных машин отечественных производителей и на некоторых моделях зарубежных ровничных машин фирм *Rieter, Zinser, Marzoli*. Некоторые производители решают эту проблему путем отдельного привода катушек, роголек и верхней каретки, о чем более подробно будет описано далее.

Дифференциальный механизм (или дифференциал) предназначен для сложения двух частот вращения: первой $n_{2,в}$ — от главного вала и второй $n_{к,б}$ — от конических барабанчиков. Суммарная частота вращения передается катушкам.

Каждый дифференциал имеет шестерни (первую и последнюю), которые располагаются на главном валу. Эти шестерни соединены передачей, оси шестерен которой не совпадают с главным валом и вращаются вокруг него. Такие шестерни называют сателлитами; деталь, поддерживающую оси сателлитов и вращающую их вокруг главного вала, называют водилом; передачу с применением сателлитов — планетарной передачей.

На ровничной машине применяются дифференциальные механизмы двух типов: с водилом, передающим движение катушкам; с водилом, получающим движение от главного вала.

Частоту вращения звеньев дифференциального механизма любого типа подсчитывают по формуле Виллиса:

$$\pm i = \frac{n_2 - n_{вод}}{n_1 - n_{вод}}, \quad (1.30)$$

где i - передаточное число между первой и последней шестернями дифференциального механизма; n_2 - частота вращения последней шестерни дифференциала, мин^{-1} ; $n_{\text{вод}}$ - частота вращения водила, мин^{-1} ; n_1 - частота вращения первой шестерни дифференциала, мин^{-1} .

При вращении первой и последней шестерни в одном направлении при передаточном числе i берут знак плюс, при вращении в противоположных направлениях — знак минус.

Дифференциал с водилом, получающим движение от главного вала (рис. 1.33). Первая шестерня механизма $z = 30$ зуб жестко закреплена на втулке 4, свободно сидящей на главном валу 1 машины и получающей движение от конических барабанчиков. Водило 3 жестко закреплено на главном валу и является одновременно кожухом дифференциального механизма. Водило имеет два свободно вращающихся шпинделя. На одном шпинделе жестко закреплены две шестерни $z = 25$ зуб., на другое также две шестерни — $z = 25$ и $z = 15$ зуб.

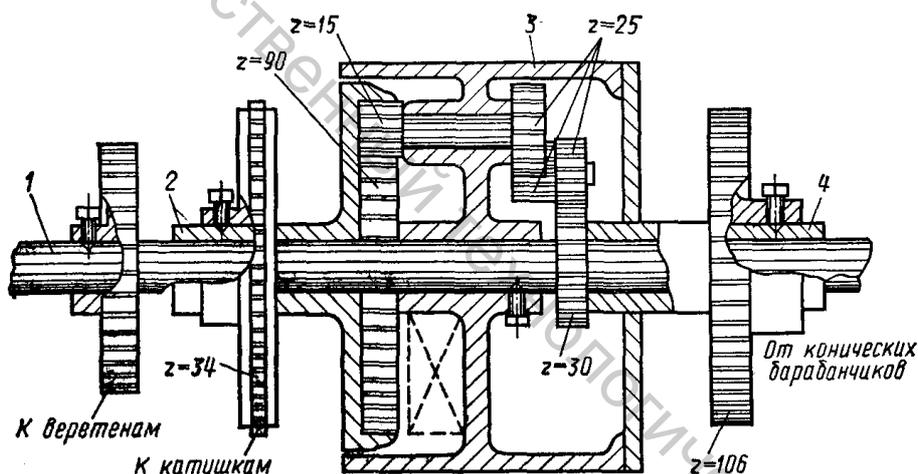


Рис. 1.33. Дифференциальный механизм с водилом, получающим движение от главного вала

Последняя шестерня $z = 90$ зуб. с внутренним зацеплением получает суммарное движение от шестерни $z = 15$ зуб. Шестерня $z = 90$ зуб. насажена на втулку 2, на которую насажена и звездочка $z = 34$ зуб., передающая движение катушкам.

Передаточное число дифференциального механизма

$$i = \frac{30}{25} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{15}{90} = +\frac{1}{5}.$$

Перед передаточным числом стоит знак плюс, так как первая и последняя шестерни вращаются в одну сторону.

Решая уравнение (1.30) относительно n_2 , получим

$$n_2 = n_{\text{вод}} - n_{\text{вод}} \cdot i + n_1 \cdot i.$$

Для данного дифференциала $n_2 = n_{\text{КК}}$, $n_1 = n_{\text{К.Б}}$, $n_{\text{вод}} = n_{\text{Г.В.}}$.

Отсюда

$$n_{\text{КК}} = n_{\text{Г.В.}} - n_{\text{Г.В.}} \cdot i + n_{\text{К.Б.}} \cdot i, \quad \text{но } i=1/5.$$

Тогда

$$n_{\text{КК}} = n_{\text{Г.В.}} \cdot (1 - 1/5) + n_{\text{К.Б.}} \cdot 1/5$$

или

$$n_{\text{КК}} = n_{\text{Г.В.}} \cdot 4/5 + n_{\text{К.Б.}} \cdot 1/5 \quad (1.31)$$

Дифференциал с водилом, передающим движение катушкам (рис. 1.34). Такой дифференциал используют на отечественных машинах. Шестерня $z_1 = 32$ зуб. является первой шестерней дифференциала; она жестко посажена на втулке 2, которая свободно вращается на главном валу 1. На другом конце этой втулки имеется звездочка $z = 24$ зуб., получающая движение от конических барабанчиков.

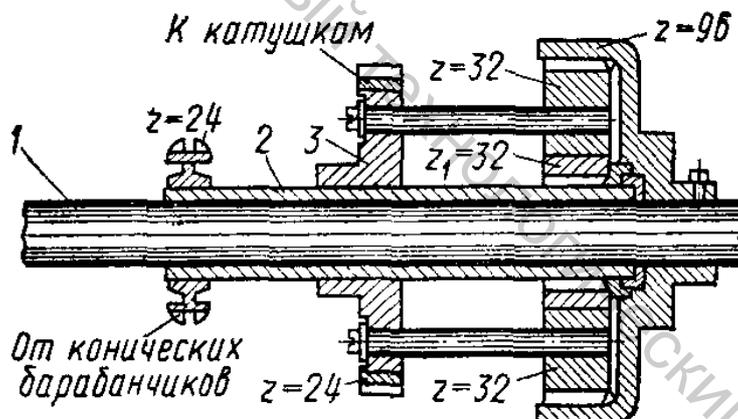


Рис. 1.34. Дифференциальный механизм с водилом, передающим движение катушкам

Шестерня $z = 96$ зуб. с внутренним зацеплением является последней шестерней дифференциала и жестко посажена на главном валу. Водило 3 представляет собой звездочку $z = 24$ зуб., которая свободно вращается на втулке 2 и передает суммарное движение катушкам.

В водиле 3 закреплены два симметрично расположенных шпинделя, на которых сидят шестерни $z = 32$ зуб., находящиеся в зацеплении с первой шестерней $z_1 = 32$ зуб. и с последней шестерней $z = 96$ зуб. дифференциала.

Частоту вращения водила 3 определим путем разложения движения на составляющие.

Передаточное число дифференциала

$$i = \frac{32}{32} \cdot \frac{32}{96} = -\frac{1}{3}.$$

Передаточное число имеет знак минус, так как при остановленном водиле последняя шестерня $z = 96$ зуб. дифференциала будет вращаться в сторону, обратную вращению первой шестерни $z_1 = 32$ зуб. Применяя формулу (1.30) и решая это уравнение относительно $n_{вод}$, получим

$$n_{вод}(1 - i) = n_2 - n_1 \cdot i$$

или

$$n_{вод} = \frac{n_2}{1 - i} - \frac{n_1 \cdot i}{1 - i}.$$

Подставим числовое значение $i = -1/3$, тогда

$$n_{вод} = \frac{3}{4}n_2 + \frac{1}{4}n_1.$$

Учитывая, что $n_{вод} = n_{КК}$, $n_2 = n_{Г.В.}$, $n_1 = n_{К.Б.}$,

получим

$$n_{КК} = \frac{3}{4}n_{Г.В.} + \frac{1}{4}n_{К.Б.} \quad (1.32)$$

Кроме дифференциалов, рассмотренных выше, на ровничных машинах используются дифференциалы других конструкций.

Анализ работы дифференциальных механизмов показывает, что частота вращения шестерни, передающей суммарное вращение катушкам

$$n_{КК} = a \cdot n_{Г.В.} + (1 - a)n_{К.Б.}, \quad (1.33)$$

где a - коэффициент, характеризующий конструкцию дифференциала.

Сравнивая дифференциалы различных конструкций, следует отдать предпочтение тем из них, которые отвечают следующим требованиям:

- применены только цилиндрические шестерни, так как при использовании конических шестерен возникают дополнительные осевые усилия, увеличивающие силы трения и стремящиеся нарушить зацепление шестерен;

- все втулки и валы вращаются в одну сторону и с возможно меньшими относительными скоростями;
- зубчатые шестерни-сателлиты расположены симметрично относительно главного вала (при таком расположении уменьшается момент, передаваемый каждой шестерней, что позволяет обойтись без грузов-противовесов);
- применены подшипники качения;
- меньше момент инерции, т.е. вращающиеся массы невелики и по возможности приближены к главному валу;
- механизм надежно закрыт обтекаемым ограждением — кожухом, легко откидываемым при осмотре и ремонте.

1.9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ КОНИЧЕСКИХ БАРАБАНЧИКОВ

Конические барабанчики передают переменную скорость верхней каретке и часть переменной скорости через дифференциальный механизм катушкам.

После наматывания каждого слоя ремень на конических барабанчиках равномерно передвигается на одну и ту же величину с большего диаметра верхнего (ведущего) конического барабанчика на меньший, и соответственно с меньшего диаметра на больший нижнего (ведомого) конического барабанчика.

Профиль конических барабанчиков обеспечивает правильное наматывание ровницы на катушку.

Для вывода уравнения кривой профиля конических барабанчиков введем следующие обозначения (рис. 1.35): y , z - переменный радиус соответственно верхнего и нижнего конических барабанчиков; d_H - переменный диаметр намотки; $n_{в.б}$, $n_{н.б}$ - частота вращения соответственно верхнего и нижнего барабанчиков; k - постоянное число, равное сумме радиусов барабанчиков; d_0 - начальный диаметр намотки; x - величина перемещения ремня; p - коэффициент пропорциональности.

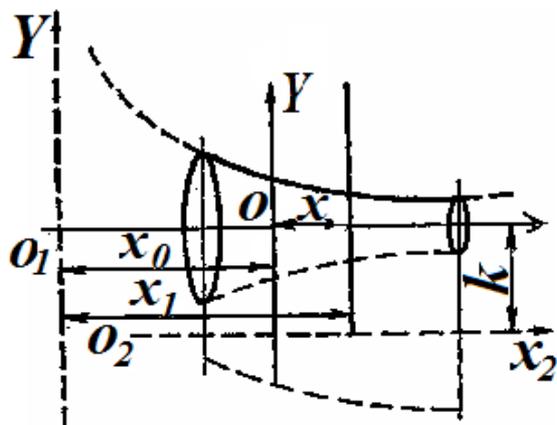


Рис. 1.35. Теоретическая кривая профиля конических барабанчиков ровничных машин

Сумма радиусов барабанчиков
 $k = y + z$.

Частота вращения нижнего барабанчика

$$n_{н.б.} = \frac{n_{в.б.} \cdot y}{k - y} \quad (1.34)$$

для наматывания и передаваемая через дифференциал коническими барабанчиками, изменяется обратно пропорционально диаметру катушки.

Дополнительная частота вращения катушки, предназначенная

Так же должна изменяться и частота вращения нижнего барабанчика, т.е.

$$n_{н.б.} = \frac{C_1}{d_n}, \quad (1.35)$$

где C_1 - постоянная величина, зависящая от передачи машины.

На основании вышеизложенного можно написать

$$n_{н.б.} = \frac{n_{в.б.} \cdot y}{k - y} = \frac{C_1}{d_n}$$

или

$$\frac{C_2}{d_n} = \frac{y}{k - y}, \quad (1.36)$$

где C_2 - новая постоянная величина.

Согласно условиям наматывания

$$d_n - d_0 = px,$$

или

$$d_n = d_0 + px. \quad (1.37)$$

Подставляя это выражение в уравнение (1.36), получим

$$\frac{y}{k - y} = \frac{C_2}{d_0 + px}$$

или

$$y(px + d_0 + C_2) = C_2 k. \quad (1.38)$$

Полученное уравнение отнесено к произвольно взятому началу координат O . Для упрощения вида кривой перенесем начало координат в точку O_1 на расстояние x_0 от точки O , тогда величина прежней абсциссы $x = x_1 - x_0$.

Подставляя в равенство (1.37) новое значение x , получим

$$y(px_1 - px_0 + d_0 + C_2) = C_2 k.$$

Разделив обе части равенства на p , имеем

$$y \left[x_1 - x_0 + \frac{d_0 + C_2}{p} \right] = \frac{C_2 k}{p}. \quad (1.39)$$

При переносе начала координат

$$x_0 = \frac{d_0 + C_2}{p}$$

и тогда равенство (1.39) примет вид

$$yx_1 = \frac{C_2 k}{p} = a^2, \quad (1.40)$$

что представляет собой уравнение равносторонней гиперболы, отнесенное к асимптотам.

Таким образом, образующая ведущего конического барабанчика является равносторонней гиперболой, а сам он — гиперболоидом вращения около оси OX . Ведомый барабанчик будет гиперболоидом вращения около оси O_2X_2 , проведенной на расстоянии k от оси OX .

Данный анализ дает только приближенную форму конических барабанчиков, так как при выводе уравнения (1.40) был сделан ряд упрощающих предположений.

1.10. МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ НАМАТЫВАНИЕМ РОВНИЦЫ

Механизм управления (замок) работает автоматически и имеет следующее назначение:

- по мере увеличения диаметра намотки перемещает ремень на конических барабанчиках, вследствие чего уменьшаются частота вращения катушки и скорость движения верхней каретки;
- изменяет направление движения каретки (каретка, а следовательно, и катушки то поднимаются, то опускаются);
- уменьшает величину подъема (размаха) каретки, что необходимо для образования конусов початка.

Упор 3 крепят болтами к поперечной планке 4, жестко скрепленной с верхней кареткой 1 (рис. 1.36). Через отверстие в упоре 3 проходит вертикальный винт-тяги 2, имеющий участки с разным направлением резьбы. Верхний участок винта имеет правую нарезку, нижний — левую. На оба участка винта навернуты гайки 5, посаженные в обоймы 6 и закрепленные винтами.

Выступающие из обоймы 6 концы гаек имеют шестигранный профиль под ключ для установки их в требуемое положение при ослабленных винтах.

В процессе работы механизма во время вращения винта 2 обоймы с гайками своими выступами удерживаются от проворачивания в вертикальном пазу 7 упора 3. Так как гайки установлены на участках, имеющих разные направления резьбы, то при проворачивании винта они могут лишь смещаться вдоль винта в противоположных направлениях.

Витебский государственный технологический университет

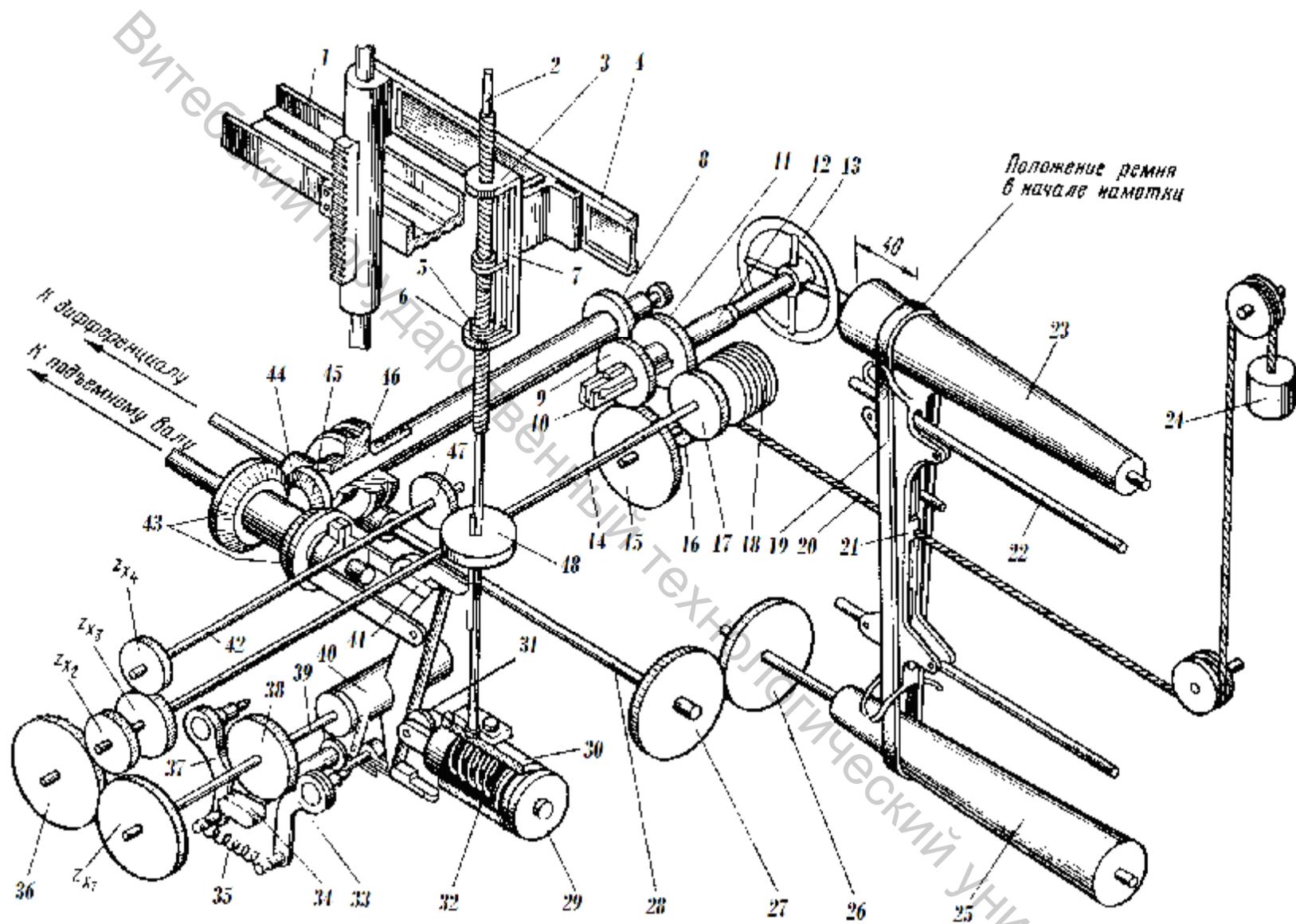


Рис. 1.36. Механизм управления наматыванием ровницы (замок)

Нижний конец вертикального винта 2 прикреплен к корпусу 30, внутри которого расположена пружина 32. Пружина 32 давит с одной стороны через плунжер на ролик 31, с другой стороны, в дно стакана 29. Вращая стакан 29, можно регулировать давление пружины 32 на ролик. Давление должно быть таким, чтобы обеспечивалось четкое переключение механизма.

На валу 39 свободно посажено коромысло 40, по которому перемещается подпружиненный ролик 31. Коромысло в одном из крайних положений фиксируется одной из собачек 33 или 37. Каждая собачка прижимается к коромыслу пружиной 35, установленной на оси собачки.

На верхнем плече коромысла 40 закреплены две тяги 41, соединенные с блоком конических тарельчатых шестерен 43. Блок шестерен 43 установлен так, что одна из шестерен блока находится в зацеплении с ведущей конической шестерней 45. При повороте коромысла из одного крайнего положения в другое тяги 41 переводят блок тарельчатых шестерен из одного крайнего положения в другое.

Ведущая коническая шестерня 45 получает движение от нижнего конического барабанчика 25 через редуктор с шестернями 26 и 27 и приемный вал 28. На этом валу закреплен червяк 44, находящийся в зацеплении с червячной шестерней 46, передающей движение ведущей шестерне 45. На вал 28 за пределами механизма управления установлена шестерня, от которой движение через дифференциальный механизм передается к катушкам.

На валу 39 посажен храповик 38 и шестерня Z_{X1} . Храповик удерживается от вращения собачкой 33 или 37.

Одна из собачек находится в зацеплении с храповиком, другая удерживается от зацепления молоточком 34, закрепленном на нижнем плече коромысла 40. Собачки во время работы механизма входят в зацепление с храповиком поочередно.

Ремень 19 закреплен на отводке 21, перемещающейся под действием троса 20 по горизонтальным направляющим 22 вдоль конических барабанчиков 23 и 25. К одному концу троса подвешен груз 24, другой конец троса закреплен на поверхности барабанчика 18. Барабанчик установлен на валу 14 механизма управления. На этом же валу установлены шестерни Z_{X3} и Z_{X2} . Шестерня Z_{X2} находится в зацеплении с промежуточной шестерней 36, которая в свою очередь сцеплена с шестерней Z_{X1} , закрепленной на одном валу с храповиком 38.

Винт-тяга 2 получает движение от сменной шестерни Z_{X4} , установленной на валу 42, через промежуточную шестерню 47 и шестерню 48, надетую на винт-тягу 2.

Далее рассмотрим функции механизма управления (рис. 1.36).

1. Изменение направления движения каретки. При движении верхней каретки вверх закрепленный на ней через поперечную планку 4 упор 3 также перемещается вверх. Пройдя некоторое расстояние, упор встречает на своем

пути одну из гаек 5. При дальнейшем движении каретки упор тянет за собой гайку, а вместе с ней и винт-тягу 2, на нижнем конце которого прикреплен корпус 30 с пружиной 32.

Пружина 32 постоянно через ролик 31 давит на коромысло 40. Ролик 31, двигаясь вверх вместе с винтом-тягой 2 по наклонной плоскости коромысла 40, сжимает перекидную пружину 32, увеличивая таким образом, давление на верхнее плечо коромысла. При дальнейшем движении вверх корпуса 30 коромысло начинает поворачиваться относительно своей оси 39 на определенный угол и через тягу 41 передвигает блок тарельчатых шестерен из одного крайнего положения в другое. Этот момент и есть момент переключения механизма. В результате этого вал, на котором установлен блок шестерен и который передает движение подъемному валу, начинает вращаться в другую сторону, и через систему передач каретка получает движение в противоположную сторону, т.е. вниз.

2. Перемещение ремня на конических барабанчиках. Одновременно с поворотом коромысла 40 относительно своей оси (см. рис. 1.36) молоточек 34, жестко закрепленный на нижнем плече коромысла, ударит по собачке 37, удерживаемой пружиной 35 и выведет ее из зацепления с храповиком 38. Вторая собачка 33 под действием пружины 35 зайдет в зацепление с храповиком. В тот момент, когда одна из собачек вышла из зацепления, а другая не успела войти под действием усилия, создаваемого грузом 24, храповик провернется на ползуба.

Проворачиваясь, храповик через шестерни Z_{X1} , 36, Z_{X2} и вал 14 передает движение барабанчику 18, в результате чего трос, сматываясь с барабанчика 18, передвигает отводку 21 ремня 19 вдоль конических барабанчиков.

Ремень смещается на меньший диаметр верхнего (ведущего) барабанчика и больший диаметр нижнего (ведомого) барабанчика. За счет перемещения ремня по коническим барабанчикам в момент переключения механизма управления происходит уменьшение скорости движения верхней каретки и частоты вращения катушек, так как эти органы получают движение от нижнего конического барабанчика.

3. Уменьшение величины размаха верхней каретки. При повороте вала 14 через шестерни Z_{X3} и Z_{X4} поворачивается и вал 42, который передает движение винту-тяге 2 через винтовые шестерни 47 и 48. При повороте винта-тяги 2 внутри гаек 5, удерживаемых стопорами в обоймах 6, гайки удаляются от середины винта в противоположных направлениях (расходятся). При этом уменьшается свободное расстояние между гайками и горизонтальными полками упора. Соответственно с этим уменьшается величина хода каретки относительно ее среднего положения, благодаря чему на катушке с ровницей образуются конуса в верхней и нижней частях намотки.

Это приводит к тому, что при следующем ходе верхней каретки в том же направлении упор 3 раньше нажмет на гайку, винт-тяга раньше начнет

смещаться и механизм управления переключится раньше, чем при предыдущем ходе верхней каретки.

Число зубьев сменных шестерен Z_{X1} и Z_{X2} выбирают на машине в зависимости от линейной плотности вырабатываемой ровницы, а шестерен Z_{X3} и Z_{X4} — в зависимости от угла конуса намотки.

После наработки полного съема механизм управления приводят в исходное положение, вращая маховик 13, предварительно ослабив натяжение ремня на конических барабанчиках. При этом вал 12 с маховиком 13 выдвигается на себя до тех пор, пока шпонка 10 не войдет в паз шестерни 9.

При вращении маховика 13 через шестерни 9, 15, 16, 17, вал 14 и шестерни Z_{X2} , 36, Z_{X1} храповик 38 поворачивается в обратном направлении, поэтому собачки 33 и 37 не препятствуют повороту храповика. Одновременно на барабан 18 наматывается трос 20, груз 24 поднимается, ремень передвигается справа налево в крайнее положение.

При повороте барабана 18 через шестерни Z_{X3} и Z_{X4} , шестерни 47 и 48 приводится во вращение винт-тяги 2, гайки 5 сближаются, за счет чего достигается максимальный размах каретки при наработке нового съема.

Для подъема и опускания верхней каретки вручную вывинчивают стопорный болт, ограничивающий выдвигание вала 12 с маховиком 13, а затем выдвигают их на себя до конца. При этом шпонка 10 переходит из паза шестерни 9 в паз шестерни 11. После чего при вращении маховика 13 через шестерни 11, 8, 45 блок тарельчатых шестерен 43 и другие каретку можно опускать или поднимать. Другие детали благодаря выходу шпонки 10 из паза шестерни 9 остаются неподвижными.

1.11. ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РОВНИЧНЫХ МАШИН

1.11.1. Кинематическая схема отечественных ровничных машин

На рисунке 1.37 приведена кинематическая схема ровничной машины *P-192-5*. На машине предусмотрены пять сменных элементов, предназначенных для изменения технологических параметров работы ровничной машины: $Z_{кр}$ – крутильная шестерня; Z_n – подъемная шестерня; Z_m – мотальная шестерня; $Z_{в1}$ и $Z_{в2}$ – вытяжные шестерни.

При изменении интенсивности кручения ровницы изменяют число зубьев крутильной шестерни $Z_{кр}$. Шестерня получает движение от электродвигателя через главный вал машины. При увеличении числа зубьев $Z_{кр}$ возрастает частота вращения всех цилиндров в вытяжном приборе I, II, III и IV (по ходу движения продукта) и увеличивается частота вращения коноидов. Таким образом, увеличивается скорость выпуска ровницы и скорость ее наматывания,

но частота вращения веретен остается постоянной. Это приводит к уменьшению крутки, сообщаемой ровнице.

Изменение частной вытяжки в зоне вытягивания между III и IV цилиндрами, а также общей вытяжки регулируется сменной вытяжной шестерней $Z_{в1}$. Шестерня получает движение от электродвигателя через главный вал, $Z_{кр}$,

$Z = 38, Z = 26, Z = 119, Z = 20, Z = 100$. При уменьшении числа зубьев $Z_{в1}$ уменьшается частота вращения I, II и III цилиндров, т.е. между этими цилиндрами вытяжка не меняется. Изменения происходят в зоне между цилиндрами III и IV: выпускной цилиндр IV вращается с прежней частотой вращения, а цилиндр III с меньшей, следовательно, частная вытяжка в этой зоне увеличивается, а также в зоне между I и IV цилиндрами: выпускной цилиндр не изменил своей скорости, а питающий уменьшил, следовательно, общая вытяжка увеличилась.

Сменная шестерня $Z_{в2}$ позволяет регулировать общую вытяжку на машине и частную вытяжку между I и II цилиндрами. Шестерня получает движение от шестерни $Z_{в1}$ через шестерни $Z_7, Z = 18$. При увеличении числа ее зубьев увеличится частота вращения питающего цилиндра I, остальные цилиндры не меняют своих скоростей. Следовательно, изменится общая вытяжка и частная вытяжка между цилиндрами I и II (в предварительной зоне вытягивания).

Скорость верхней каретки и шаг намотки ровницы на катушку изменят при смене подъемной сменной шестерни Z_n . Шестерня получает движение от электродвигателя через главный вал, $Z_{кр}, Z = 38$, конические барабанчики, Z_5, Z_6 , червячную передачу $Z = 3, Z = 30$ и тарельчатые шестерни. При увеличении числа зубьев подъемной шестерни верхняя каретка будет перемещаться быстрее, увеличивая шаг намотки ровницы. Правильность подбора числа зубьев Z_n проверяется путем наработки первого слоя ровницы на пустую катушку – витки должны располагаться вплотную друг к другу. При редком расположении витков Z_n следует уменьшить, а при нахлестывании – наоборот, увеличить.

Натяжение ровницы при наматывании на катушку регулируется сменной мотальной шестерней Z_m , которая получает движение от электродвигателя через главный вал, $Z_{кр}, Z = 38$, конические барабанчики, Z_5, Z_6 и $Z = 24$. При увеличении числа зубьев Z_m , на небольшую величину уменьшается передаточное отношение к дифференциалу через звездочки $Z = 24$, следовательно, уменьшается суммарная частота вращения, передаваемая к катушкам, тем самым регулируется натяжение. Наматывание ровницы должно осуществляться с небольшим провисанием ровницы между веретеном и выпускным цилиндром вытяжного прибора.

Особое внимание необходимо уделить передаче движения катушкам. От суммирующей звездочки дифференциального механизма Z_{10} движение передается цепной связью поочередно трем звездочкам $Z = 24$. Последняя звездочка находится на прутковом валу верхней каретки. На этом валу находится винтовая шестерня $Z = 31$ входящая в зацепление с $Z = 27$, приводящей в движение катушки.

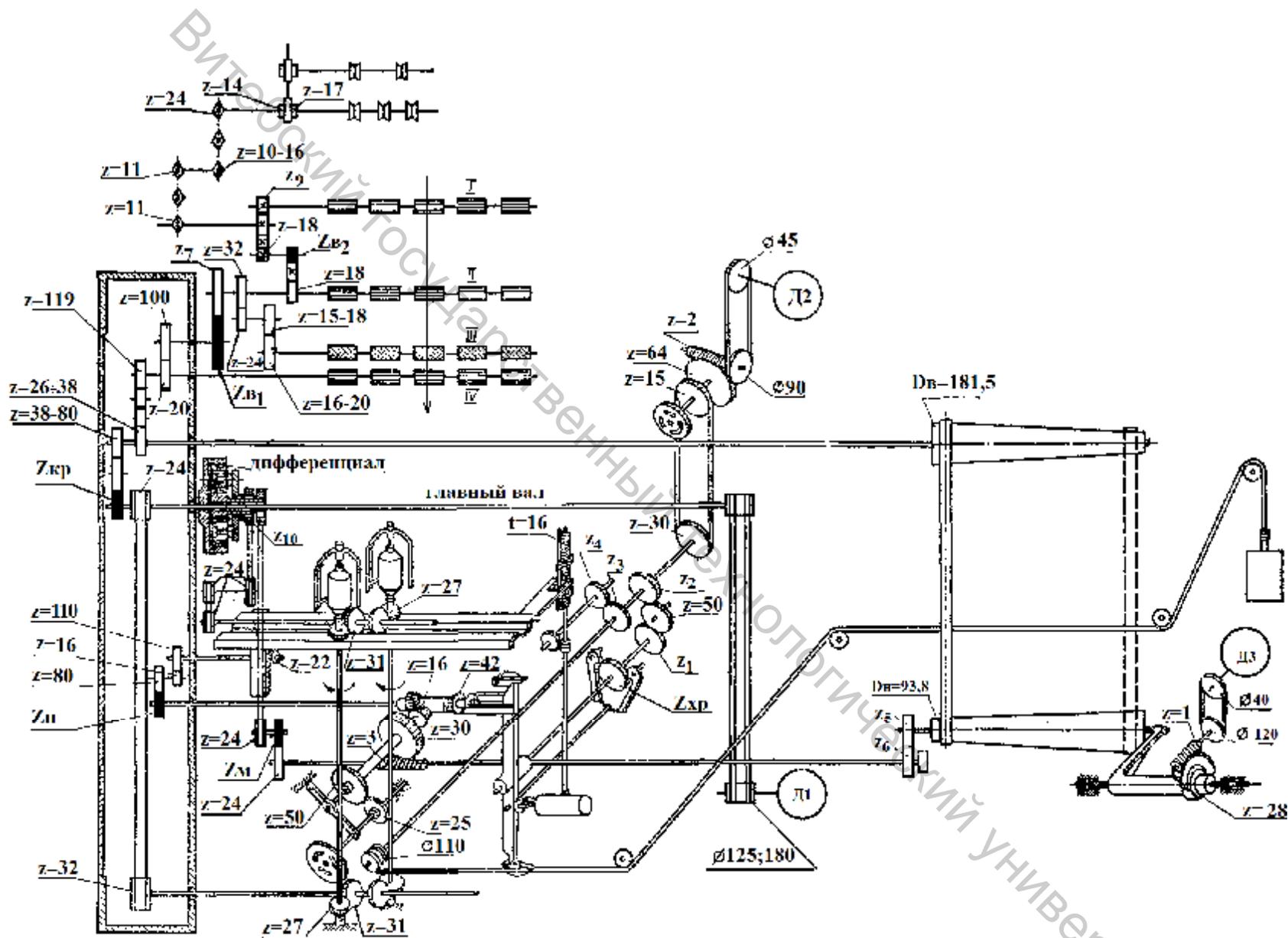


Рис.1.37. Кинематическая схема ровничной машины Р-192-5

1.11.2. Механизм уравнивания каретки

Для уменьшения нагрузки на механизм наматывания, ременную передачу между коническими барабанчиками и усилия, необходимого для возвратно-поступательного движения каретки, на ровничной машине используется механизм уравнивания верхней каретки.

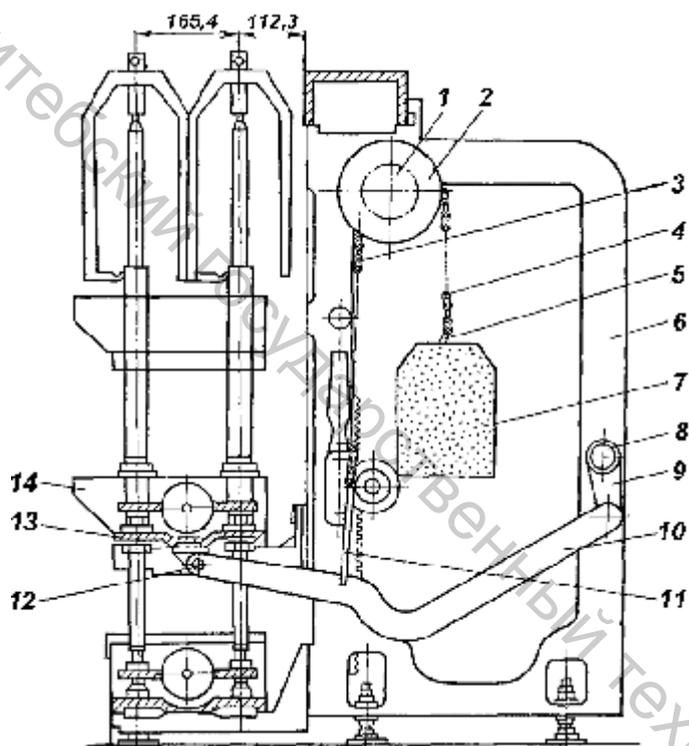


Рис. 1.38. Механизм уравнивания верхней каретки ровничной машины Р-260-5

Для облегчения движения верхней каретки применяется механизм

Уравнивают каретку грузами 7. Каждый груз подвешен на крючке 5 к одному концу цепи 4, второй конец ее прикреплен к направляющему блоку 2. Рычаг 10 подвешен с помощью тяги 11 к одному концу цепи 3, второй конец которой прикреплен к направляющему блоку 1. Ось двухручейного блока 1 и 2 прикреплена к промежуточным стойкам.

Уравнивание верхней каретки 14 достигается за счет того, что при опускании ее брус 13 давит на ролик 12. При этом рычаг 10 опускается, одновременно опускается тяга 11 и цепь 3, поворачивая блок 1. Цепь 4 наматывается на блок 2, груз 7 поднимается. При подъеме верхней каретки все детали механизма уравнивания поворачиваются в обратном направлении и груз 7 опускается.

уравнивания, состоящий из рычага 10 (рис. 1.38), подвешенного на тяге 9, одним концом шарнирно закрепленный на пальце 8, который укреплен на промежуточной станине 6. На втором конце рычага 10 установлен ролик 12, на который опирается верхняя каретка 14. Ролик 12 служит для уменьшения трения между рычагом и поверхностью бруса верхней каретки, так как при ее движении вверх и вниз изменяется расстояние от центра вращения рычага до центра каретки и ролик перекатывается в направляющих пазах бруса 13.

1.11.3. Кинематическая схема зарубежных ровничных машин

Механизм привода рабочих органов на ровничных машинах зарубежного производства отличается от отечественных машин. Рассмотрим принцип привода на примере ровничной машины фирмы *Zinser*. Ровничные машины построены на основе современной концепции 4-осевого привода (рис. 1.39). Отдельные электрические приводы для вытяжных приборов, веретен, катушек и катушечной каретки, которые централизованно координируются системой управления, заменили обычные элементы машины, такие как конические барабанчики, механизм управления наматыванием (замок) и дифференциальные механизмы. Смена партии производится с пульта управления ровничной машины. Архив позволяет хранить до 10 наборов параметров настройки. Экономия времени при переходе на другую партию, высокая безотказность в работе и надежность отдельных компонентов привода нашли свое отражение в высоком коэффициенте использования машины. Благодаря 4-осевому приводу были ликвидированы ненужные потребители энергии в механических редукторах, значительно снижен уровень шума.

Наматывание ровницы на катушку осуществляется под управлением компьютера с более высокой точностью, чем на машине с обычными приводами. Изменение конструкции механизма управления наматыванием не повлияло на вид условий наматывания. С увеличением диаметра наматывания частота вращения привода катушки снижается с каждым новым слоем ровницы. Движение катушечной каретки вверх и вниз также управляется с высокой точностью. При этом скорость катушечной каретки устанавливается в соответствии с линейной плотностью ровницы и уменьшается с увеличением диаметра наматывания, как и на отечественных машинах [22].

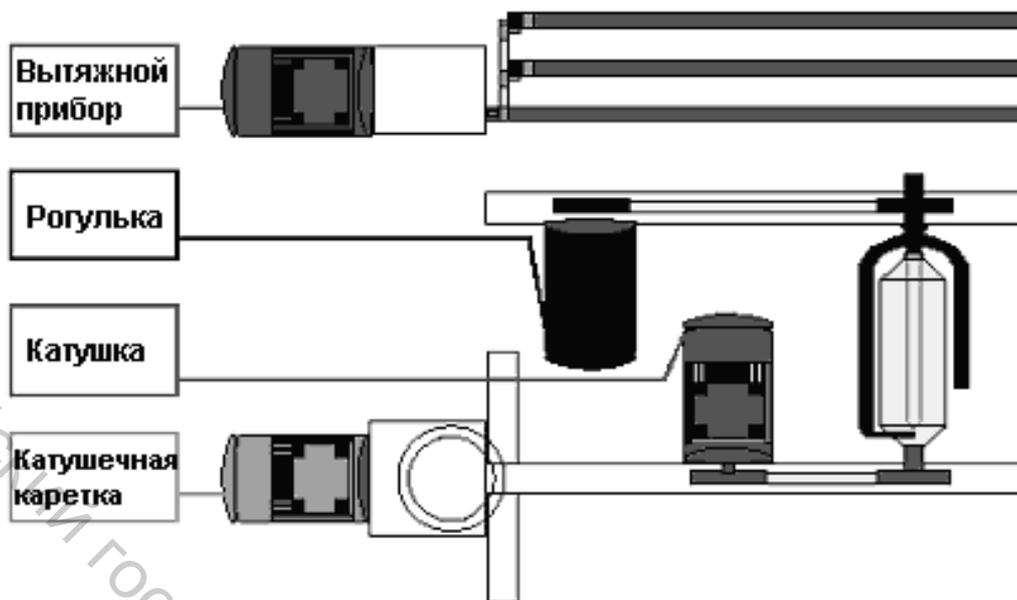


Рис. 1.39. Схема привода ровничных машин фирмы *Zinser*

Концепция привода имеет следующие преимущества:

- современную систему управления и привода для упрощения эксплуатации и повышения надежности в работе;
- простую, быструю смену партии благодаря использованию архива для хранения до 10 наборов параметров настройки; параметры настройки могут быть сохранены в виде файлов, а затем вызваны и перенесены на другие машины при выработке аналогичной продукции;
- резкое сокращение времени смены партии;
- настройки воспроизводятся с пульта управления вместо механических регулировок;
- оператор работает в экранном меню и в любой момент имеет возможность получить всю важную информацию;
- согласование технологических параметров осуществляется нажатием клавиш;
- снижается потребление энергии и уровень шума.

Кинематическая схема машины *F33* фирмы *Rieter* имеет эффективный привод из четырех двигателей (рис. 1.40): 1 – для передачи движения рогулькам, 2 – для передачи движения на вытяжной прибор, 3 – сообщаящий дополнительную переменную частоту вращения катушкам, 4 – для передачи движения верхней каретке. Особенностью кинематической схемы является использование дифференциального механизма 5 для сложения постоянной частоты вращения от двигателя 1 и переменной частоты вращения от двигателя 3 для изменения частоты вращения катушки с увеличением диаметра наматывания так же, как на отечественных ровничных машинах. Передача движения катушкам и рогулькам осуществляется с помощью зубчатых ремней (рис. 1.41), что позволяет повысить точность передачи и снизить уровень шума.

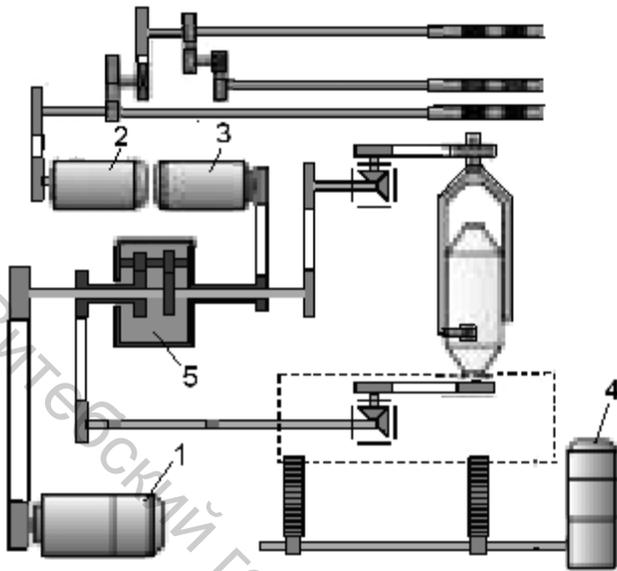


Рис. 1.40. Кинематическая схема ровничной машины F 33



Рис. 1.41. Передача движения катушкам и рогулькам на ровничной машине F 33

1.12. КОНТРОЛЬ УСЛОВИЙ НАМАТЫВАНИЯ

Основные уравнения наматывания устанавливают связь между диаметром намотки, частотами вращения катушек и веретен, скоростями переднего цилиндра и верхней каретки. Для выполнения основных уравнений наматывания необходимо соблюдать соотношения передаточных чисел на машине.

Примем следующие обозначения для передаточных чисел (рис. 1.42): i_1 - от верхнего конического барабанчика до переднего цилиндра; i_2 - от главного вала до верхнего конического барабанчика без учета числа зубьев крутильной шестерни $z_{кр}$; i_x - от верхнего до нижнего конического барабанчика; i_3 - от нижнего конического барабанчика до дифференциала D без учета числа зубьев мотальной шестерни z_M ; i_4 - от дифференциала к катушкам; i_5 - от главного вала к веретенам; i_6 - от нижнего конического барабанчика до подъемного вала без учета числа зубьев подъемной шестерни $z_{п}$.

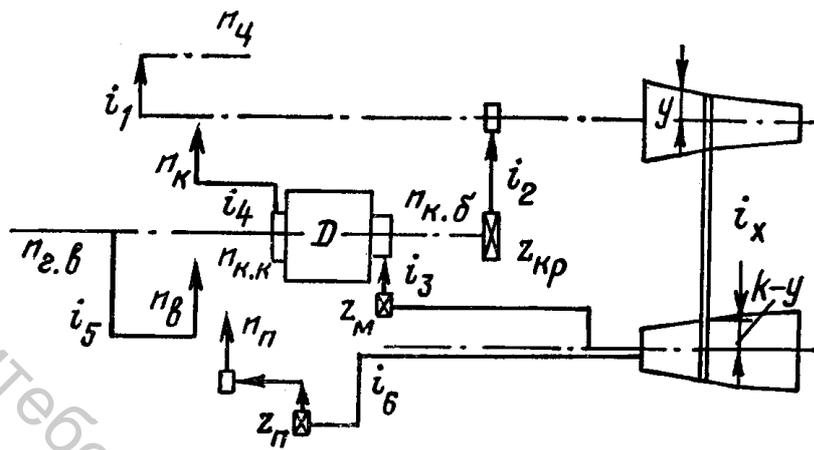


Рис. 1.42.
Принципиальная схема передачи движения на ровничной машине

Исключение воздействия крутильной шестерни на процесс наматывания.

В передаче к шестерне, передающей движение катушкам, две сменные шестерни — крутильная z_{KP} и мотальная z_M . Для обеспечения правильной намотки необходимо исключить воздействие крутильной шестерни. Это делается правильным подбором передач. Из первого условия наматывания (1.24) определим число оборотов катушек n_K за один оборот переднего цилиндра ($n_{Ц} = 1$):

$$n_K = n_B + d_{Ц} e_0 / d_H.$$

Согласно схеме рисунка 1.42

$$n_K = n_{KK} i_4. \quad (1.41)$$

За один оборот переднего цилиндра $n_{Г.В.} = \frac{i_1 \cdot i_2}{Z_{KP}}$, а число оборотов шестерни дифференциала, получающей движение от нижнего конического барабанчика,

$$n_{К.Б.} = \frac{i_1 \cdot i_X \cdot i_3}{Z_M}.$$

Подставляя последние два выражения в формулу (1.33), получим

$$n_{KK} = \frac{a \cdot i_1 \cdot i_2}{Z_{KP}} + \frac{(1-a) \cdot i_1 \cdot i_X \cdot i_3}{Z_M}. \quad (1.42)$$

Решая совместно (1.41) и (1.42), получим

$$n_K = n_{KK} i_4 = \left[\frac{a \cdot i_1 \cdot i_2}{Z_{KP}} + \frac{(1-a) \cdot i_1 \cdot i_X \cdot i_3}{Z_M} \right] i_4. \quad (1.43)$$

Далее определим число оборотов веретен за один оборот переднего цилиндра

$$n_B = \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot i_5}{Z_{KP}}. \quad (1.44)$$

Подставим значения n_K и n_B в уравнение (1.24), после преобразований получим

$$a i_1 \frac{i_2}{z_{KP}} i_4 + (1-a) i_1 i_X \frac{i_3}{z_M} i_4 - i_1 \frac{i_2}{z_{KP}} i_5 = \frac{d_{Ц}}{d_H} e_0. \quad (1.45)$$

Для исключения влияния крутильной шестерни при наматывании необходимо, чтобы первый и третий члены уравнения (1.45) были равны, т.е.

$$a i_1 i_4 i_2 / z_{KP} - i_1 i_5 i_2 / z_{KP} = 0.$$

Отсюда $a \cdot i_4 = i_5$, но $a = 1 - i$, где i - передаточное число дифференциала.

Тогда

$$1 - i = i_5 / i_4. \quad (1.46)$$

Уравнение (1.46) показывает условия, при которых исключается влияние крутильной шестерни при наматывании.

Влияние числа зубьев мотальной шестерни на процесс наматывания. Учитывая, что первый и третий члены уравнения (1.45) равны, имеем

$$(1-a) i_1 i_X \frac{i_3}{z_M} i_4 = \frac{d_{Ц}}{d_H} e_0.$$

Тогда

$$z_M = \frac{d_{Ц}}{d_H e_0} (1-a) i_1 i_X i_3 i_4 \quad (1.47)$$

В начале наработки съема

$$d_H = d_0 \quad \text{и} \quad y = y_0,$$

где d_0 - диаметр пустой катушки; y_0 - радиус верхнего конического барабанчика в начале наматывания.

Поэтому

$$i_x = \frac{y_0}{k - y_0} h, \quad (1.48)$$

где k - сумма радиусов верхнего и нижнего конических барабанчиков; h - коэффициент трения ремня.

Подставляя формулу (1.48) в формулу (1.47), получим

$$z_M = \frac{d_0}{d_{ц} e_0} (1 - a) \frac{y_0}{k - y_0} h \cdot i_1 \cdot i_3 \cdot i_4. \quad (1.49)$$

Обозначая

$$\frac{(1 - a)}{d_{ц}} \frac{y_0}{k - y_0} i_1 i_3 i_4 = const, \quad (1.50)$$

получим

$$z_M = \frac{const \cdot d_0 \cdot h}{e_0}. \quad (1.51)$$

Из уравнения (1.51) следует, что число зубьев мотальной шестерни зависит от вытяжки между передним цилиндром и веретеном ($e_0 = 1,01 \dots 1,03$), диаметра пустых катушек, величины скольжения ремня на конических барабанчиках. Скольжение ремня должно быть минимальным. При большом скольжении ремня мотальную шестерню z_M менять нельзя, необходимо наладить работу механизмов ровничной машины.

О правильности выбора z_M судят по натяжению ровницы в начале съема, при наработке первого слоя. Мотальную шестерню z_M меняют при изменении диаметра пустых катушек d_0 .

Влияние числа зубьев подъемной шестерни на процесс наматывания. Число зубьев подъемной шестерни определяется скоростью каретки, при движении которой раскладываются витки вдоль катушки. Число витков ровницы на 1 см высоты катушки

$$S_y = \frac{S \cdot 10}{H}, \quad (1.52)$$

где S - число витков за один оборот переднего (выпускного) цилиндра; H - подъем верхней каретки за один оборот переднего цилиндра.

$$S = \frac{p \cdot d_{ц} \cdot e_0}{p \cdot d_H} \quad \text{или} \quad S = \frac{d_{ц} \cdot e_0}{d_H} \quad (1.53)$$

Из уравнения (1.45) при равенстве первого и третьего его членов найдем

$$\frac{d_{ц} \cdot e_0}{d_H} = \frac{(1-a) \cdot i_1 \cdot i_X \cdot i_4 \cdot i_3}{Z_M} \quad (1.54)$$

Из кинематической схемы машины (см. рисунок 1.37) следует:

$$H = i_1 i_X i_6 z_{II} t_P, \quad (1.55)$$

где t_P - шаг рейки (7,85 мм).

Решая совместно уравнения (1.52), (1.54) и (1.55), получим

$$S_y = \frac{10(1-a) i_1 i_X i_3 i_4}{i_1 i_X i_6 z_{II} t_P Z_M} \quad (1.56)$$

Отсюда число зубьев подъемной шестерни

$$z_{II} = \frac{10 \cdot (1-a) \cdot i_3 \cdot i_4}{i_6 \cdot t_P \cdot Z_M \cdot S_y} \quad (1.57)$$

Обозначая $\frac{10(1-a) i_3 i_4}{(i_6 \cdot t_P \cdot Z_M)} = const$, получим

$$z_{II} = \frac{const}{S_y} \quad (1.58)$$

Подставляя формулу (1.19) в формулу (1.58), получим

$$z_{II} = \frac{const \cdot \sqrt{T_P}}{31,62 \cdot B_y} \quad (1.59)$$

Формула (1.59) неточна, так как при ее выводе предполагали неизменность свойств ровницы, которые в действительности меняются в зависимости от многих факторов. Поэтому после установки подъемной шестерни z_{II} проверяют, правильно ли ложатся нитки на катушке (между витками не должно быть просвета). Если витки ложатся с просветом, то число зубьев подъемной шестерни велико, и наоборот.

1.13. ОБРЫВНОСТЬ, СКРЫТЫЕ ВЫТЯЖКИ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

В борьбе с неровнотой пряжи видное место занимают мероприятия по устранению условий возникновения в полуфабрикатах прядильного производства так называемых скрытых вытяжек. Незакономерные бесконтрольные смещения отдельных участков полуфабрикатов могут быть на всех переходах прядильного производства.

Наиболее вероятны они у продуктов малой толщины и небольшой прочности, у которых отдельные волокна связаны между собой силами цепкости или незначительной круткой [6].

На ровничных машинах сравнительно тонкий продукт, укрепленный незначительной круткой, в процессе формирования ровницы, прохождения ее через рогульку и наматывания на катушку претерпевает переменное и значительное по величине натяжение. Даже при хорошей наладке машины полностью устранить скрытые вытяжки на ровничных машинах не удается. Тем более скрытые вытяжки становятся ощутимыми, когда возникают разладки в механизме намотки, нарушающие правильное соотношение между длиной мычки, выпускаемой вытяжным прибором, и длиной ровницы, наматываемой на катушку.

В силу конструктивных особенностей, а вернее недостатков ровничной машины, а также в процессе обслуживания машины создаются условия, вызывающие скрытые вытяжки и неровноту ровницы.

Например, каждый пуск машины, связанный с ликвидацией обрывов ровницы и снятием съёмов, приводит к утонению всех мычек, расположенных на выходе из вытяжного прибора, на 8-10 %. Эти утоненные места в ровнице, пройдя вытяжной прибор последующей ровничной и прядильной машины и получив удлинение, кратное вытяжке, оказываются наиболее подверженными обрывам на прядильной машине.

Скрытая вытяжка, неровнота ровницы по толщине, прочности и другим показателям и обрывность на ровничных машинах вызывают обрывы на прядильной машине и снижают качество пряжи.

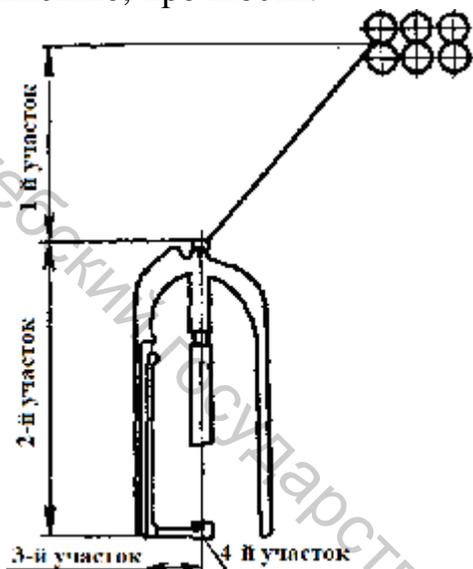
Следовательно, устранение этих недостатков в ровнице является существенным фактором снижения обрывности, улучшения качества пряжи и всех технико-экономических показателей работы прядильного производства.

Характеристика отдельных участков ровницы в зоне ее формирования. Разделим всю длину ровницы от переднего цилиндра до катушки на четыре участка (рис. 1.43): первый участок — между вытяжным прибором и головкой

рогульки; второй — в полой ветви рогульки; третий — ровница, расположенная в виде витков на нитеводителе стержня лапки, и четвертый — ровница между местом выхода из глазка лапки и катушкой. Эти отдельные участки ровницы

отличаются между собой по длине, форме, которую они приобретают в зависимости от профиля огибаемых ими поверхностей, числу кручений, натяжению, прочности.

Рис. 1.43. Схема движения ровницы от вытяжного прибора до лапки рогульки



О длине отдельных участков можно судить по данным, помещенным в таблице 1.11.

Таблица 1.11.

Длина участков ровницы по ходу ее движения

Тип ровничной машины	Раствор рогульки, мм	Подъем каретки, мм	Длина ровницы, мм					на лапчке при ее обвивании		Между местом схода ровницы с лапки и катушкой
			между цилиндром и рогулькой		В полой ветви рогульки	в два витка	в три витка			
			Передний ряд веретен	Задний ряд веретен						
Толстая....	157	305	380	2320	390	90	102	18		
Тазово-перегонная РТП-192	127	254	285	145	310	72	82	15		
Тазово-тонкая РТТ-168	102	203	280	180	250	58	68	12		

Запас прочности ровницы по участкам. Чтобы определить наиболее опасное место в продукте от вытяжного прибора до катушки, необходимо установить запас прочности $K_{з.п.}$ ровницы по отдельным участкам.

$$K_{з.п.} = \frac{P}{C}, \quad (1.60)$$

где P - прочность рассматриваемого участка; C - натяжение, испытываемое продуктом.

Для определений C необходимо знать фактическое число кручений, которое создаётся на отдельных участках продукта.

Рассчитывались показатели запаса прочности ровницы на указанных участках (рис. 1.43) при переработке ровницы линейной плотности 357 текс.

Запас прочности на 1-м участке $K_{з.п.1} = 2,23$. Несмотря на то, что запас прочности имеет достаточную величину, но обрывы на этом участке, а следовательно, и скрытая вытяжка имеют место. Обрывы на этом участке обычно составляют 8-10 % от общего числа обрывов ровницы на машине. Объясняется это в первую очередь тем, что ровница имеет большую неровноту по прочности, которая составляет 40-60 %. Вторая причина обрывов заключается в наличии дефектов в наладке механизма намотки. Между катушкой и передним цилиндром возникает вытяжка, вызывающая относительные, незакономерные смещения волокон и обрывы. Учитывая, что число обрывов на рассматриваемом участке довольно значительно, предусматриваются меры по его упрочнению за счет ложной крутки. Различные приспособления для ложной крутки рассмотрены ранее.

Запас прочности на 2-м участке $K_{з.п.2} = 1,47$. Незначительный запас прочности продукта, находящегося в полой ветви, свидетельствует о том, что здесь наиболее вероятно возникновение скрытых вытяжек. Положение усугубляется тем, что при средней прочности в значительном количестве случаев испытываемые участки ровницы имеют прочность меньше, чем возникающее в ней натяжение и, следовательно, совсем не обладают запасом прочности.

Запас прочности ровницы, расположенной на стержне лапки 3-й участок, достаточно велик. Ровница обвивает стержень в 1-2-3 витка, в связи с чем ее разрывное сопротивление значительно возрастает. Сущность этого явления состоит в том, что под действием реакции огибаемой поверхности ровница уплотняется, увеличивается нормальное давление между волокнами. При этом средняя кривизна волокон возрастает, что также сказывается на разрывном сопротивлении ровницы. Чем меньше радиус кривизны огибаемой поверхности, тем больше возрастает разрывное сопротивление. По данным исследований запас прочности на стержне лапки $K_{з.п.3}$ достаточно большой и появление скрытой вытяжки и обрывов продукта маловероятно. Практически обрывы на лапке, по данным проф. А.Н. Ванчикова, составляют 0,3 %, что можно объяснить неровнотой продукта и наличием слабых мест.

На участке между лапкой и катушкой (четвертый участок) происходит наибольшее количество обрывов и оно обычно составляет 60 % и более от общего числа обрывов на машине. Эти данные не согласуются с теми условиями, в которых находится ровница четвертого участка, так как запас

прочности у нее очень большой. Запас прочности составляет $K_{з.п.4} = 12$. Обрывов ровницы на участке между катушкой и лапкой не должно быть. На практике подавляющее большинство обрывов фиксируется именно в этом месте. Проходя через полую ветвь, отдельные места ровницы растаскиваются, утоняются или надрываются. Попадая затем на участок лапка-катушка, где натяжение продукта наибольшее, эти ослабленные места обрываются, и обрывы фиксируются как обрывы у лапочки. Итак, наиболее опасным для ровницы местом на участке от вытяжного прибора до катушки является полая ветвь рогульки, где ровница имеет наименьший запас прочности. Именно здесь происходит незакономерное или скрытое вытягивание продукта, которое приводит к неровноте ровницы и пряжи и является одной из причин обрывности на ровничных и прядильных машинах. Таким образом, чтобы улучшить качество ровницы и пряжи, снизить обрывность на ровничных и прядильных машинах, необходимо повысить прочность участка ровницы, расположенного в полую ветви.

1.13.1. Мероприятия по снижению обрывности

При высокой обрывности на ровничных машинах уменьшается производительность машин и образуется значительное количество рвани ровницы. Из-за больших потерь времени на присучивание снижается производительность труда, так как для ликвидации каждого обрыва приходится останавливать машину.

Кроме того, большая обрывность ровницы связана с образованием пороков ровницы, которые влияют на обрывность продукта на следующих машинах. При высокой обрывности ровница растрепывается, а выделяющийся при этом пух оседает на рабочих органах машины и загрязняет их. Ровничница затрачивает много времени на ликвидацию обрывов и обирание пуха и не может обслужить большое число веретен.

Все обрывы ровницы можно разделить на две группы — обрывы по технологическим и обрывы по другим причинам.

К первой группе относятся обрывы у тазов или в рамке, в вытяжном приборе, у веретен, при захлестывании; ко второй группе — обрывы при пуске машины, сходе ленты или ровницы и случайные.

Наибольшее число обрывов (75 %) возникает по технологическим причинам, в том числе 60 % обрывов у веретена из-за чрезмерного натяжения ровницы между передним цилиндром и катушкой. Значительное число обрывов наблюдается при неосторожном пуске машины (около 20 %).

Для предупреждения обрывности необходимо наладить все звенья мотального механизма, в который входят конические барабанчики, дифференциальный прибор, механизм движения верхней каретки и механизм управления.

Конические барабанчики должны быть расположены строго горизонтально и параллельно друг другу, натяжение ремня равномерное и одинаковое во время наработки сьема.

Важным условием наматывания ровницы является и подбор сменных замковых шестерен. При правильной наладке мотального механизма обрывность ровницы резко снижается.

Необходимо следить за тем, чтобы диаметры пустых катушек были одинаковыми. Все катушки на фабрике периодически проверяют по шаблонам, допустимая разница в диаметре $\pm 0,25$ мм.

Обрывность ровницы может увеличиваться при неправильной проводке ровницы через рогульку, тогда натяжение ее возрастает, при этом могут образовываться переслежины или ровница обрывается.

Обрывность наблюдается и при плохом состоянии машины.

На величину обрывности ровницы влияет также разводка между цилиндрами вытяжного прибора. Состояние эластичных покрытий валиков также влияет на обрывность ровницы. При неисправности цилиндров (сработаны рифли, цилиндры бьют или забиты) также увеличивается неровнота и обрывность ровницы. При своевременной чистке вытяжного прибора, удалении скоплений волокон с поверхности цилиндров и валиков обрывность уменьшается.

Важное значение для спокойной (без обрывов) работы ровничной машины имеют хорошая балансировка рогулек, уменьшение вибрации веретен.

Обрывность на ровничных машинах не должна превышать 4 обрывов на 100 вер./ч.

1.14. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

1.14.1. Определение линейной плотности ровницы

Контроль линейной плотности ровницы осуществляется при следующей периодичности:

- невыпускная ровница – при переходе на новую сортировку или изменении плана прядения;
- выпускная ровница – ежедневно.

С каждой ровничной машины с любых веретен берут по две катушки: одну с переднего ряда веретен, другую с заднего ряда с наработкой не менее $\frac{1}{4}$ сьема. Если ровница вырабатывается только на одной машине, то с нее отбирают четыре катушки — по две с каждого ряда веретен. Если ровничных машин, запрошенных ровницей одной линейной плотности, более 10, допускается отбирать катушки ровницы через машину. Число испытаний ровницы с одной катушки и общее число испытаний устанавливают в зависимости от общего

числа ровничных машин, на которых вырабатывают ровницу одной линейной плотности и из одной сортировки.

1.14.2. Определение неровноты ровницы по массе длинных отрезков

При установившемся технологическом процессе и высоком качестве конечного продукта (пряжи) периодической проверке неровноты по линейной плотности подвергают выпускную ровницу с периодичностью 1 раз в неделю. Неровноту невыпускной ровницы проверяют при переходе на новую сортировку и изменении плана прядения, а выпускную ровницу - 1 раз в неделю по каждой сортировке и линейной плотности ровницы.

Неровноту полуфабрикатов определяют по массе отрезков одинаковой длины; она характеризуется коэффициентом вариации. Для определения неровноты ровницы берут 100 отрезков длиной 10 м каждый. Для нарезания отрезков ровницы одинаковой длины используют автоматические мотовила. С ровничных машин отбирают по четыре катушки (две с переднего и две с заднего ряда веретен); с каждой катушки берут по 25 отрезков. Нормы неровноты ровницы приведены в таблице 1.12.

Таблица 1.12.

Нормы коэффициента вариации полуфабрикатов

Полуфабрикат	Длина отрезка, м	Коэффициент вариации % (не более), для полуфабрикатов сорта		
		I	II	III
Ровница с тазово-перегонных машин	10	1,9	2,5	3
Ровница с тазово-тонких машин	10	2	2,5	3,1

Неровноту полуфабриката по массе единицы длины ровницы определяют на приборе *Uster Tester*. Нормы коэффициента вариации ровницы и пряжи при использовании прибора приведены в таблице 1.13.

Таблица 1.13.

Нормы коэффициента вариации полуфабрикатов по Устеру

Продукт	Коэффициент вариации, % (не более), при оценке продукта	
	средневолокнистый хлопок	
	ровный	средний по ровноте
1	2	3
Толстая ровница 401-1000 текс	7	10
Перегонная ровница 200-400 текс	7,5	11

1	2	3
Пряжа линейной плотности, текс: 125 60 42 28 25 18,5	12,5 14,5 16 18 19 20	15 17,5 19 21 22 24,5
	ТОНКОВОЛОКНИСТЫЙ ХЛОПОК	
Ровница линейной плотности, текс: 1000 500 340 200	2,7 3,4 3,7 4,4	4,4 5,1 5,6 6,2
Пряжа линейной плотности, текс: 50 25 16,5 14 11,5 10 7,5	6,6 9,9 12,1 12,9 14,4 15,6 18,1	8,6 12,1 14,9 15,9 17,6 19 22,1

1.14.3. Определение натяжения ровницы и уровня обрывности

Натяжение ровницы и соответственно уровень обрывности на каждой ровничной машине проверяют в начале и в конце наработки съема не реже 1 раза в месяц, а также после ремонта или при перезаправке машины. При слабом натяжении ровницы наблюдаются обрывы в вершине рогульки, при сильном натяжении - у лапки. О натяжении ровницы судят, слегка приподнимая ровницу пальцем руки на пути от выпускного цилиндра к рогулке.

1.14.4. Пороки ровницы

Пороки ровницы можно объединить в четыре группы: несоответствие линейной плотности заданной, повышенная неровнота, неправильная крутка ровницы и неправильная намотка ровницы на катушку.

Несоответствие линейной плотности заданной вызывается или несоответствием линейной плотности ленты, поступающей на машину, или неправильным определением числа зубьев вытяжной шестерни.

Повышенная неровнота ровницы наблюдается при плохой наладке и плохом состоянии вытяжного прибора (неверной разводке, плохом состоянии эластичных покрытий валиков, биении цилиндров и валиков, неправильной установке частных вытяжек, недостаточной нагрузке, поломке шестерен в вытяжном приборе и питающем механизме); повышенной скрытой вытяжке между передним (выпускным) цилиндром и катушками из-за неправильного подбора числа зубьев мотальной, подъемной шестерен и сменных шестерен механизма управления и загрязнения рогулек; неправильном присучивании — крутом, грязном, присучивании на большой длине (образование местной неровноты ровницы); повышенной неровноте поступающей ленты.

Неправильная крутка ровницы является следствием неправильного подбора числа зубьев крутильной шестерни. Переработка ровницы с неправильной круткой затруднительна, а часто невозможна.

Слабая намотка возникает при неверном подборе числа зубьев мотальной шестерни, храповика или подъемной шестерни, неправильной заправке ровницы, ослаблении ремня на конических барабанчиках; на отдельных катушках — при их отставании из-за повторных обрывов.

Наиболее часто встречающиеся виды брака ровницы по намотке показаны на рис. 1.44. На рис. 1.44,*а* показана катушка нормальной формы [7].

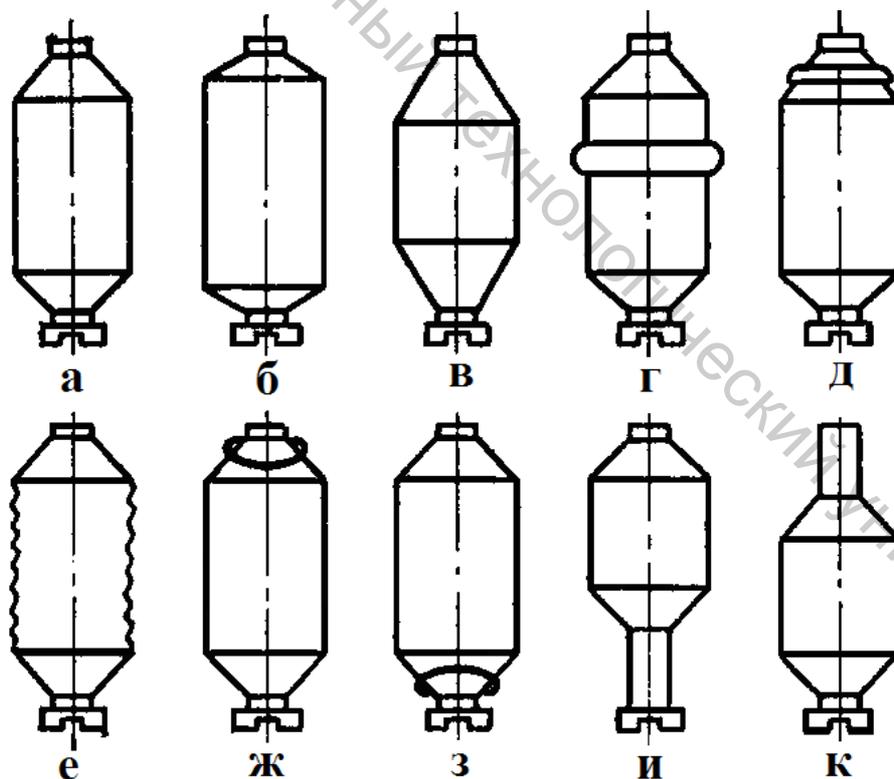


Рис. 1.44. Виды пороков намотки ровницы

Катушка с тупыми конусами (см. рис. 1.44,б) получается при малом передаточном отношении сменных шестерен механизма управления в передаче к вертикальному винту, в результате чего при переключении механизма винт поворачивается на меньший, чем требуется, угол, а гайки, накрученные на винт, смещаются на меньшую величину.

Катушка с острыми конусами (см. рис. 1.44,в) образуется при слишком большом передаточном отношении тех же сменных шестерен механизма управления. Для устранения дефекта необходимо заменить сменные шестерни в механизме управления.

Бугры на катушке (см. рис. 1.44,г,д) появляются при останове или задержке верхней каретки. Каретка может остановиться при нечетком переключении механизма управления, когда его коромысло, выйдя из зацепления с одной удерживающей собачкой, не попало в зацепление с другой собачкой. В этом случае конические шестерни, переключаемые коромыслом, могут оказаться одновременно выведенными из зацепления с ведущей шестерней и верхняя каретка остановится. Это может произойти в результате поломки или ослабления основной пружины механизма управления, а также в результате поломки, ослабления или соскакивания пружины одной из удерживающих собачек, особенно нижней. Это может произойти также при износе собачек или наконечников коромысла или при ослаблении их крепления к коромыслу. Каретка может также остановиться при поломке зубьев шестерен в передаче к подъемному валу или при ослаблении крепления их на валах. Бугры на конической части катушки могут появляться при нарушении крепления вертикального винта к корпусу пружины. На катушках участка машины бугры могут быть из-за задержек верхней каретки в результате попадания катушки или другого постороннего предмета между кареткой или ползушкой и рамой машины, при торможении каретки вследствие сильного трения между веретенами и втулками, а также в результате перекоса каретки или ее направляющих.

Чтобы устранить дефект, необходимо тщательно осмотреть механизм управления и заменить поломанные или изношенные части. Далее следует проверить легкость перемещения веретен во втулках и, если обнаружены заедающие веретена, прочистить втулки и устранить другие причины заедания. Если обнаружен перекося каретки, то его необходимо устранить, обязательно проверив брус каретки на горизонтальность.

Рябые катушки (см. рис. 1.44,е) наработываются тогда, когда верхняя каретка движется рывками. Причиной этого может быть заедание ползунов каретки в направляющих и недостатки в передаче к подъемному валу (поломка зубьев шестерен, ослабление их крепления на валах и т.д.). Кроме этого, дефект появляется при слишком большом числе зубьев подъемной шестерни, в результате чего витки ровницы укладываются с большими промежутками.

Спущенный верхний конус катушки (см. рис. 1.44,ж) по всей машине получается при останове машины в момент переключения механизма управления, когда верхняя каретка находится в нижнем положении. То же происходит при нечеткой работе механизма управления, ослабленном креплении подъемной шестерни или других шестерен в передаче к подъемному валу и при наличии значительного люфта в зацеплении этих шестерен. На отдельных веретенах спущенный верхний конус появляется при подпрыгивании веретена вследствие неправильного сцепления веретенной и прутковой шестерен или их износа. Иногда спущенный конус получается при чрезмерном натяжении ровницы при наматывании. В этом случае наружные слои ровницы сильно сдавливают внутренние слои, что приводит к выдавливанию отдельных витков на коническую поверхность намотки.

Спущенный нижний конус катушки (см. рис. 1.44,з) по всей машине появляется при останове машины в момент переключения механизма управления при верхнем положении верхней каретки, а также при наличии люфтов в передаче к подъемному валу. Спущенный нижний конус на отдельных веретенах появляется при подпрыгивании катушек вследствие неправильного сцепления катушечной и прутковой шестерен верхней каретки или их износа, а также при износе нижней части катушки, в результате чего катушка плохо удерживается на катушечной шестерне. Этот дефект появляется также при использовании рогулек с изогнутыми внутрь ветвями. В конце наработки съема ветви рогульки начинают задевать за намотку и двигают отдельные витки ровницы на конус. Чтобы предупредить образование спущенных конусов на катушках, никогда не следует останавливать машину в момент переключения механизма управления. Чтобы устранить дефект на отдельных веретенах, необходимо установить нормальное зацепление между прутковыми и катушечными, прутковыми и веретенными шестернями, а изношенные шестерни заменить.

Высоко заработанные катушки (см. рис. 1.44,и) по всей машине появляются при слишком высоком положении верхней гайки вертикального винта механизма управления. На машинах первой модификации этот дефект наблюдается при слишком глубоко ввернутом правом упорном болте 37 (см. рис. 1.36) верхней качалки. В обоих случаях происходит преждевременное переключение механизма управления при нижнем положении верхней каретки. На отдельных веретенах дефект появляется вследствие неправильной посадки катушек на катушечные шестерни.

Низко заработанные катушки (см. рис. 1.44,к) по всей машине наработываются при слишком низком положении нижней гайки вертикального винта механизма управления, на машинах первой модификации - при слишком глубоко ввернутом левом упорном болте верхней качалки. В обоих случаях происходит преждевременное переключение механизма управления при верхнем положении верхней каретки. На отдельных веретенах дефект

появляется, как и в предыдущем случае, при неправильной посадке катушек на катушечные шестерни. Чтобы предупредить как низкую, так и высокую заработку катушек, необходимо установить гайки вертикального винта или упорные болты верхней качалки механизма управления на соответствующей высоте. На отдельных веретенах дефект устраняется правильной посадкой катушек и рогулек по высоте веретен.

1.14.5. Отходы на ровничном переходе

Отходы на ровничной машине бывают в виде рвани ленты и ровницы, пуха и подмети.

Рвань ленты и ровницы образуется в основном при сматывании ленты или ровницы последних слоев с катушки, а также при ликвидации обрывов на ровничной машине. Эти отходы представляют собой полноценное волокно, которое после разрыхления направляется в свою сортировку для повторной переработки.

Пух с чистителей и пух, собранный при обмахивании машины — это короткое волокно.

Подметь собирают при подметании пола. Не допускается попадание в подметь полноценного волокна, клочков ленты и ровницы.

1.15. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РОВНИЧНЫХ МАШИН

Наиболее прогрессивные конструктивные разработки в устройстве ровничных машин принадлежат ведущим зарубежным фирмам: *Marzoli* (Италия), *Grossenheiner Textilmaschinenbau u Zinser* (Германия), *Howa u Toyoda* (Япония) и *Rieter* (Швейцария) и др.

Анализ выпускаемого зарубежными фирмами ровничного оборудования показывает, что ровничные машины с подвесными рогулками вытеснили все другие варианты исполнения. И это вполне объяснимо, так как лишь при такой конструкции можно создать достаточно простые и надежные автосъемники наработанных паковок. Наибольшее распространение получают машины, наработывающие паковки высотой 400 мм и выше при ограничении диаметра намотки 150 мм, что позволяет повысить частоту вращения рогулек даже без регулирования ее с ростом диаметра наматывания.

Все машины оснащены устройствами останова при обрыве ровницы и ленты, системами пневмоочистки вытяжного прибора (некоторые и кареток), подножками для удобства обслуживания вытяжного прибора, блоками контроля параметров, устройствами для автоприсучки ровницы в начале наработки сьема. Ряд фирм оснастили машины датчиками контроля уровня натяжения

ровницы в процессе наработки съема. Все шире на ровничных машинах используется многодвигательный привод с компьютерным управлением, что позволяет исключить из кинематики машин коноидные вариаторы, дифференциал, исключить часть передач.

На ровничных машинах созданы два типа автосъемников наработанных паковок: *встроенные и передвижные*. При наблюдении за их работой наибольшую надежность и меньшее время простоя машины при съеме наработанных и установке пустых катушек обеспечивают встроенные автосъемники [1].

Большинство фирм стали устанавливать на ровничных машинах ремешковые вытяжные приборы, производителями которых являются фирмы *SKF* и *Sussen* (Германия).

Новым шагом в развитии конструкции ровничных машин стало применение пневмоочистки вытяжного прибора, благодаря чему высвобождается примерно 10 % рабочего времени ровничницы.

Используется высокая питающая рамка, оснащенная приводными лентонаправляющими валиками и обеспечивающая свободный доступ к тазам диаметром до 600 мм [9].

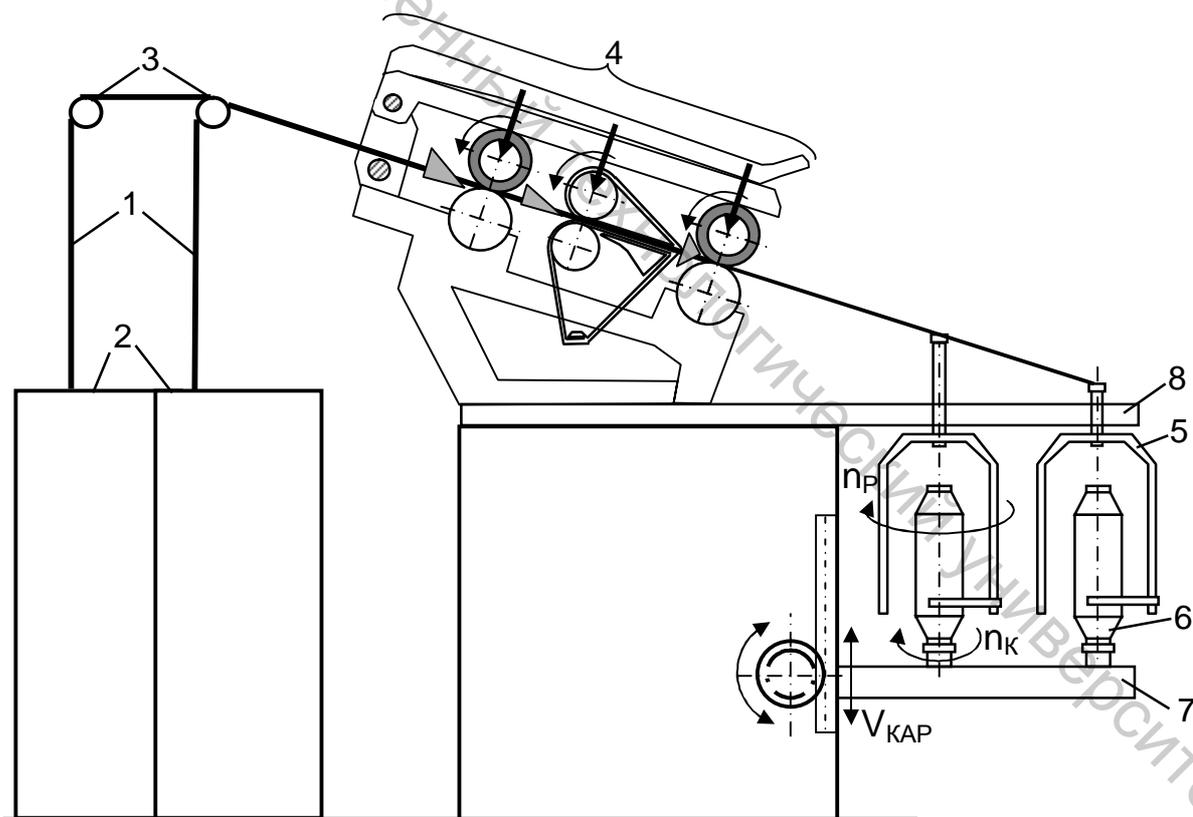


Рис. 1.45. Технологическая схема современной ровничной машины

Технологическая схема современной ровничной машины представлена на рисунке 1.45. Она несколько отличается от схем отечественных машин. Так как расстояние, которое проходит лента из таза последнего ряда с учетом высоты питающей рамки, может превышать 5 метров, извлечение ленты необходимо осуществлять принудительно. Поэтому лента 1 выбирается из тазов 2 с помощью выбирающих валов 3, что предотвращает возникновение скрытой

вытяжки. Лента утоняется в двухремешковом вытяжном приборе 4 с тремя уплотнителями (водилка перед вытяжным прибором, в зоне предварительного вытягивания и навесной уплотнитель в зоне основного вытягивания) и выпускается в виде слабой мычки. Мычка упрочняется посредством кручения за счет вращения подвесной рогульки 5 с частотой n_p и наматывается на цилиндрическую катушку 6, установленную на катушечной каретке 7, которая имеет возвратно-поступательное движение со скоростью $v_{КАР}$, зависящей от диаметра наматывания. В отличие от отечественных машин, рогулька получает движение не от нижней, а от верхней неподвижной каретки 8. Использование подвесных рогулек является главным условием, определяющим возможность полной или частичной автоматизации замены наработанных катушек [4].

Технико-экономические показатели ряда моделей ровничных машин различных фирм производителей представлены в таблице 1.14.

Фирма *Marzoli* (Италия) выпускает ровничные машины мод. *BCX-16A*, разработанной на базе *BCX-16* в двух модификациях [29]:

- без автосъема паковок мод. *BCX-16E*;
- со встроенным автосъемником паковок мод. *BCX-16D*.

Питание осуществляется из тазов посредством высокой питающей рамки, оснащенной приводными лентонаправляющими валиками шестигранного профиля, что предотвращает ложную вытяжку и обеспечивает контроль за обрывностью ровницы посредством фотоэлектронных датчиков.

Машина оснащена подвесными рогулками, изготовленными из легкого сплава. Зубчатые ремни обеспечивают высокую скорость и снижение уровня шума. На машине осуществляется электронный контроль и управление натяжением ровницы. Ровничная машина мод. *BCX-16A* оборудована встроенным автосъемником оригинальной конструкции. Для осуществления съема катушечная каретка устанавливается в нижнее положение и двигается вперед. Съем полных паковок и установка пустых катушек производится в автоматическом режиме. Все паковки снимаются одновременно за одну рабочую операцию. Пуск машины после съема осуществляется плавно (на пусковом режиме).

Фирма *Grossenheiner Textilmaschinenbau* (Германия) выпускает ровничные машины мод. *BF-224* и *BF 90-3*. Питание осуществляется из тазов посредством высокой питающей рамки, оснащенной приводными лентонаправляющими валиками и обеспечивающей свободный доступ к тазам.

Ровничные машины оснащены вытяжными приборами двух систем *PK-1500* фирмы *SKF* и динамически сбалансированными подвесными рогулками. Применяются полиуретановые зубчатые ремни, которые обеспечивают равномерный, почти бесшумный ход машины. Останов машины в случае обрыва ленты или ровницы осуществляется посредством фотоэлектрического датчика. При обрыве на мод. *BF 90-3* заправка ровницы в рогульку осуществляется работницей вручную с помощью пневмошланга. Очистительное устройство для очистки вытяжного прибора состоит из вращающегося очистительного сукна для очистки нажимных валиков и очистительных трубочек для очистки цилиндров.

Таблица 1.14.

Технико-экономические показатели ровничных машин

Фирма	Marzoli (Италия)		Grossenheiner Textilmaschinenbau (Германия)		Howa Япония	Toyota Япония	Tianjin Hongda Китай [28]	
Модель (марка) машины	BCX 16A	FT1 и FT1-D	BF 90-3	BF 224	RMH	FL 100	JWF 1416	JWF 1426
Используемое сырье	Хлопковое, химические волокна и смеси							
Длина перерабатываемого волокна, мм	До 60	до 63	28-40	До 60	До 76	До 76	22-38 38-51	51-65 38-51
Расстояние между вер-ми, мм	260		192	260	220; 260	220; 260	216	185
Число веретен	36-120 кратное 12		48-144 (кратно 24)	60-120	80-120		96-120	108-132
Вытяжной прибор	3-х цилин. 2-х ремешков.	3-х цилин. 2-х ремешк. 4-х цилин. 2-х ремеш	3-х цилин. 2-х ремешк.	3-х цилин. 2-х ремеш. 4-х цилин. 2- х ремеш.	3-х цилин. 2-х ремеш. 4-х цилин. 2-х ремеш.	3-х цилин. 2-х ремеш. 4-х цилин. 2-х ремеш.	3-х или 4-х цилин. 2-х ремеш.	3х или 4-х цилин. 2-х ремеш
Общая вытяжка	4-20		5,24-15	6-15	-	-	4,2-12	
Линейная плотность ровницы, текс	1250-167	200 - 2222	1250-167		1250-167	1250-167	200-1000	
Крутка, кр/м	10-100		9-112		-	-	18,5-80	
Размеры паковки (диаметр х высота), мм	152 х 406	150 х 400	125 х 300	152 х 400	150 х 406	150 х 406	152х400	132х400
Размеры таза, мм: диаметр высота	400-600 1000		400-500 1000	400-500 1000-1200	До 610 1219	508 1150	500; 400 1000	350; 400 1000
Максимальная частота вращения рогулек, мин ⁻¹	1500		800-1400	1500	1500	1500	1800	
Габаритные размеры (при максимальном числе веретен), мм: длина ширина (таз 600 мм) высота	18160 6050 3610	17760 и 18305 1410 и 1833* 2450 и 3590*	16956 5629 -	12970 5200 2550	15025 4970 2850	14550 4400 1950	15105 4302 (при Ø500) -	13246 3640 (при Ø400) -
Автосъемник паковок	да	нет есть	полуавтомат		да	да	нет	нет

продолжение таблицы 1.14.

1	Фирма		Rieter Швейцария		Zinser Германия		Textima Германия
	2	3	4	5	6		
Модель (марка) машины	Flyer F11 и F33		Flyer F5	660	668	1506	
Используемое сырье	Хлопковое, химические волокна и смеси						
Длина перерабатываемого волокна, мм	до 60		до 60	до 63	до 40		
Расстояние между веретенами, мм	260		260	260	260		
Число веретен	36-144 кратно 12	36-120 кратное 12	60-120 кратное 12	48-144 кратно 12	16, 32, 96		
Вытяжной прибор	3-х цилин. 2-х ремешк.		3-х цилин. 2-х ремешк. 4-х цилин. 2-х ремешк		3-х цили. 2-х ремеш.		
Общая вытяжка	4-20		6-12	3-15,8	3-15		
Линейная плотность ровницы, текс	1450-170	1300-150	1250-165	200-2222	333-2000		
Крутка, кр/м	17-96		10-100		до 70		
Размеры паковки (диаметр x высота), мм	150 x 400 175 x 400	150 x 400	150 x 400	150 x 400 175 x 400	152 x 350 152 x 400		
Размеры таза, мм: диаметр высота	400-600 1000-1200	400; 450; 500;600 1000-1200	400-600 1000-1200	450;500;600 1000-1200	400; 500 1000		
Макс. частота вращения веретен, мин ⁻¹	1500		1500	1500	1900		
Установленная мощность электродвигателей, кВт	-	15,75	15,0	-	7,5-18,5		
Габаритные размеры (при максимальном числе веретен),: длина , мм ширина (таз Ø600 мм) высота, мм	20780 и 22905 1180 и 1193 2450 и 3590	17620 5630 2450	17285 5170 -	20638 1400 2550	15892 4620(Ø500) 1950		
Автосъемник паковок	нет	есть	да	полуавтомат	полуавтомат	полуавтомат	

* с автосъемником

Машина мод. *BF-224* оснащена мычкоуловителем. Управляется четырьмя двигателями: для привода вытяжного прибора; привода рогулек; привода катушек; перемещения каретки. Без прекращения работы производится: изменение и оптимизация технологических параметров; автоматическое снижение числа оборотов рогулек при увеличении диаметра паковки; автоматическая регулировка натяжения ровницы при изменении параметров вырабатываемой ровницы.

Ровничная машина поставляется в двух исполнениях:

- с полуавтоматической сменой паковок,
- с полностью автоматизированной сменой ровничных паковок благодаря применению автосъемника мод. *FD 92*.

Фирма *Howa* выпускает ровничную машину мод. *RMH* с высокими технико-экономическими показателями. В вытяжном приборе очистка нажимных валиков и цилиндров осуществляется посредством чистительного сукна прерывистого действия со скребковым механизмом.

Машина оснащена устройством автоматического съема паковок, которое поставляется в двух вариантах:

- подвижной автосъемник типа *BAD*,
- встроенный автосъемник типа *RMD*, осуществляющий полный съём наработанных паковок и обеспечивающий смену катушек. Он одновременно заменяет ровничные катушки менее чем за 4 минуты.

Транспортировка паковок от ровничной к прядильной машине осуществляется с помощью транспортирующей тележки.

Наличие программного управления намоткой паковок позволило отказаться от коноидной передачи. Фотоэлектрические датчики и средства электронного управления позволяют регулировать натяжение ровницы на выпуске. Автоматически регулируется скорость формирования паковки с сохранением заданных параметров. Машина оснащена также отсасывающим устройством для очистки машины.

Фирма *Rieter* производит ровничную машину мод. *F5*. Питание осуществляется посредством универсальной регулируемой, безопорной питающей рамки с приводными валиками, смонтированными на шарикоподшипниковых опорах. Машина оснащается вытяжным прибором с системой пневматической нагрузки на нажимные валики и централизованного бесступенчатого регулирования. Привод вытяжного прибора осуществляется зубчатыми ремнями. Рычаги нагрузки имеют тарированную шкалу, с помощью которой осуществляется разводка нажимных валиков.

Вытяжные приборы оснащаются уплотнителями ленты и мычки. В главной зоне устанавливается сдвоенный уплотнитель на две мычки.

Машина оснащена системой пневматической очистки из зон пушения вытяжного прибора. Имеется также устройство для очистки нажимных валиков.

Ровничные машины мод. *F5* оснащаются подвесными рогулками и откидной ровничной кареткой усовершенствованной конструкции, системой автоматического контроля за ходом технологического процесса и остановами при обрыве ленты и ровницы.

Конструктивными особенностями ровничных машин мод. *F5* являются: применение рычага нагрузки *PK-1500* системы *SKF*; принудительный привод подающих валов на рамке питания; современная электронная система контроля и управления; применение подвесных несъемных рогулек; оснащение машины автоматическим съемом наработанных паковок.

Фирма *Rieter* предлагает автоматизированную систему транспортировки паковок между ровничной и кольцепрядильной машинами.

Модели ровничной машины *F11* и *F33* подробно описаны в работе [4].

Фирма *Zinser* производит ровничные машины моделей *660* и *668*, которые отличаются высокой производительностью и надежностью, удобством обслуживания.

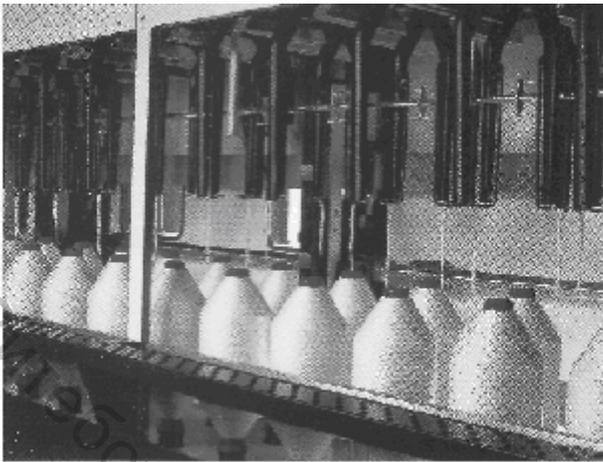
В модели *660* в питающей рамке размещаются, в зависимости от размеров тазов, три или четыре приводных питающих вала, что устраняет возникновение ложной вытяжки. Поставляется с очистительным устройством в виде движущейся текстильной ленты для очистки нажимных валиков вытяжного прибора.

Высокое качество ровницы достигается за счет использования специальных подвесных рогулек, системы контроля производственного процесса и автоматической присучки ровницы после съема готовых паковок с ровницей.

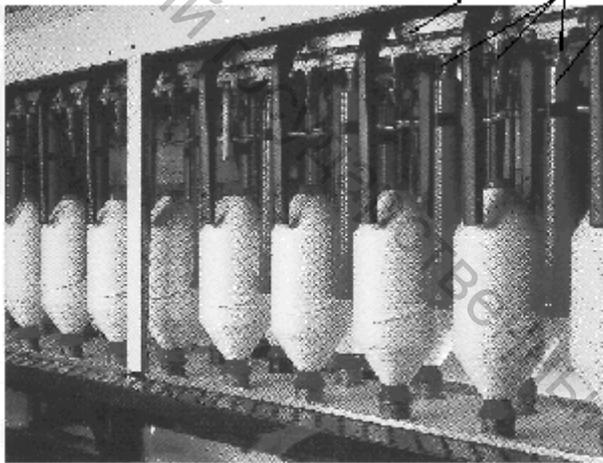
Ровничная машина мод. *660* выпускается в двух вариантах: с полуавтоматическим и автоматическим съемом паковок; с автосъемником паковок мод. *691* и конвейером для транспортировки паковок и пустых катушек. Модель *668* - с ручным съемом паковок.

Автоматический съем катушек *RO-WE-MAT 670* осуществляется следующим образом:

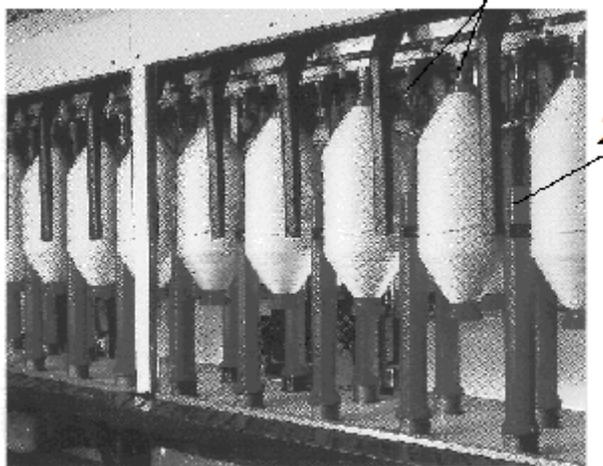
- машина автоматически останавливается после наматывания на катушки заданной длины ровницы;
- катушечная каретка с полными катушками движется вниз, при этом ровница обрывается у лапки рогулки (рис. 1.46,а);
- встроенные шинные сегменты закрываются, образуя направляющие *1* (рельс) для подачи пустых катушек (рис. 1.46,б), рогулки поворачиваются на 90° ;
- в машину по рельсу *1* подаются подвесные держатели с пустыми катушками *2*, расположенными через одну с пустыми держателями (рис. 1.46,б). Пустые держатели останавливаются непосредственно над веретенами с наработанными катушками;
- катушечная каретка движется вверх, полные катушки фиксируются на подвесных держателях *3* (рис. 1.46,в);
- при опускании катушечной каретки наработанные катушки остаются на держателях, веретена освобождаются;



а



б



в

- подвесные держатели перемещаются по рельсу на величину, равную половине шага веретен, в результате чего пустые катушки оказываются над веретенами;
- катушечная каретка вновь движется вверх, пустые катушки насаживаются на веретена;
- катушечная каретка с пустыми катушками опускается вниз;
- подвесные держатели с наработанными катушками отводятся из машины по рельсу 1;
- катушечная каретка движется вверх в позицию присучивания, шинные сегменты открываются;
- рогульки начинают медленно вращаться. На верхней части пустой катушки имеется бархатистая лента, обладающая повышенной цепкостью. При вращении рогульки конец ровницы, свисающий с лапки, фиксируется на ленте и обвивает катушку несколькими витками для заправки;
- возобновляется наработка.

Рис. 1.46. Автоматический сьем катушек с ровницей RO-WE-MAT 670 на машинах фирмы Zinser

ГЛАВА 2. КОЛЬЦЕВЫЕ ПРЯДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Кольцевой способ прядения продолжает оставаться доминирующим в производстве пряжи. В настоящее время в мире в текстильной промышленности установлено около 150 млн. прядильных веретен [10].

До недавнего времени считали, что развитие кольцевого способа прядения приостановилось, тогда как другие способы прядения, в частности пневмомеханический, фрикционный и пневматический, продолжают активно совершенствоваться. Однако в последние годы отмечено интенсивное оживление активности в производстве пряжи кольцевым способом. Это связано с несколькими факторами.

Главным из этих факторов явилось появление устройств безузлового соединения концов пряжи, которые позволили соединить кольцевые прядильные машины с мотальными автоматами с помощью специальных автоматических систем. Важным побочным эффектом такого агрегирования является возможность повышения частоты вращения веретен за счет уменьшения размеров початка и диаметра колец.

Другим, но менее заметным фактором явился мировой экономический рост, который способствовал повышению требований к качеству продукции, особенно в области модной одежды. Стало использоваться больше волокон улучшенного качества, повысился спрос изготовителей модных тканей на пряжу малых линейных плотностей. Для выработки такой высококачественной пряжи кольцевой способ прядения практически не имеет конкурентов.

Кольцевой способ прядения является в мировом масштабе стандартным эталонным способом, на который ориентируются все другие способы прядения. Качество и прочность пряжи кольцевого способа прядения, а также широкий диапазон возможных линейных плотностей этой пряжи пока нельзя получить ни в каком другом способе прядения: пневмомеханическом, фрикционном или пневматическом, несмотря на то, что преимуществами этих новых способов являются более высокие скорости и меньшие издержки производства.

В связи с повышенным вниманием к кольцевому способу прядения ведущие машиностроительные фирмы использовали часть расходов в научно-исследовательском секторе на усовершенствование кольцевых прядильных машин, выходящее за рамки простого создания автоматических систем связи между этими машинами и мотальными автоматами.

2.1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И РАБОТА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Целью прядения на прядильных машинах является получение из ровницы или ленты пряжи, удовлетворяющей определенным требованиям в отношении линейной плотности, разрывной нагрузки, равномерности, разрывного удлинения, чистоты, гладкости и других свойств.

Сущность процессов, осуществляемых на кольцевой прядильной машине, состоит в том, что поступающий в машину полуфабрикат утоняется до заданной линейной плотности путем вытягивания, приобретает определенную структуру и необходимую прочность посредством кручения, а затем продукт наматывается на патрон, образуя паковку, удобную для транспортировки и дальнейшей переработки.

В настоящее время на этих машинах вырабатывают всю пряжу малой линейной плотности (5-15,4 текс), пряжу для технических тканей и часть пряжи средней (15-50 текс) и большой линейной плотности (50-100 текс). Кольцевые прядильные машины имеют большое число однотипных рабочих мест, расположенных вдоль машины по обеим ее сторонам. Из-за значительной длины машины выполняются секционными [9].

Кольцевые прядильные машины отличаются конструкцией питающих устройств, вытяжного прибора, веретен, типом патронов, типом и размером колец, бегунков, а также расстоянием между веретенами (РМВ) и величиной подъема кольцевой планки. Отличия имеются и в конструкциях привода машины и мотального механизма. Из отечественных кольцевых прядильных машин на предприятиях установлены следующие марки: *П-83-5М4* для выработки пряжи 25-84 текс, *П-76-5М4* — пряжи 10-29 текс, *П-66-5М4* и *П-66-5М6* — пряжи 5-10 текс. Первые две цифры указывают расстояние между веретенами в миллиметрах, цифра 5 — модификацию (вариант) машины, буква *М* обозначает некоторые конструктивные улучшения, а цифра после буквы *М* — существенное улучшение конструкции. Для выработки пряжи малой и средней линейной плотности 5-22 текс разработана прядильная машина *ПА-70/480*. Пензенский НИЭКИПмаш для выработки пряжи 15,4-50 текс разработал машину *ПА-75*, а для пряжи 34-100 текс — машину *ПА-82,5* со встроенным автосъемником початков.

Прядильная машина двусторонняя, имеет ровничную рамку 1 (рис. 2.1) для катушек 2 с ровницей. Ровница, сматываясь с катушки, огибает направляющие прутки 3 и поступает в вытяжной прибор 4. Здесь ровница утоняется до требуемой линейной плотности и выходит из прибора в виде мычки — узкой ленточки из распрямленных и параллельно расположенных волокон. Мычка скручивается под действием вращающегося веретена 7 с плотно надетым на него картонным патроном, при этом мычка движется через глазок нитепроводника 6, центрирующего продукт над осью веретена и заправляется под бегунок, перемещающийся по поверхности кольца 8, закрепленного на кольцевой планке. Нить, намотанная на патрон при вращении его с веретеном, тянет за собой бегунок, который движется по кольцу. При непрерывной подаче нити вытяжным прибором к веретену бегунок под действием сил трения о кольцо отстает во вращательном движении вокруг веретена от последнего. Вследствие этого нить непрерывно наматывается на патрон.

Витебский государственный университет

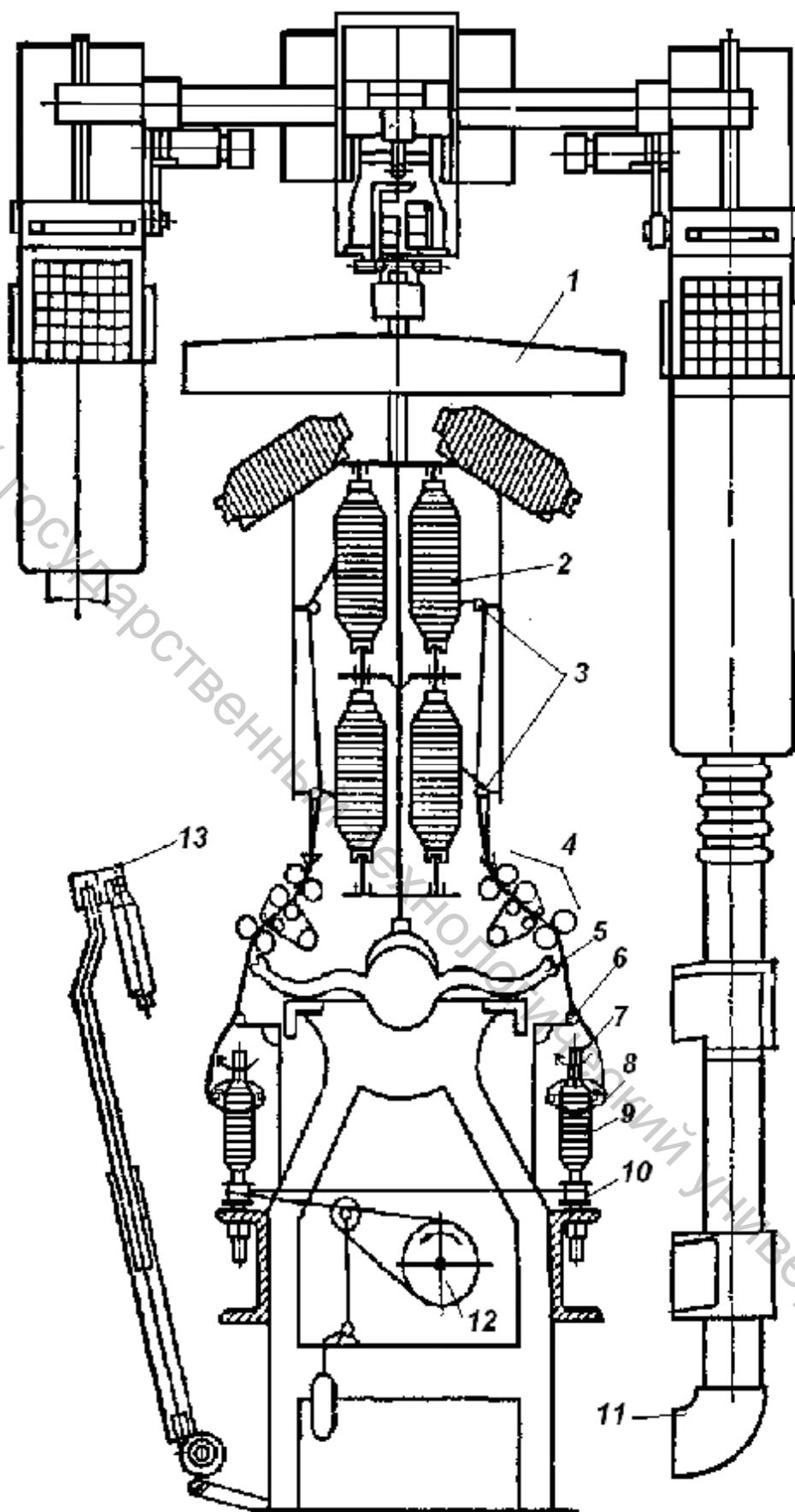


Рис. 2.1. Технологическая схема кольцевой прядильной машины ПА-75

Кольцевая планка перемещается вверх и вниз, распределяя витки нити по поверхности намотки по заданной программе, формируя паковку пряжи – початок 9. Веретена приводятся в движение от тесьмы, огибающей жестяной барабан 12 и блокочек веретена 10. Одна тесьма приводит в движение четыре веретена. После наработки полной паковки машину останавливают, полные паковки заменяют пустыми патронами, одновременно закрепляя на них концы нитей, остающихся на каждом веретене, и процессы на машине возобновляются. Съем паковок осуществляется либо вручную, либо с помощью автосъемника початков 13. В процессе работы машины для очистки рабочих органов от пуха работают пухообдуватели 11 [9].

Техническая характеристика отечественных прядильных машин представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Технико-экономические показатели работы кольцевых прядильных машин

Характеристика	П-83-5М4	П-76-5М4	П-66-5М3	ПА-70/1008	ПА -75
Линейная плотность пряжи, текс	25 - 83	15,4 - 25	8,9 - 15,4	5 - 22	15 - 50
Вид перерабатываемого волокна	Хлопковые, химические и их смеси				
Число веретен на машине	240-384	240-384	96-464	528-1008	240-432
Расстояние между веретенами, мм	83	76	66	70	75
Вытяжка	до 40, до 60	до 40, до 60	до 40, до 60	10-60	10-60
Крутка, кр/м	300-1600	300-1700	300-1600	300-2000	200-1800
Частота вращения веретена, мин ⁻¹ :					
- по кинематич. схеме	До 13000	До 18000	До 16000	До 20000	До 20000
- рабочая	До 10000	До 13000	До 13000	-	До 14500
Диаметр кольца, мм	50, 55, 57	45, 48, 50	38; 41,5; 44,5	35; 38; 42; 45	45, 50
Высота подъема кольцевой планки, мм	220, 240	200, 220, 240	200, 220, 230	180; 200; 220	220, 240

2.2. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ КОЛЬЦЕВЫХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ

Кольцепрядильные машины для хлопка и смесей с химическими волокнами также выпускаются в широком ассортименте следующими зарубежными фирмами: *Cognetex* (Италия), *Chemnitzer Spinnereimaschinenbau GmbH* (Германия), *Howa* (Япония), *Marzoli* (Италия), *Rieter* (Швейцария), *Toyoda* (Япония), *Zinser* (Германия), *Suessen* (Германия) и др. В таблице 2.2 приведены технико-экономические показатели работы этих машин.

Изменение конструкции кольцепрядильных машин зарубежных производителей проводится в основном по пути: оптимизации траектории движения пряжи; совершенствования геометрии технологической линии прядения с целью достижения максимальной производительности и улучшения качества вырабатываемой пряжи; совершенствования автоматизации процесса прядения и операции по обслуживанию машин.

Первой в новой серии машин фирмы *Zinser* (Германия) является кольцевая прядильная машина *tuna 321* для переработки хлопковых волокон, имеющая тангенциальный ременный привод.

Машина оснащена системой автоматического съема *CO-WE-MAT Laser*, способствующей значительному сокращению времени смены паковок. Автоматический контроль лучом лазера исключает необходимость в требовавшемся прежде непрерывном наблюдении. В случае появления неполадок съем автоматически прекращается и световой сигнал извещает о неисправности, одной новой функцией системы *CO-WE-MAT Laser* является механизм захвата.

Альтернативой ленточному конвейеру является система *Bobbin Tray Delivery* (поддоны с бобинами), установленная на машине. После съема паковки с пряжей подаются к мотальному автомату. Это происходит непрерывно по требованию. Прядильная машина в целом ряде случаев может быть агрегирована с мотальными автоматами в разных вариантах. В одном варианте агрегирования механизм перемещения *Bobbin-Mover* захватывает паковки и подает их к мотальному автомату.

Транспортировка паковок происходит в пять этапов: разгрузка паковок с линии подачи кольцевой прядильной машины, подъем их, вращение механизма *Bobbin-Mover*, накопление паковок, погрузка на линию подачи мотального устройства. Возврат пустых патронов происходит в обратной последовательности с таким же количеством этапов.

Контрольная система *AUTRON* осуществляет весь рабочий цикл системы *CO-WE-MAT Laser* и конвейера *Bobbin-Tray*. Рабочий процесс кольцевой прядильной машины и мотального автомата регулируются соответствующими системами датчиков, а погрузка и разгрузка пустых и полных паковок осуществляется по требованию.

Последней разработкой фирмы *Zinser* является самая длинная в мире кольцевая прядильная машина модели *350*, общий вид которой представлен на рисунке 2.2. Общее количество веретен составляет 1488. Машина оснащена автосъемником початков *CO-WE-MAT*, обеспечивающим съем за 2,5 минуты. Модель 350 сопряжена с мотальным автоматом *Autoconer* (*Shlafhorst*) (могут быть мотальные машины других производителей).

Таблица 2.2.

Технико-экономические показатели кольцепрядильных машин для хлопка зарубежных фирм

Фирма	Cognetex	Marzoli	Nova Marzoli Vouk	CSM	Zinser	Toyoda	Rieter	China Textile Machinery
Страна	Италия	Италия		Германия		Япония	Швейцария	Китай
Модель	<i>Atfa20</i>	<i>NSF3</i>	<i>MPTN</i>	<i>2/14B</i>	<i>350</i>	<i>RX200</i>	<i>G33</i>	<i>F1520A</i>
Шаг веретен, мм	70; 75	70; 75		70; 75	70; 75; 82,5	70; 75	70; 75	70
Линейная плотность пряжи, текс	4,92-59	59-118	6,6-340	5-50	5-165	4,9-58,8	4÷107	4,86-97
Крутка, кр/м	350-1500	250÷3150		400-1500	200÷2100	350-1740	240÷2570	230-1740
Диаметр кольца, мм	38-45	36-54		38-50	38-57	36-50	36-51	35-45
Высота патрона, мм	180-230	180-260		180-260	200-260	185-230	180-250	180-205
Максимальное число веретен, шт.	1056	1080	1344	1024	1488	960	1008	1008 (кратно 24)
Част. вращ. веретен, мин ⁻¹	18000	25000		25000	25000	25000	до 20000	до 25000
Привод	тангенц. ремень на 48 веретен	тангенциальный ремень			тангенциальн. ремень		тесьюмой на 4 веретена	
Габаритные размеры, мм: длина при максимальном числе веретен								
без автосъемника	42820	41400		-	-	-	-	-
с автосъемником	44440			43800	59400	-	39450	39660
ширина:								
по остову	800	1140		880	860	1074	1062	830
Наличие автосъемника	да	да	-	да	да	да	да	-
Наличие автоприсучивания	-	-	-	да	да	да	-	-
Автозамена ровницы	-	-	-	-	да	-	да	-
Прерывание питания	-	да	-	да	да	да	-	-

На машине предусмотрена транспортировка катушек с ровницей от ровничных машин к кольцевым прядильным машинам (рис. 2.3). Благодаря большому числу веретен уменьшена общая производственная площадь прядильно-мотальных цехов.

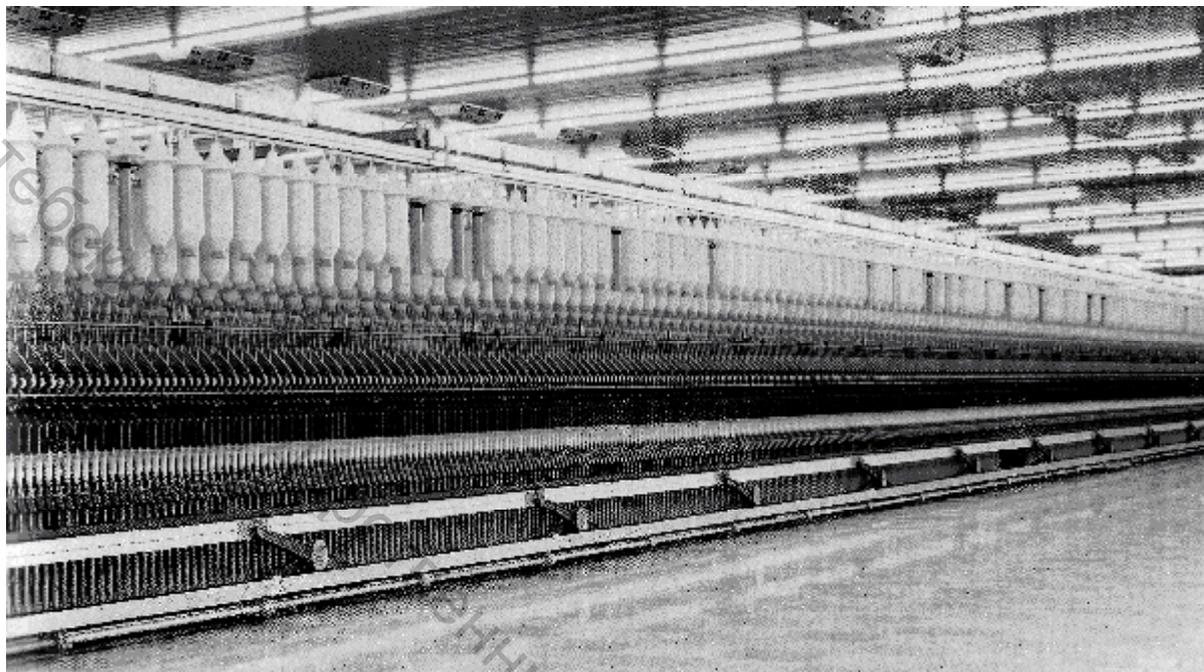


Рис. 2.2. Кольцевая прядильная машина фирмы Zinser мод. 350

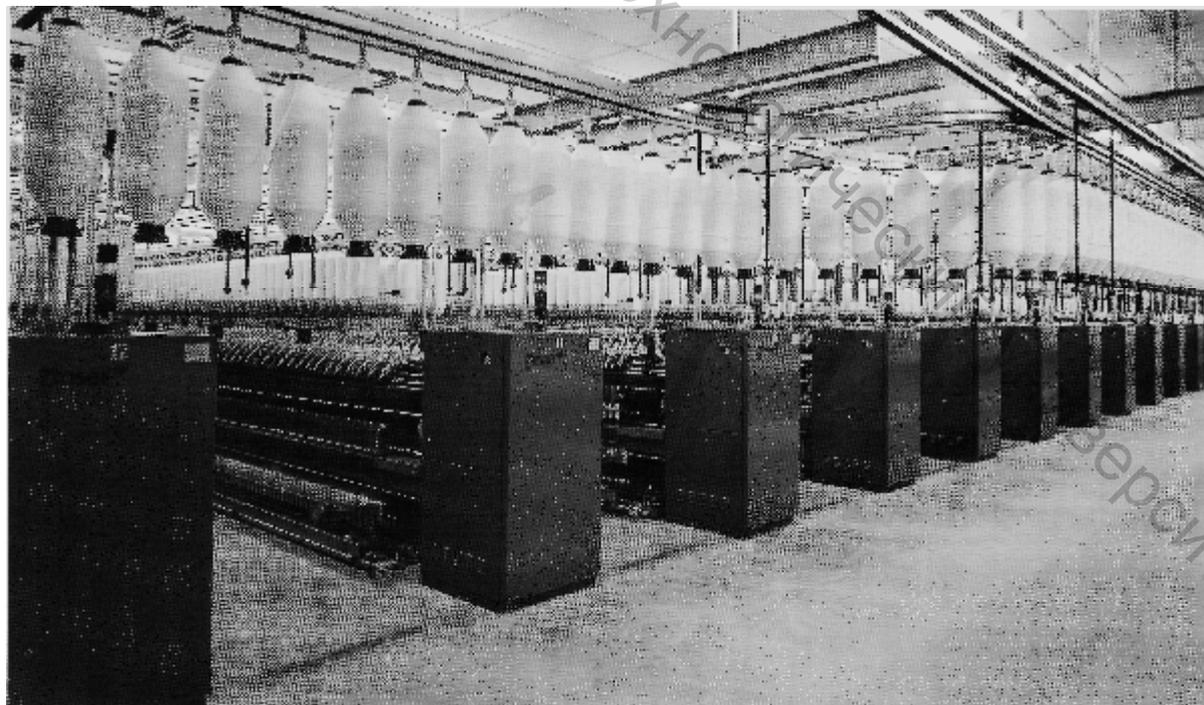


Рис. 2.3. Транспортёр катушек с ровницей от ровничных машин к кольцевым прядильным машинам

Для привода веретен разработан усовершенствованный привод *SYNCHRO-DRIVE* (многомоторный привод), обеспечивающий точное, синхронное вращение веретен (исключает разницу по крутке на отдельных веретенах) от одного тангенциального ремня.

Управление работой всех рабочих органов (ввод параметров и вывод сообщений) осуществляется централизованно через пульт управления машиной. Все вводимые значения проверяются на допустимость. Система управления позволяет хранить до 20 наборов настройки, которые могут быть вызваны в любое время.

Машина оснащена программой *OP-TI-STEP*, позволяющей регулировать на 10 уровнях частоту вращения веретен при режимах начала, основного прядения и в конце наработки съема. Программа *OP-TI-START* используется для автоматического выполнения отдельных фаз приработки бегунков до достижения рабочей частоты вращения веретен. Благодаря этому значительно увеличивается срок службы бегунков.

На машине мод. 350 используется система *ROVING-GUARD*, принимающая электрический сигнал от *FIL-A-GUARD* при обрыве пряжи и прекращающая подачу ровницы в зону вытяжного прибора. Время реакции составляет несколько миллисекунд, благодаря чему исключаются намоты мычки.

Фирма *Zinser* разработала два типа автосъемников початков: *CO-WE-MAT 395F* – для отдельно работающих кольцевых прядильных машин и *CO-WE-MAT 395V* – для кольцевых прядильных машин, сопряженных с мотальными автоматами системой *BOBBIN TRAY*, которые более подробно описаны в разделе 2.10.

Как и все машины, входящие в серию *Rieter Spinning Systems*, группа кольцевых прядильных машины фирмы *Maschinenfabrik Rieter AG* (Швейцария) отличается высокоточной конструкцией, что удовлетворяет спросы рынка и потребителей.

Группа включает машины от модели *G5/11* до полностью автоматизированной новой модели *G33*. Машины оснащены вытяжным прибором собственной разработки фирмы мод. *P3-1* этой же фирмы с пневмонагрузкой, позволяющим осуществлять вытяжку до 80, при обеспечении высокого качества вырабатываемой пряжи. В случае простоя машины в течение более 10 мин нагрузка на цилиндры автоматически снижается, таким образом, в значительной степени предупреждено повреждение клеточек верхних цилиндров.

Использование отдельных приводов рабочих органов существенно повышает гибкость машины *G33* и позволяет исключить из кинематической схемы сложные передачи. Необходимые значения параметров крутки и вытяжки могут вводиться с панели управления.

На машине *G33* для автоматической смены наработанных прядильных початков применяется полностью автоматизированный, быстродействующий и компактный механизм *ROBOdoft*. Механизм автосъемника управляется с центрального пульта управления прядильными машинами. Усилие, возникающее при съеме наработанных прядильных початков между двумя сторонами машины, не приводит к ухудшению стабильности процесса прядения. Механизм автосъемника соединен с каркасом машины. Съем початков осуществляется пневматически за 50-60 сек. Автосъемник полностью самоуправляемый в течение всего цикла работы.

Подобно всем другим кольцевым прядильным машинам фирмы *Rieter* машина *G33* может быть агрегирована с мотальными автоматами всех основных производителей.

Машина оснащена автоприсучальщиком *Robofil* фирмы *Rieter*, вместо операции отыскивания конца нити на початке, накладывает на него резервную нить, и присучивание осуществляется в выпускной паре вытяжного прибора, что повышает надежность этой операции. При неудачном присучивании с трех попыток автоприсучальщик дает сигнал на включение механизма прерывания подачи ровницы. В процессе перематывания место присучивания и вспомогательная нить удаляются. Современные мотальные автоматы обеспечивают возможность работы автоприсучальщиков такого типа.

Новая кольцевая прядильная машина *ALFA* для переработки хлопковых волокон создана фирмой *Savio* (Италия) на базе своего 40-летнего опыта в данной области [11].

Машина *ALFA* создана в двух вариантах: *ALFA 20* и *ALFA 25*. Машина первого варианта рассчитана на работы с волокнами, которые не могут перерабатываться на высоких скоростях. На машине использован двухрешетчатый вытяжной прибор высокой вытяжки, угол наклона прибора 45°. Чередующиеся позиции различных элементов (веретена, кольца, нитенаправителя) обеспечивают получение идеального треугольника прядения. Кроме того, пряжа испытывает только минимальное равномерное натяжение в течение каждого этапа формирования початка. Таким образом, количество обрывов сведено к минимальному.

На машине *ALFA* применен новый тангенциальный ременной веретенный привод (ремни бесконечные, без сращивания), обеспечивающий более высокую частоту вращения веретен. Все передающие элементы защищены от попадания пыли пылезащитными кожухами или ограждениями.

Максимальная эксплуатационная гибкость или универсальность достигнута использованием приводной система кольцевой планки и нитенаправителей, которая работает независимо от вытяжных цилиндров.

Машина *ALFA* оснащена новым автосъемником початков. Время цикла съема уменьшено до 2,5 мин. Новые полимерные захваты позволили осуществлять зажим початков за заостренный конец. Новая автоматическая

система съема является идеальным средством для связи прядильной машины с мотальным автоматом. В данном варианте съемная система оснащается новым механизмом транспортировки початков, состоящим из стальных транспортерных ремней с колышками или шпильками. Початки транспортируются без каких-либо манипуляций.

Для чистки машины служат небольшие всасывающие патрубки, обеспечивающие очистку от пыли и пуха вытяжных цилиндров. Засасываемые воздух, пыль, пух и частички волокон направляются во вращающийся автоматически очищающийся фильтр.

Фирма *Nova* (Италия) предлагает кольцевую прядильную машину типа *MPTN*, на которой реализованы следующие способы получения кольцевой пряжи: обычная, компактного прядения (устройство *OLFIL*) и производство комбинированных нитей. Машина перерабатывает хлопковые, вискозные, льняные, искусственные волокна и их смеси. Машина агрегируется с любым видом транспортеров: к ровничным машинам и мотальным автоматам. Машина типа *MPTN* полностью автоматизирована с независимым приводом веретен, кольцевой планки и вытяжного прибора, все параметры задаются с ЭВМ. Прядильная машина может быть с автосъемником или без него.

2.3. ПИТАНИЕ РОВНИЦЕЙ

Питающее устройство в виде рамки предназначено для установки катушек с ровницей, хранения запасной ровницы и для выкладки на полке катушек после срабатывания ровницы. По расположению катушек различают рамки одноярусные, двухъярусные, трехъярусные (рис. 2.4). Одноярусные и двухъярусные рамки применяют при выработке пряжи из одинарной ровницы. Трехъярусные, а также двухъярусные четырехрядные рамки используют при выработке пряжи из двойной ровницы, когда число катушек увеличивается вдвое. Конструкция рамок должна обеспечивать следующее:

- возможность регулирования ее габаритов;
- возможно меньшую высоту для удобства обслуживания;
- достаточную освещенность рабочего места;
- доступ к любой катушке для ее смены;
- удобство для обмахивания и автоматической чистки самой рамки и других внешних частей машины;
- меньшую поверхность, на которой возможно накопление пуха;
- легкое вращение катушек для сматывания ровницы без излишнего натяжения и без вытяжки.

Ровница на питающей рамке может быть установлена двумя способами. Первый заключается в одевании катушки с ровницей на деревянную шпильку,

которая устанавливается в питающую рамку и удерживается там на двух опорах (рис. 2.5).

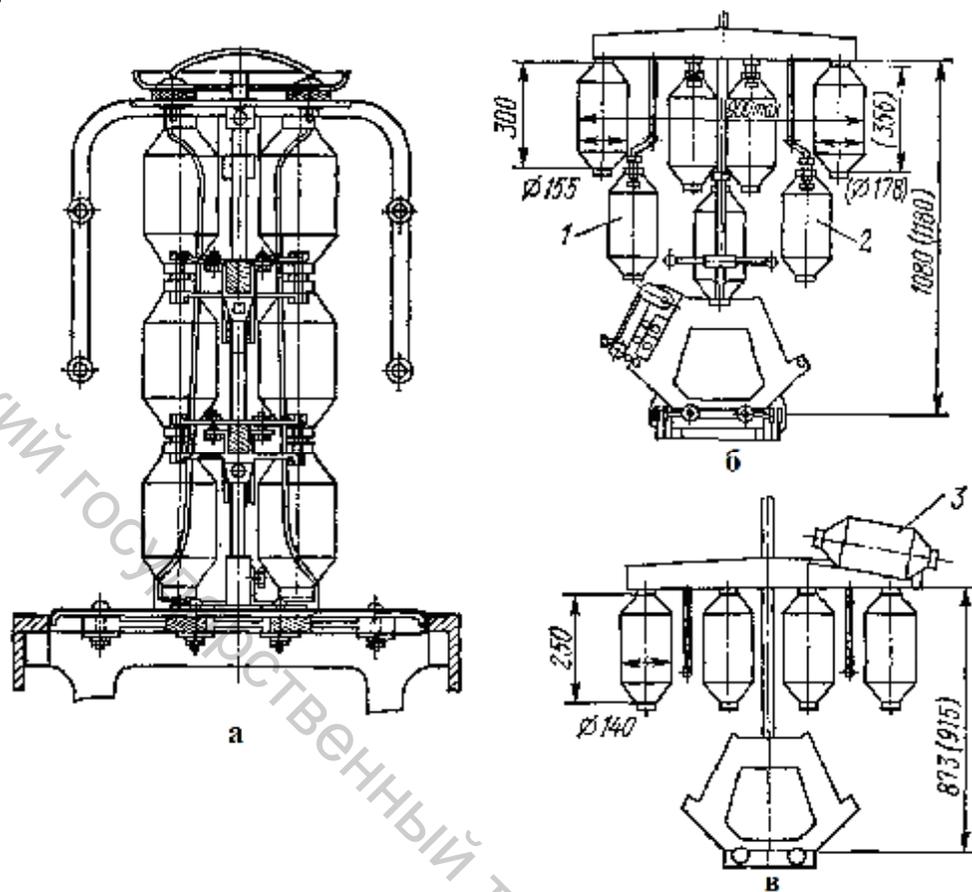
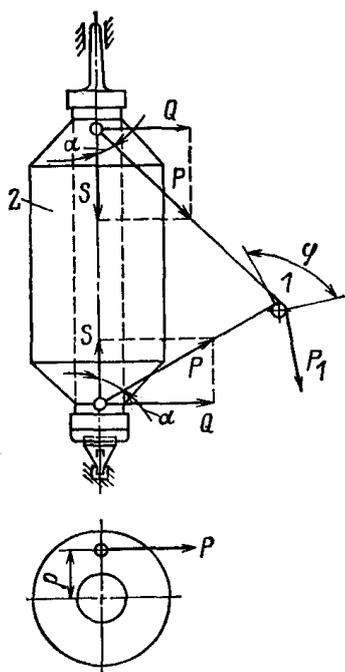


Рис. 2.4. Рамки кольцевых прядильных машин: а - трехъярусная; б - двухъярусная; в - одноярусная (1, 2, 3 - запасные катушки с ровницей)

Рис.2.5. Схема действия сил натяжения ровницы



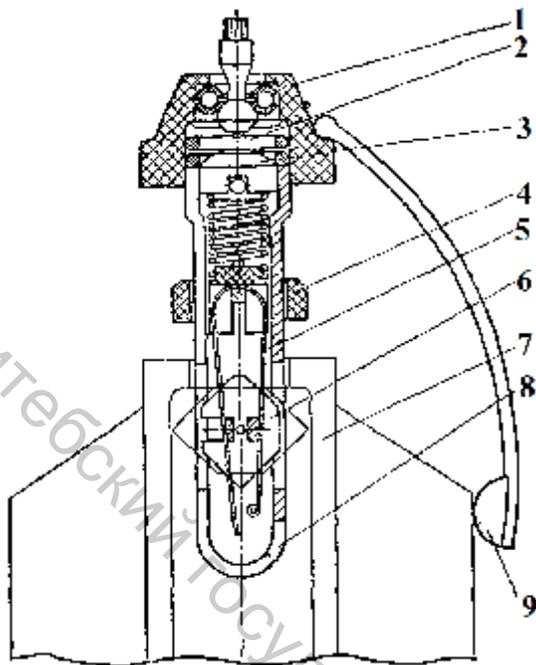


Рис.2.6. Держатель-подвеска катушки

Второй способ заключается в установке ровницы на держателе-подвеске, который зафиксирован на питающей рамке (рис. 2.6).

Ровница разматывается с катушки вследствие непрерывного поступления ее в задний зажим вытяжного прибора. При этом на участке от прутка рамки до вытяжного прибора ровница испытывает натяжение

$$P_1 = P \cdot e^{mj}, \quad (2.1)$$

где P - сила натяжения ровницы между катушкой и прутком; e - основание натуральных логарифмов; m - коэффициент трения ровницы о пруток; j - угол обхвата прутка ровницей, рад.

Натяжение P (рис. 2.5) зависит от массы G ровницы на катушке, массы g пустой катушки, коэффициента трения f в опорах катушки, радиуса пяточки r шпильки (на рисунке не показан), радиуса сматывания r , угла схода a ровницы при сматывании, величины составляющей $S = P \sin a$. Пренебрегая составляющей S , вследствие ее малой величины по сравнению с массой ровницы, натяжение P можно выразить уравнением

$$P = \frac{f(G + g)r}{r \cdot \sin a}. \quad (2.2)$$

Уравнение (2.2) показывает, что при прочих равных условиях сила P больше при сматывании крайних верхних и нижних витков. Она будет наименьшей при $a = 90^\circ$.

Сила P_1 натяжения ровницы между прутком и вытяжным прибором больше тогда, когда угол j больше, т.е. при сматывании нижних витков

ровницы. Чтобы натяжение P_1 ровницы после огибания ею прутка при сматывании верхних и нижних витков катушки 2 было по возможности одинаковым, прутки 1 устанавливают примерно на уровне $\frac{1}{3}$ высоты намотки, считая снизу. Этот уровень обоснован и теоретическими исследованиями, и практическим опытом.

Держатель типа П-01 (рис. 2.6) шестигранным распором 6 удерживает ровничную катушку 7, которая под действием натяжения ровницы вращается с корпусом 8 подвески на шарикоподшипнике 1 с опорными шайбами 2. Нижняя шайба свободно лежит на сферической поверхности винта 3, жестко закрепленного в катушечной рамке. Это позволяет катушке отклоняться в пределах телесного угла 10° . Катушку устанавливают на держатель движением снизу вверх. При этом она торцом поднимает кольцо 4 с пружиной 5, которая своим выступом поворачивает распор 6 так, что длинная его сторона устанавливается горизонтально и удерживает катушку.

Чтобы снять катушку, сначала ее поднимают вверх до упора. При этом пружина 5 опять поворачивает распор 6, но так, что длинная его сторона скрывается в корпусе 8 подвески. Легкий тормозок 9 притормаживает катушку, исключая излишнее сматывание ровницы.

Перед входом в вытяжной прибор устанавливают водилки ровницы, предназначенные для сообщения ровнице возвратно поступательного движения с целью обеспечения равномерного износа эластичных покрытий валиков. Фирмой SKF предлагаются водилки ровницы для обычных кольцевых прядильных машин с вытяжными приборами типа PK 220, PK 225, PK 1500 (рис. 2.7,а) и для машин, работающих на высоких скоростях с вытяжными приборами типа PK 1500, PK 1600 (рис. 2.7,б).

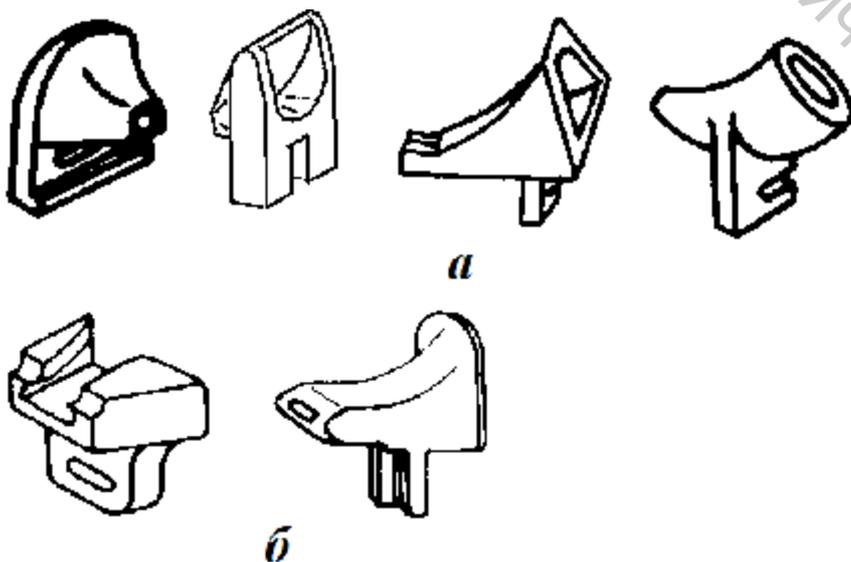


Рис. 2.7.
Уплотнители
ровницы

2.4. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ВЫТЯЖНЫХ ПРИБОРОВ КОЛЬЦЕВЫХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН

Как известно, различают вытягивание первого рода (натяжение) и вытягивание второго рода (растяжение, т.е. смещение волокон друг относительно друга).

Вытяжка первого рода невелика: вследствие малой разницы в скоростях питания и выпуска продукт натягивается, волокна в нем несколько распрямляются, но не смещаются, необратимого сдвига волокон не происходит. Чем больше вытяжка первого рода, тем большее усилие необходимо приложить к продукту для его растяжения.

Вытяжка второго рода приводит к смещению волокон и при прекращении вытягивания продукт не может вернуться в исходное состояние — он становится длиннее и тоньше. При этом в отличие от вытяжки первого рода, чем больше вытяжка второго рода, тем меньшее усилие потребуется для смещения волокон, тем меньше сила вытягивания.

Так, при вытягивании ровницы в два раза, имеющей в поперечном сечении 1000 волокон, потребуется извлекать из каждого сечения $\frac{1000}{2} = 500$ волокон, а при вытягивании той же ровницы в четыре раза $\frac{1000}{4} = 250$ волокон, и усилие для извлечения из общей массы 250 волокон вместо 500 потребуется меньшее. Кривая зависимости усилий вытягивания от вытяжки показана на рисунке 2.8.

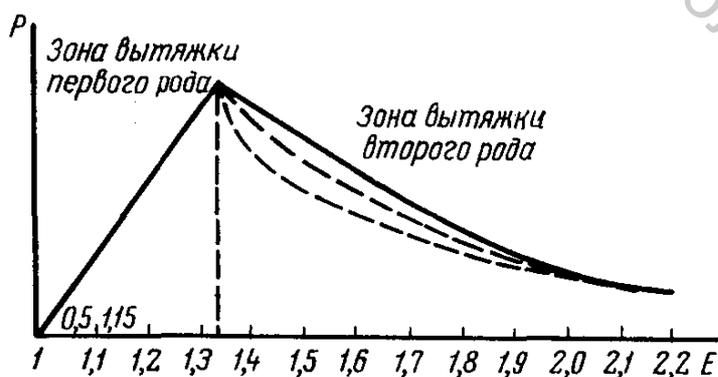


Рис. 2.8. Кривая зависимости усилий вытягивания от вытяжки

Как видно из рисунка, сначала усилие вытягивания растет по закону прямой линии — продукт натягивается, но не разрушается (вытяжка первого рода). Затем наступает критический момент (ему соответствует на кривой наивысшая точка).

При дальнейшем увеличении вытяжки продукт растягивается, т.е. нарушаются контакты между волокнами, волокна смещаются (вытяжка второго рода). При дальнейшем увеличении вытяжки усилия вытягивания снижаются. Исследования показали, что в вытяжных приборах устаревших конструкций первая частная вытяжка в задней зоне была равна критической,

соответствующей наивысшей точке кривой — границе между вытяжкой первого и второго рода, т. е. наихудшей из всех возможных частных вытяжек. Следовательно, при малейших колебаниях толщины ровницы при вытягивании продукт будет или протаскиваться без вытягивания в следующую зону (при утолщении), или легко утоняться и в большей степени случайно (при утонении); процесс будет неустойчивым, а продукт неравномерным; на машинах возникнет высокая обрывность. Поэтому частную вытяжку в задней зоне стали снижать до 1 (1,05-1,08 вместо 1,35) или повышать до 1,9-2,1. В обоих случаях, как это видно на рис. 2.8, при отходе от зоны неустойчивого вытягивания уменьшаются усилия вытягивания.

В процессе своего развития вытяжные приборы кольцевых прядильных машин претерпели много изменений, и в настоящее время на фабриках применяются различные типы и варианты вытяжных приборов в зависимости от свойств перерабатываемого волокна и назначения пряжи [12]. По принятой классификации различают:

- трехцилиндровые и многоцилиндровые приборы (по числу цилиндров);
- двухзонные, многозонные и однозонные вытяжные приборы (по числу активных зон вытягивания);
- двухремешковые, одноремешковые и безремешковые приборы (по числу ремешков, применяемых в вытяжном приборе);
- с прямым или изогнутым полем вытягивания (по характеру поля вытягивания);
- по величине вытяжки на приборы сверхвысокой вытяжки (более 120-200), приборы высокой вытяжки (25-40) и приборы малой вытяжки (ниже 18-20, вплоть до 10-12);
- компактного или обычного прядения (по наличию устройства для компактирования пряжи).

По величине вытяжек деление приборов условное. В частности, прибор одной и той же конструкции, но выполненный с большей точностью, может обеспечивать более высокую вытяжку, сохраняя при этом требуемую равномерность и прочность пряжи. Чем больше вытяжка, допускаемая прибором, тем толще будет поступающий полуфабрикат (например, лента вместо ровницы).

Следует указать на одну принципиальную особенность устройства любого вытяжного прибора кольцевых прядильных машин: все приборы построены так, чтобы продукт, проходящий через вытяжные пары, не разрывался и сохранял при своем утонении непрерывность.

Наиболее распространенным вытяжным прибором (ранее устанавливаемым) является **трехцилиндровый двухремешковый вытяжной прибор ВР-1М** (рис. 2.9). Прибор имеет три линии рифленых цилиндров 1, 2 и 3. На всех трех

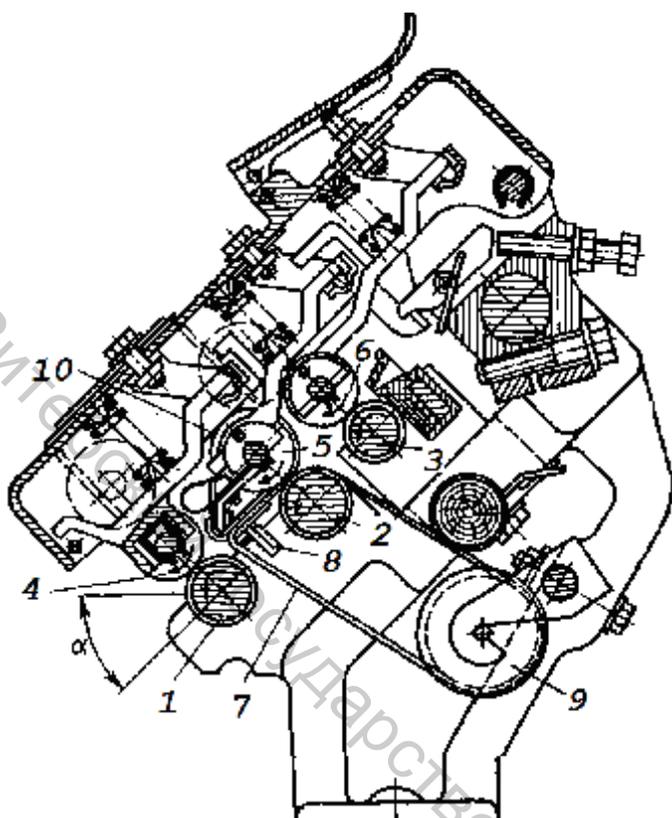


Рис. 2.9. Вытяжной прибор ВР-1М

линиях цилиндров сверху установлены нажимные валики 4, 5 и 6 с эластичным покрытием. Валики прижаты к цилиндрам пружинной нагрузкой. На средний цилиндр надет длинный ремешок 7, огибающий у переднего цилиндра направляющую планку 8 и внизу натяжной ролик 9. На средний верхний валик надевается короткий ремешок 10, прижимающийся к нижнему ремешку специальным пружинным устройством. При вращении среднего цилиндра 2 и верхнего нажимного валика 5 ремешки продвигают вытягиваемые волокна вперед к переднему цилиндру, не позволяя им «плавать», т.е. двигаться бесконтрольно.

Ровница, входящая в прибор, предварительно уплотняется в глазках (воронках-уплотнителях) водилки, совершающей возвратно-поступательные движения вдоль цилиндров, предохраняя поверхность эластичных покрытий валиков от неравномерного и быстрого истирания.

В передней зоне поставлен уплотнитель мычки. Пружинный зажим для верхнего ремешка помещен в откидной клеточке. Нагрузка на нажимные валики сделана индивидуальной. Техническая характеристика вытяжных приборов представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3.

Техническая характеристика вытяжных приборов различных конструкций

Характеристика	Тип вытяжного прибора			
	ВР-1М	ВР-2	ВР-3-45М	SKF типа РК 1500
Общая вытяжка	11 ÷ 60	30-40	до-65	до 80
Длина перерабатываемого волокна, мм	27/28 ÷ 41/42	27/28 ÷ 41/42	27/28 ÷ 41/42	25/26-45
Диаметры цилиндров, мм:				
передний	25	25	25	30/32
средний	25	25	25	25/27

задний	22	22	25	30/32
Диаметры валиков (по покрытию), мм	все 25	передний - 25 средний - 35 задний - 25	28 25 28	28 25 28
Нагрузка на валики, Н:				
передняя линия	100-110	80-90	100-160	100
средняя линия	60-70	75-85	100	100
задняя линия	50-60	50-70	140	150
Разводки, мм				
между передним и средним цилиндром	45	50	44	49
между средним и задним цилиндром	32-45	27-38	34-51	60-80

Одноремешковый вытяжной прибор ВР-2 с изогнутым полем вытягивания показан на рисунке 2.10. Такими вытяжными приборами оснащены кольцевые прядильные машины П-76-5М, П-66-5М4 (один из трех возможных приборов, устанавливаемых на машине этой марки) и П-83-5М.

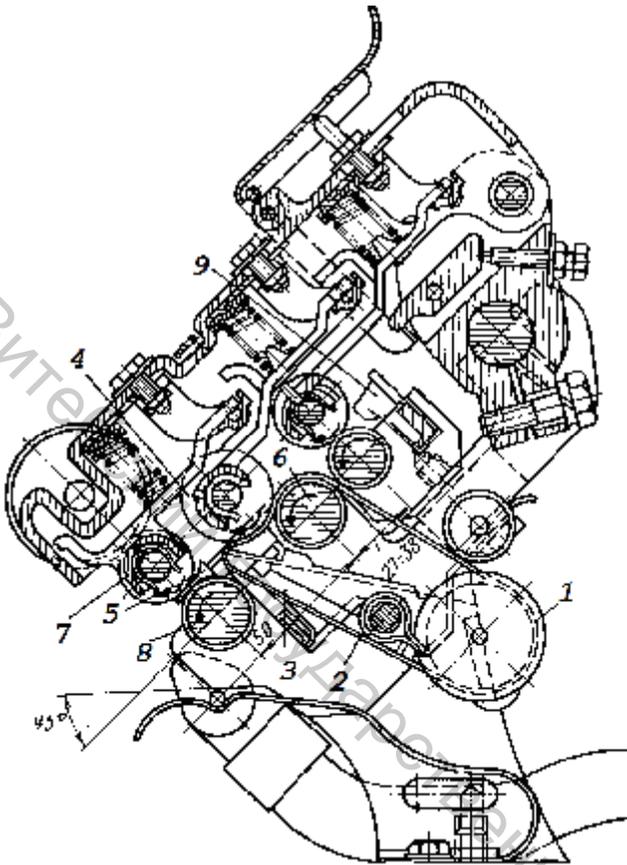
В приборе направляющий ремешок изогнут, это достигнуто за счет того, что увеличен диаметр среднего верхнего валика 4 и сам валик смещен вперед по движению продукта. В зажиме средней пары волокна прилегают на большей поверхности к валику и ремешку, и движение происходит без отставания волокон. Натяжной ролик 1 ремешка 2 давит своей осью на поверхность качающейся рамки 3, прижимая ее верхнюю часть, которую огибает ремешок, к верхнему среднему валику 4. Если между ремешком и валиком проходит утолщенная часть мычки, верхняя часть рамки отжимается, и при хорошо отрегулированной установке рамки нагрузка на мычку сохраняется примерно постоянной (около 1,47 Н).

В передней зоне вытягивания установлен уплотнитель мычки 5. Ось переднего нажимного валика 7 смещена вперед на 2 мм относительно оси переднего стального цилиндра 8, имеющего продольные рифли.

Средний нажимной валик 4 увеличенного диаметра (35 мм) с эластичным покрытием. Ось валика смещена вперед на 18 мм относительно оси среднего цилиндра, и поэтому создается

изогнутое поле вытягивания. Минимальный зазор между ремешком и передним рифленным цилиндром равен 2,5 мм. Прибор рассчитан для работы с вытяжкой до 40 при вытяжке в задней зоне 3,3. Перед задним вытяжным цилиндром и в активной зоне вытягивания установлены водилка 9 и уплотнитель мычки 5.

Рис. 2.10. Одноремешковый вытяжной прибор ВР-2



Вытяжной прибор ВР-3-45П (рис. 2.11) с рычагом нагрузки РК-225 имеет три линии цилиндров 9, 6, 15. На переднем и заднем цилиндрах установлены нажимные валики 1 и 7 с эластичными покрытиями. На средний цилиндр надет длинный ремешок 14, огибающий профильную планку 13. На валик 5 надет короткий ремешок 3. Длинный ремешок натягивается под действием подпружиненного натяжителя 12, расположенного на прутке 11 с пазом для заводки пружины. Пруток с натяжителем установлен в пазах цилиндрических стоек и закреплен с одной стороны скобой, а с другой — специальной шайбой 10. Посредством шайбы централизованно регулируется натяжение ремешков при повороте прутка с натяжителем. Ось выпускного валика 1 смещена вперед относительно оси цилиндра 15 на 2 мм. Средняя вытяжная пара образована средним цилиндром с нижним длинным ремешком и металлическим нажимным валиком 5 с верхним ремешком. Верхний ремешок огибает также рамку 4.

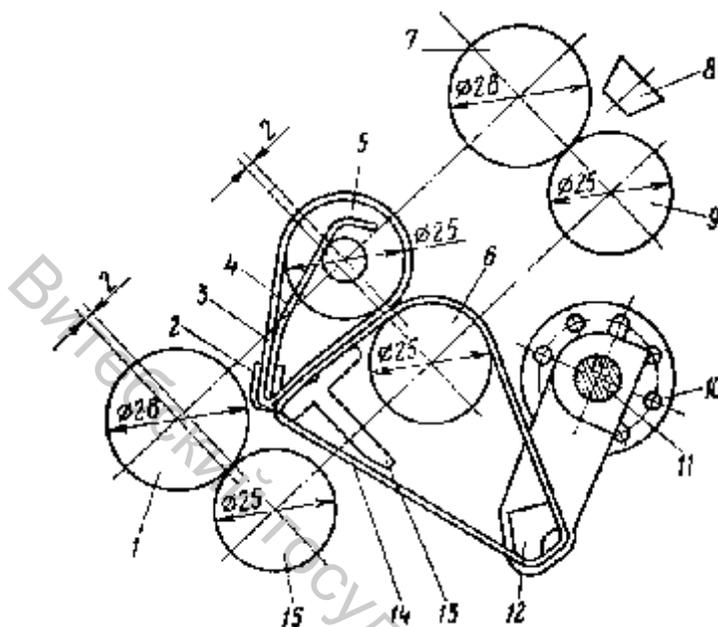


Рис. 2.11. Двухремешковый
вытяжной прибор ВР-3-45

На передней части рамки установлена сменная клипса 2, обеспечивающая требуемый зазор между передними кромками рамки и ремешковой планкой в местах зажима мычки ремешками. Прижим рамки к ремешковой планке и натяжение верхнего ремешка осуществляются специальной пластиной. Ось среднего валика 5 смещена назад относительно оси цилиндра на 2 мм. На входе прибора установлен уплотнитель 8 водилки.

Рифленые цилиндры всех трех линий установлены на опорах качения - на игольчатых подшипниках.

Вытяжной прибор ВР-3 — четырехцилиндровый трехзонный, одноремешковый (рис. 2.12,а). Создан ЦНИХБИ совместно с ВНИИЛТекмаш на базе прибора ВР-2. Прибор рассчитан на вытяжку до 200. Прибор имеет четыре линии цилиндров и нажимных валиков. Установлен под углом 45° . Вторая вытяжная пара осуществляет действительную вытяжку в зоне между II и III цилиндрами и одновременно допускает проскальзывание волокон в своем зажиме, распрямляя передние и задние концы волокон.

Вытяжной прибор СВР-1 сконструирован СКБТМ на базе прибора ВР-1. Прибор СВР-1 - пятицилиндровый, имеет вытяжную мощность до 400 и рассчитан для выработки пряжи высоких номеров (рис. 2.12,б). Как видно из рисунка, в приборе широко используются уплотнители. В первой зоне они плавающего типа, в остальных — с принудительным движением от планки водилки. Угол наклона I и II линий — 45° , остальных — 75° . Вытяжные приборы питаются подкрученной лентой, полученной на ленто-ровничной машине РЛ-192. Испытания нового вытяжного прибора показали, что выработанная при его использовании кардная пряжа средних линейных плотностей соответствовала первому сорту, а гребенная пряжа 10 текс — высшему.

Из числа приборов, разработанных зарубежными производителями, вытяжной прибор фирмы SKF (Швейцария) трехцилиндровый двухзонный двухремешковый (рис. 2.13). Данный тип вытяжных приборов получил в

последние годы наибольшее распространение в хлопкопрядении. Вытяжной прибор *SKF* с рычагом нагрузки *P3-1* имеет три линии цилиндров 8, 5 и 12. Вытяжные цилиндры разных рядов имеют различное рифление.

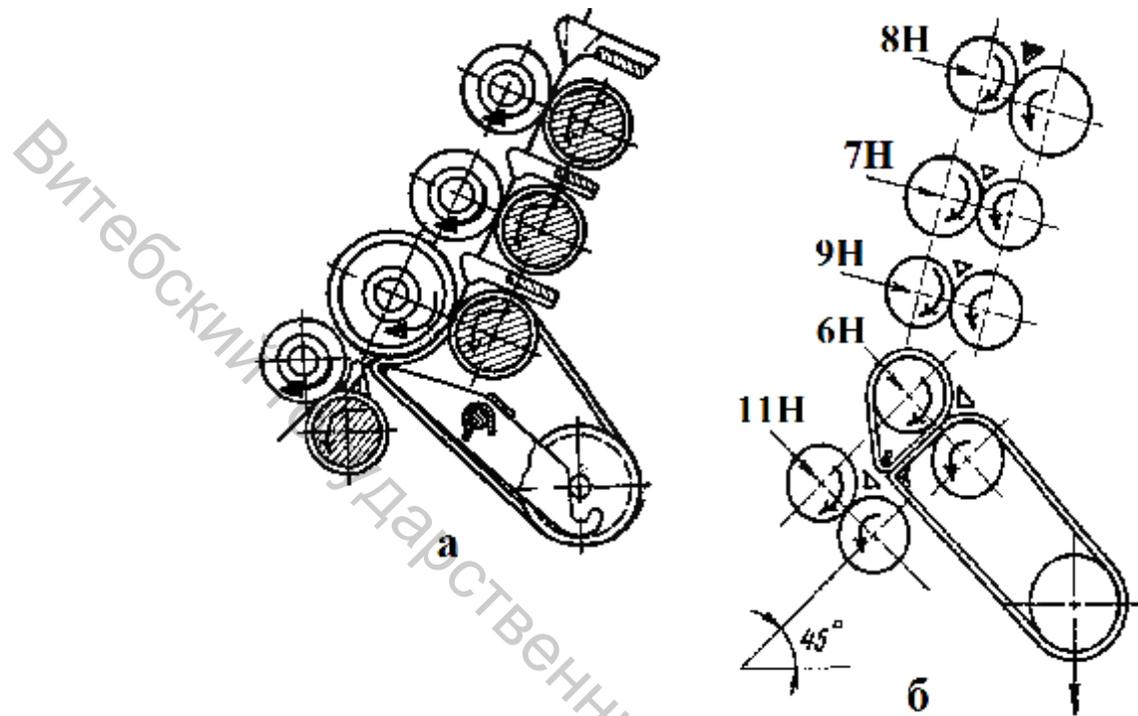


Рис. 2.12. Схемы вытяжных приборов прядильных машин

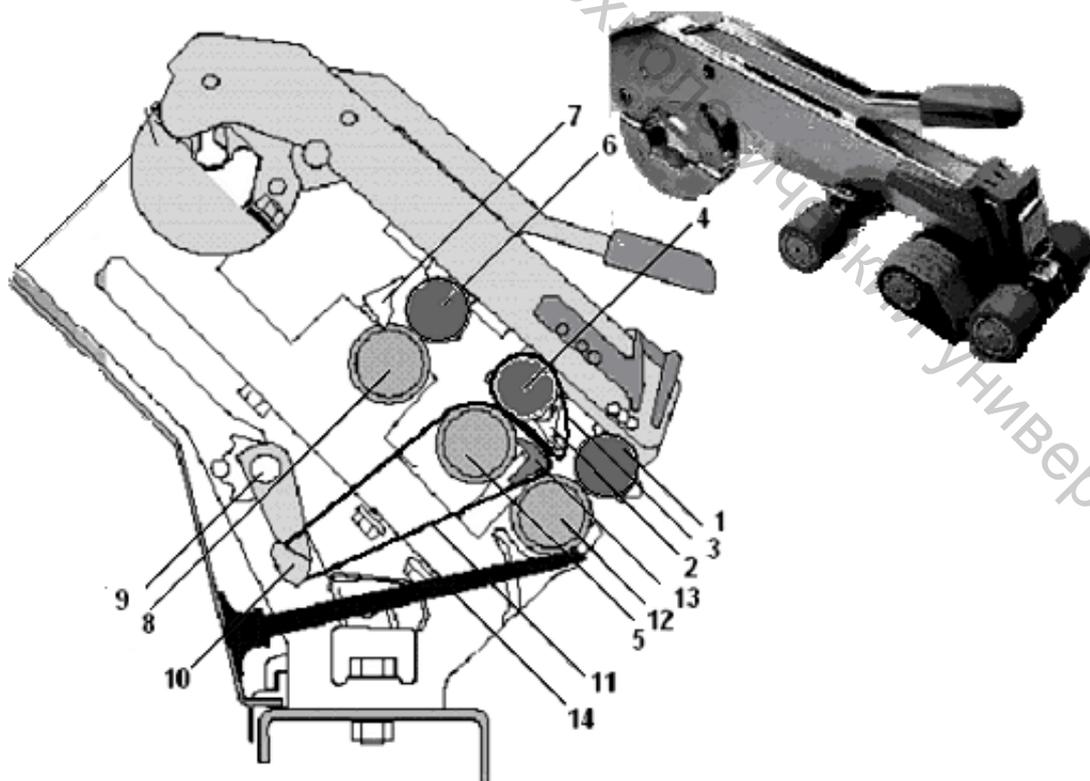


Рис. 2.13. Вытяжной прибор фирмы SKF (Швейцария)

На питающих и выпускных цилиндрах выполнено наклонное рифление, которое обеспечивает плавное вращение цилиндров и хороший зажим волокон. На среднем цилиндре выполнено ромбическое рифление, которое обеспечивает хорошее прижатие и меньшее проскальзывание нижнего длинного ремешка 11. Биение вытяжных цилиндров не превышает 0,001 мм. На переднем и заднем цилиндрах установлены нажимные валики 1 и 6 с эластичными покрытиями. На средний цилиндр 5 надет длинный ремешок 11, огибающий профильную планку *Ri-Q-bridge* 13. На валик 4 надет короткий ремешок 3. Длинный ремешок натягивается под действием натяжителя 10, расположенного на прутке 9. Оптимизированная траектория движения нижнего и верхнего ремешков обеспечивает хороший контроль за движением волокон, позволяет уменьшить неконтролируемое пространство и количество плавающих волокон в основной зоне вытягивания. Ось выпускного валика 1 смещена относительно оси цилиндра 12 на несколько миллиметров для уменьшения дуги обтекания пряжей выпускного цилиндра. Промежуточная вытяжная пара образована средним цилиндром 5 с нижним длинным ремешком и нажимным валиком 4 с верхним коротким ремешком. Верхний ремешок также огибает рамку 2. Ось среднего валика 4 смещена назад относительно оси цилиндра. На входе вытяжного прибора установлена уплотнительная воронка 7. Под вытяжным прибором установлен пневматический мычкоуловитель 14.

Общая вытяжка в вытяжном приборе новой конструкции может быть повышена до 80 без ухудшения качества пряжи. Это позволяет вырабатывать пряжу большого диапазона линейных плотностей из одной и той же ровницы, что уменьшает затраты на переналадку ровничных машин.

Значение вытяжки в основной зоне вытягивания, а также величину нагрузки на вытяжные цилиндры можно изменять простым нажатием кнопки на пульте управления машиной. Нагрузка на все линии нажимных валиков пневматическая. В вытяжном приборе можно перерабатывать смеси из 100 % хлопка, смеси хлопка с химическими и льняными волокнами, а также смеси из 100 % химических волокон.

Разновидностями вытяжных приборов фирмы SKF являются приборы типа *PK 1500* трехцилиндровые двухремешковые, предназначенные для переработки средневолокнистого хлопка, синтетических волокон их смесей, отличающиеся диаметрами нажимных валиков (рис. 2.14).

Для переработки хлопка и искусственных волокон, а также их смесей выпускают вытяжные приборы типа *PK 220* (рис. 2.15). В зависимости от вида перерабатываемого волокна изменяются разводки по зонам вытягивания: для средневолокнистого хлопка $R_1 = 44$ мм, $R_2 = 50...60$ мм, для длиноволокнистого хлопка $R_1 = 53$ мм, $R_2 = 50...60$ мм.

Для производства хлопчатобумажной пряжи из ленты со второго ленточного перехода разработаны 5-цилиндровые с двумя парами ремешков вытяжные приборы типа *PK 1500* (рис. 2.16).

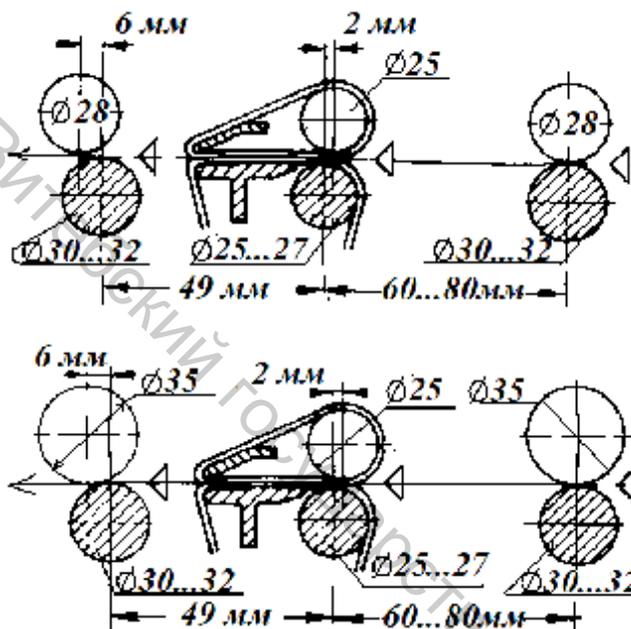


Рис. 2.14. Вытяжные приборы типа *PK 1500 604*, *PK 1500 602*

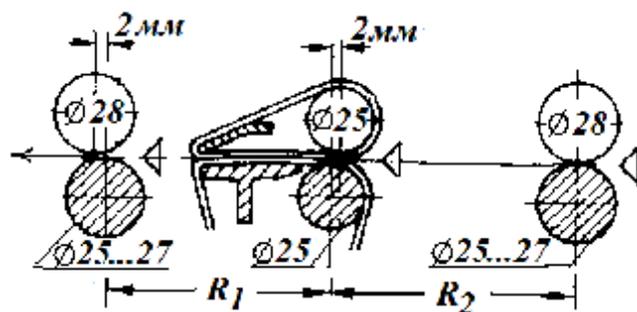


Рис. 2.15. Вытяжной прибор типа *PK 220*

Линейная плотность перерабатываемой ленты составляет 3-6 ктекс. Общую вытяжку в таком приборе устанавливают:

- ≤ 200 - при вытягивании ленты кардной системы прядения из очень коротких хлопковых волокон;
- 150-250 - при вытягивании ленты кардной системы прядения из средневолокнистого хлопка;
- 200-350 - при вытягивании хлопковой ленты гребенной системы прядения.

Вытяжной прибор состоит из двух секций: первая между парами 5 и 3 – зона предварительного вытягивания, вторая секция – между парами 3 и 1 – зона активной вытяжки. Диаметры валиков и цилиндров, разводки по зонам вытягивания представлены на рисунке 2.16.

Нагрузки на вытяжные пары 5 → 10-15-20 даН.

пары составляют на:

пара 1 → 9-12-15 даН;

пара 2 → 10-15-20 даН;

пара 3 → 15-20-25 даН;

пара 4 → 10-15-20 даН;

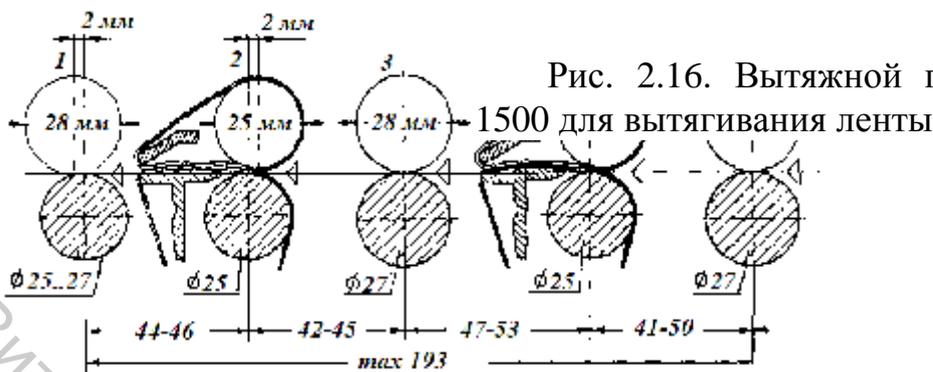


Рис. 2.16. Вытяжной прибор SKF типа РК
1500 для вытягивания ленты

2.5. ОБОСНОВАНИЕ НАКЛОНА ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА

На прядильной машине плоскость вытягивания в вытяжном приборе располагают наклонно (рис. 2.17,а). Цель наклона — уменьшить дугу обтекания переднего цилиндра выходящей мычкой. На этот участок мычки крутка не распространяется, и поэтому прочность на разрыв его составляет 22-44 % прочности готовой пряжи.

Пусть в поперечном сечении $MM\zeta$ (рис. 2.17,б) находится n_i волокон длиной l_i . Волокна, расположенные в мычке на участке MM'' , зажаты в вытяжной паре прибора по линии MM'' , а передними концами не пересекают сечение $CC\zeta$ у порога крутки продукта. Волокна, расположенные на участке $C''C\zeta$ зажаты в скрученном участке продукта, но уже вышли из зажима выпускной пары.

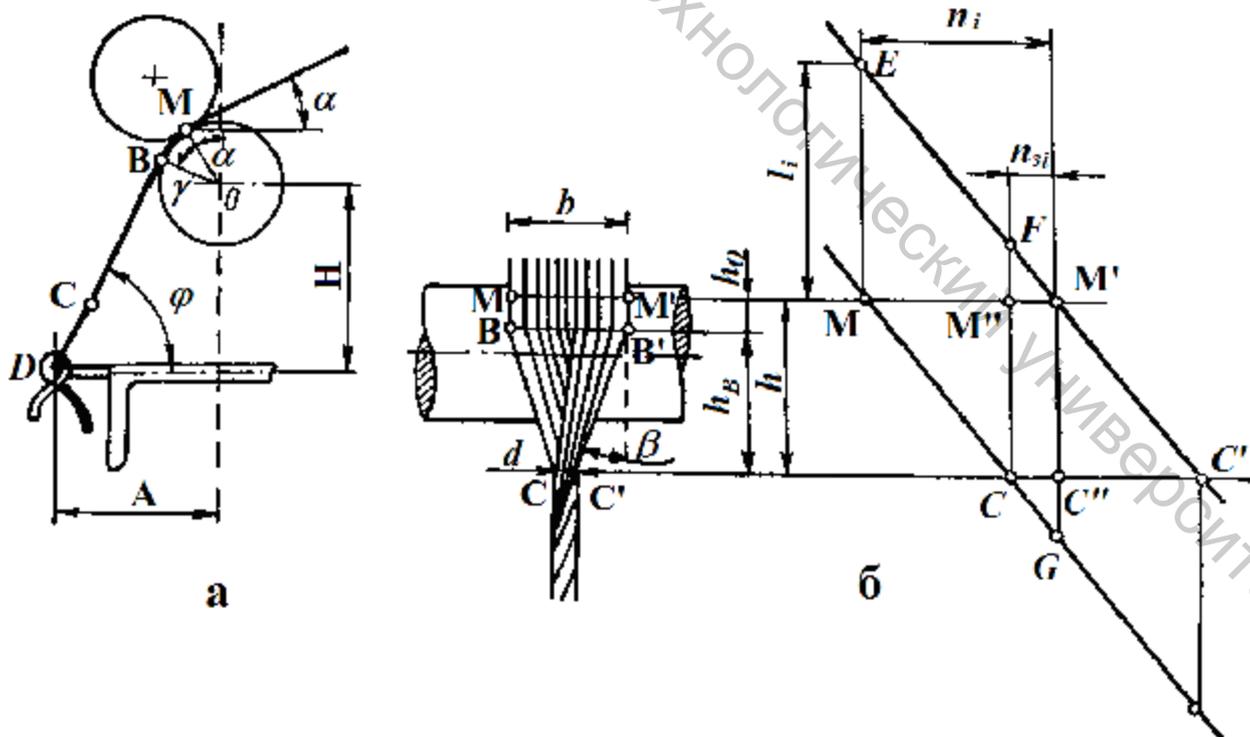


Рис. 2.17. Схема расположения волокон у порога крутки:

а - дуга обтекания цилиндра мычкой; б - количество зажатых волокон

Волокна, расположенные на участке $M''M'$, задними концами зажаты в вытяжной паре, а передними — в скрученном участке продукта. При приложении растягивающей нагрузки, приводящей к разрыву продукта, волокна участка $M''M'$ оказывают большое сопротивление деформации и рвутся, волокна участка MM'' проскальзывают относительно волокон пряжи, а волокна участка $C''C'$ — относительно выходящей мычки.

Количество волокон $M''M'$ с одновременно зажатыми обоими концами определяется из подобия треугольников $CC''G$ и $MM''G$:

$$n_{zi} = \left(1 - \frac{h}{l_i}\right)n_i, \quad (2.3)$$

а суммарное среднее число таких волокон разных длин

$$n_z = \sum_{l_{\min}}^{l_{\max}} n_{zi}. \quad (2.4)$$

Прочность мычки будет тем больше, чем больше в ней волокон, одновременно зажатых в сечениях CC и MM' .

Формула (2.4) показывает, что число нескользких волокон тем больше, чем меньше расстояние h .

Длина h - это сумма длины дуги обтекания MB (h_0), на которой мычка прижата к цилиндру, и высоты треугольника кручения CBV' (h_B).

Длина дуги обтекания MB , м,

$$h_0 = \frac{p \cdot d \cdot g}{360}, \quad (2.5)$$

где d - диаметр цилиндра, м; g - угол обтекания цилиндра мычкой, град.

Угол g связан с углом наклона вытяжного прибора a и углом наклона нити к горизонту j :

$$j = a + g \text{ и } g = j - a.$$

Ю.В. Павлов установил, что при использовании уплотнителей в передней зоне вытяжного прибора необходимо, чтобы $g \approx 10^\circ$. Для пряжи большой линейной плотности при ширине мычки $b = 2$ мм можно допустить $g = 20...25^\circ$.

Уменьшение дуги обтекания h_0 приближает порог крутки к линии защемления MM' волокон мычки передней парой. Эта дуга тем меньше, чем больше угол a , больше расстояние A и меньше расстояние H . Эти величины должны быть оптимальными по отношению к габаритам машины. При слишком

большом угле α может быть затруднено обслуживание машины из-за неудобства присучивания оборвавшейся нити, а также из-за необходимости располагать ровничную рамку более высоко. При расположении клапанов нитепроводников на большем расстоянии A от переднего цилиндра увеличивается ширина машины, а при малой величине H затруднен уход за цилиндрическим брусом. Угол наклона нити

$$j = \arcsin \frac{A \cdot r + H \sqrt{A^2 + H^2 - r^2}}{A^2 + H^2}, \quad (2.6)$$

где r - радиус переднего цилиндра.

Из рисунка 2.17,б видно, что мычка шириной b , сходя с цилиндра, сужается и скручивается в нить, начиная с сечения BB' . На участке $h_B = BC$ продукт оказывается ослабленным, так как не получает часть витков. Длина ослабленного участка

$$h_B = \frac{0.5b}{\operatorname{tg} b}, \quad (2.7)$$

где b - угол кручения продукта в сечении CC' , град.

$$\operatorname{tg} b = p \cdot d \cdot K_c, \quad (2.8)$$

где d - диаметр продукта в сечении CC' , м; K_c - крутка продукта в сечении CC' , кр./м.

Подставляя выражение для $\operatorname{tg} b$, получаем

$$h_B = \frac{0.5b}{p \cdot d \cdot K_c}. \quad (2.9)$$

Для уменьшения длины ослабленного участка h_B продукта уменьшают ширину мычки b , используя уплотнители и ограничители ширины мычки в вытяжном приборе, увеличивают крутку K_c в зоне формирования нити, уменьшая для этого угол $(90 - j)$ перегиба нити в нитепроводнике.

2.6. КРУЧЕНИЕ ПРОДУКТА НА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

2.6.1. Выбор направления и величины крутки пряжи

В зависимости от направления вращения крутильного органа волокнистый продукт получает либо правую крутку, обозначаемую Z , либо левую крутку — S . В хлопкопрядении левая крутка применяется редко, лишь при выработке пряжи, идущей на изготовление ниток или утка для полубархата и начесных тканей, в которых рисунок переплетения должен быть скрыт, и

поэтому необходима основная и уточная пряжа с круткой различного направления

Величина крутки, которую сообщают пряже, зависит от ряда факторов: назначения пряжи, линейной плотности пряжи, длины и линейной плотности волокон в пряже, природы волокон.

Обычно для повышения производительности прядильной машины вырабатывают пряжу с круткой меньшей, чем критическая. Увеличение крутки выше критической допускается лишь при выработке пряжи для креповых тканей.

Основную пряжу для ткачества вырабатывают с большей круткой, чем уточную; так как основа испытывает большее напряжение при переработке на ткацких станках и должна обладать большей упругостью. Пониженную крутку имеет пряжа, предназначенная для изготовления трикотажных изделий.

Крутка продукта – количество кручений на 1 м продукта, кр./м:

$$K = \frac{a_T \cdot 100}{\sqrt{T}}, \quad (2.10)$$

где a_T - табличный коэффициент крутки; T - линейная плотность продукта, текс.

Пряже сообщают тем большую крутку, чем короче и тоньше волокна, ее составляющие, меньше распрямленность этих волокон, меньше линейная плотность пряжи.

Рекомендуемые коэффициенты крутки пряжи кольцевого способа формирования приведены в табл. 2.4.

2.6.2. Влияние крутки на свойства продукта

Мычка, выходящая из вытяжного прибора, подвергается кручению, в результате которого между волокнами возникают силы трения, способные противостоять усилию, растягивающему продукт. Величина крутки влияет на физико-механические свойства пряжи.

Разрывная нагрузка продукта возрастает с увеличением крутки до некоторой величины и снижается при дальнейшем увеличении крутки. Разрывная нагрузка волокон используется в пряже лишь на 40-60 %. Основные причины этого: 1) неодинаковое напряжение волокон в момент разрыва пряжи и одновременный их разрыв; 2) наличие в сечениях пряжи выскальзывающих волокон, но не обрывающихся при обрыве пряжи; 3) уменьшенное число волокон в сечениях обрыва пряжи; 4) наличие в сечениях пряжи коротких волокон, сорных примесей; 5) отклонение оси волокон от оси продукта.

При параллельном расположении волокон, когда крутка равна нулю, прочность всех волокон была бы использована полностью при разрыве продукта и разрывная нагрузка выражалась бы отрезком $OA = P = P_B m_B$ (рис.2.18,а), где P_B - разрывная нагрузка волокна, m_B - число волокон.

Если учесть неравномерность волокон по свойствам коэффициентом k , то разрывная нагрузка пряжи будет выражаться отрезком $OA_1 = P = P_B \cdot m_B \cdot k$.

Таблица 2.4.

Рекомендуемые коэффициенты крутки пряжи кольцевого способа прядения

Линейная плотность пряжи, текс	Коэффициенты крутки для основной пряжи								Коэффициенты крутки для уточной пряжи							
	<i>Длина волокна, мм</i>															
	28/29	29/30	30/31	31/32	32/33	33/35	35/37	37/39	28/29	29/30	30/31	31/32	32/33	33/35	35/37	37/39
5,9	-	-	-	-	-	-	34,4	-	-	-	-	-	-	-	33,8	
7,5	-	-	-	-	-	38,3	33,5	-	-	-	-	-	-	35,4	32,3	
8,5	-	-	-	-	-	37,3	33,2	-	-	-	-	-	36,7	34,8	31,6	
9	-	-	-	-	-	36,9	33,2	-	-	-	-	-	36,4	34,8	31,6	
10	-	-	-	-	-	41	36	32,9	-	-	-	-	36	34,1	31	
10,8	-	-	-	-	-	40,3	35,2	31,8	-	-	-	-	35,8	33,4	30	
11,8	-	-	-	43,9	43,3	39,9	34,8	31	-	-	-	37,3	37	35,4	32,9	29,1
14	-	-	-	43	42,4	39,4	34,1	30,7	-	-	-	36,6	36,3	35,1	32,3	28,8
15,4	-	-	43,6	42,7	42	39,2	33,8	30,7	-	-	37	36,3	36	34,8	31,6	28,4
16,5	-	-	42,7	41,7	41,1	38,3	33,5	30,4	-	-	36,1	35,8	34,9	34,2	31,1	28,2
18,5	-	43,6	42	41,1	40,5	37,6	33,2	29,4	-	37	35,4	34,8	34,1	33,8	30	27,9
20	49,3	43,3	41,4	40,7	40	37,2	32,9	29,1	-	36,6	34,9	34,3	33,7	33,3	29,5	-
21	44,3	43,3	41,1	40,5	39,8	37	32,9	29,1	-	36,3	34,9	34,3	33,7	33,3	29,5	-
22	43,9	42,8	40,8	40,2	39,6	36,5	32,9	29,1	-	35,8	34,9	34,3	33,7	32,8	29,1	-
25	43,3	42,1	40,5	39,8	39,2	36	32,6	28,8	36	35,4	34,4	33,8	33,2	32,4	28,8	-
27	42,8	41,5	40,1	39,5	38,9	35,7	32,3	28,8	36	35	34,4	33,8	33,2	32,4	-	-
29	42,9	41,1	39,8	39,2	38,6	35,4	32,3	28,5	35,5	34,6	34	33,4	32,7	31,8	-	-
34	41,4	40,5	39,2	38,2	37,6	34,4	31,9	-	34,1	32,7	32,1	31,7	31,4	31	-	-
36	41,1	40,2	38,9	37,9	37,3	34,1	31,6	-	33,8	32,2	31,6	31,3	31	30,7	-	-
38	40,5	39,7	38,5	37,3	36,8	-	-	-	33,3	31,7	31,1	30,8	-	-	-	-
42	39,8	39,2	37,9	36,7	36,4	-	-	-	32,9	31,3	30,7	30,3	-	-	-	-
50	39,2	38,3	36,7	35,7	-	-	-	-	31,9	30,7	28,4	-	-	-	-	-

Если бы использование прочности волокон в прочности пряжи с увеличением крутки не изменялось, то при любой крутке, как и при отсутствии ее, разрывная нагрузка характеризовалась бы прямой A_1B_1 . Однако с увеличением крутки увеличивается наклон волокон к оси продукта, увеличивается угол b (рис. 2.18,б) и прочность волокна не в полной мере используется в прочности пряжи. Принимая разрывную нагрузку волокна P_B как равнодействующую двух сил P'_B и P''_B , видно, что сила $P'_B = P_B \cos b$. С увеличением угла кручения уменьшается $\cos b$, следовательно, уменьшается разрывная нагрузка пряжи. Кривая разрывной нагрузки пряжи при увеличении крутки отклоняется от линии A_1B_1 и изменяется по линии A_1D .

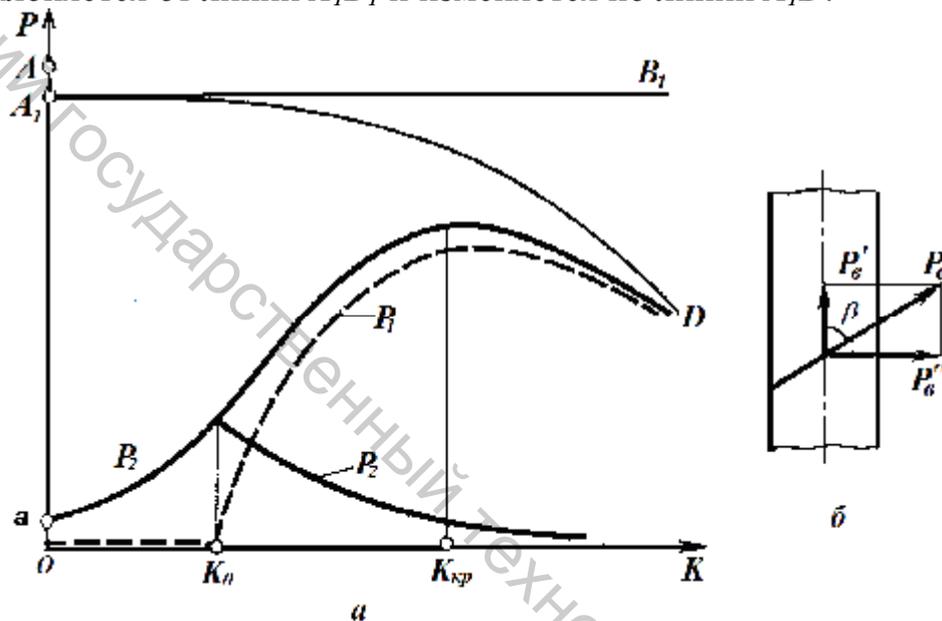


Рис. 2.18. Зависимость разрывной нагрузки пряжи от крутки

Приведенные рассуждения справедливы тогда, когда при разрыве пряжи в каком-либо сечении разрываются все волокна. В реальных условиях при разрыве пряжи внешняя растягивающая сила P преодолевает, во-первых, сопротивление разрывающихся волокон, затрачивая усилие P_1 и, во-вторых, сопротивление скользящих волокон, пересекающих линию разрыва пряжи, затрачивая на это усилие P_2 . Следовательно, разрывная нагрузка пряжи

$$P = P_1 + P_2, \quad (2.11)$$

$$P_1 = \frac{T}{T_B} \left(1 - \frac{2l_0}{l} \right) p_B \cdot m, \quad (2.12)$$

$$P_2 = \frac{T}{T_B} \cdot \frac{2F \cdot l_0}{l}, \quad (2.13)$$

где T - линейная плотность пряжи; T_B - средняя линейная плотность волокон; p_B - средняя разрывная нагрузка волокон; m - коэффициент, учитывающий снижение средней прочности волокон из-за неравномерного их натяжения при кручении, неравномерного распределения нагрузки между волокнами, а также наклонного положения волокон в крученом продукте; F - средняя величина сопротивления одного выскальзывающего волокна (изменяется от p_B до нуля, поэтому можно принять $F = 0.5 \cdot p_B$).

Соотношение скользящих и разрывающихся волокон изменяется с увеличением крутки. При нулевом значении крутки разрывная нагрузка продукта обусловлена только силами цепкости волокон и имеет небольшую величину (Oa). При скручивании продукта между волокнами возникают силы трения и разрывная нагрузка пряжи возрастает.

До некоторого значения крутки K_0 силы трения между волокнами еще недостаточно велики, и при разрыве пряжи внешняя растягивающая сила преодолевает сопротивление скользящих волокон. Разрывающихся волокон еще нет.

При дальнейшем увеличении крутки $K > K_0$ силы трения между волокнами возрастают, и при разрыве пряжи уже появляются разрывающиеся волокна, затрачивается усилие P_1 . Кривая P_1 с увеличением крутки вначале быстро возрастает, а затем замедляется и асимптотически приближается к естественному пределу - линии A_1D .

С повышением крутки, начиная с K_0 , доля скользящих волокон при разрыве пряжи быстро уменьшается, поэтому уменьшается и другая составляющая разрывной нагрузки пряжи P_2 .

Сумма ординат P_1 и P_2 показывает характер изменения разрывной нагрузки пряжи при увеличении крутки. При некотором значении крутки разрывная нагрузка пряжи достигает максимальной величины. Это значение крутки называют критической круткой $K_{кр}$. Она зависит от природы, длины и разрывной нагрузки волокон и линейной плотности пряжи. Обычно пряже сообщают крутки ниже критической.

Во всех практических случаях разрывная нагрузка пряжи меньше, чем суммарная разрывная нагрузка волокон, находящихся в ее поперечном сечении. Также относительная разрывная нагрузка пряжи R меньше относительной разрывной нагрузки составляющих ее волокон R_B . Их отношение характеризует коэффициент использования разрывной нагрузки волокна в разрывной нагрузке пряжи КИП.

$$K_{и.п} = \frac{R}{R_B}. \quad (2.14)$$

Для хлопчатобумажной пряжи КИ.П. = 0,44...0,53.

Неровнота по разрывной нагрузке пряжи C_p (см. рис. 2.19) с увеличением крутки до величины, близкой к критической, снижается сначала быстро, а затем медленно. При дальнейшем увеличении крутки неровнота увеличивается сначала быстро, а затем медленно. Вначале крутка способствует упрочнению слабых мест, так как витки чаще ложатся на более тонкие участки пряжи, увеличивая их прочность. Увеличение неровноты после достижения критической крутки происходит вследствие перекручивания и ослабления тонких мест нити.

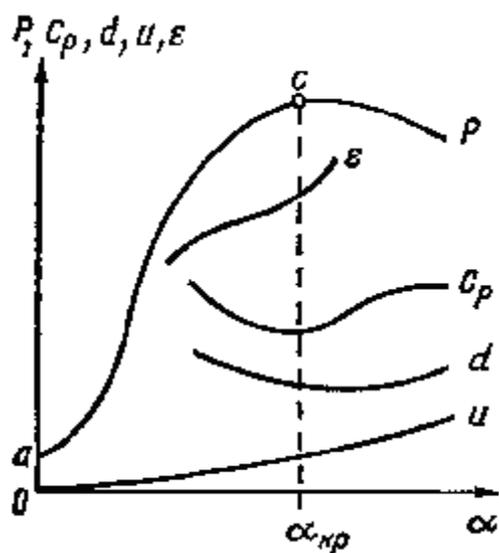


Рис. 2.19. Влияние крутки на свойства крученого продукта

Укрутка пряжи проявляется в том, что длина пряжи l оказывается на 2 - 6% меньше, чем длина l_0 мычки, из которой она получена. Отношение длины пряжи к длине мычки называют коэффициентом укрутки

$$K_y = \frac{l}{l_0} \quad (2.15)$$

Отношение укорочения мычки к ее первоначальной длине называют укруткой и выражают в процентах.

$$y = \frac{l_0 - l}{l_0} 100 = (1 - K_y) \cdot 100 \quad (2.16)$$

Укрутка пряжи тем больше, чем толще пряжа, чем больше крутка (см. рис. 2.19), чем больше модуль первого рода E и чем меньше натяжение пряжи при кручении.

Коэффициент укрутки можно рассчитать по эмпирической формуле К.И. Корицкого:

$$K_y = 1 - \frac{9 \cdot a_T^2 \cdot \sqrt[3]{T}}{10^6} \quad (2.17)$$

В зависимости от линейной плотности пряжи T и коэффициента крутки a_T (табличного) коэффициент укрутки $K_y = 0,93...0,99$.

Объемная плотность пряжи с увеличением коэффициента крутки замедленно возрастает вследствие повышения ее уплотненности.

Диаметр пряжи с увеличением коэффициента крутки сначала уменьшается быстро под действием радиальных сил, сжимающих волокна при кручении. Затем это уменьшение замедляется и, наконец, по достижении определенной величины крутки под влиянием укрутки диаметр снова возрастает (см. рис. 2.19). Расчетный диаметр пряжи, мм

$$d_{расч} = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{r}}, \quad (2.18)$$

где r - объемная плотность пряжи (для хлопчатобумажной пряжи 0,8-0,9 г/см³).

Удлинение пряжи при разрыве ϵ (см. рис. 2.19) с увеличением крутки возрастает в результате быстрого увеличения поперечного сжатия пряжи. При этом возрастает обратимая деформация.

Выносливость пряжи при многократном растяжении с увеличением крутки возрастает.

2.6.3. Анализ процесса кручения

За один оборот бегунка нить получает одно кручение. Число кручений на единицу длины продукта, кр./м, подаваемого в зону кручения:

$$K = \frac{n_{\sigma}}{V_{B.Ц.} \cdot K_y} = \frac{n_{\sigma}}{pd_{B.Ц.} \cdot n_{B.Ц.} \cdot K_y}, \quad (2.19)$$

где n_{σ} - частота вращения бегунка, мин⁻¹; $V_{B.Ц.}$ - окружная скорость выпускного цилиндра, м/мин; K_y - коэффициент укрутки мычки; $d_{B.Ц.}$ - диаметр выпускного цилиндра, м; $n_{B.Ц.}$ - частота вращения выпускного цилиндра, мин⁻¹.

Длина пряжи, наматываемой в единицу времени, равна длине мычки, выпущенной вытяжной парой за это время, с учетом укрутки, т.е. равна скорости наматывания

$$V_H = V_{B.Ц.} K_y = pd_H (n_B - n_{\sigma}), \quad (2.20)$$

где d_H - диаметр витка намотки; n_B - частота вращения веретена, мин⁻¹.

$$n_{\sigma} = n_B - \frac{V_{B.Ц.} \cdot K_y}{pd_H}. \quad (2.21)$$

Подставляя выражение формулы (2.21) в формулу (2.19), получим

$$K = \frac{n_B}{V_{В.Ц} \cdot K_y} - \frac{1}{pd_H}. \quad (2.22)$$

Формула (2.22) показывает, что число кручений K пряжи, намотанной на початок, несколько меняется в зависимости от изменения диаметра витка намотки на патроне: при увеличении d_H пряже сообщается большая крутка. Разница в числе кручений при намотке хлопчатобумажной пряжи на участках конуса намотки с большим и меньшим диаметрами витков оказывается около 1 %. Таким образом, пряжа на початке имеет крутку меньше рассчитанной по формуле (2.19). Но при разматывании пряжи с початка в осевом направлении каждый сматываемый виток пряжи добавляет ей одно кручение, и число кручений пряжи, смотанной с початка,

$$K = \frac{n_B}{V_{В.Ц} \cdot K_y} - \frac{1}{pd_H} + \frac{1}{pd_H} = \frac{n_B}{V_{В.Ц} \cdot K_y}. \quad (2.23)$$

Эту формулу применяют на практике при расчете крутки.

Неровнота по крутке создается при движении кольцевой планки. При опускании планки на паковку наматывается пряжа меньшей длины, чем подается, так как часть ее компенсирует увеличение высоты баллона. Поэтому нить дольше остается в зоне кручения и получает большую крутку. При подъеме кольцевой планки нить получает меньшую крутку. С учетом скорости движения планки $V_{К.П.}$ крутка пряжи на початке

$$K = \frac{n_B}{V_{В.Ц} \cdot K_y \pm V_{К.П.}} - \frac{1}{pd_H}. \quad (2.24)$$

Знак плюс при скорости $V_{К.П.}$ соответствует подъему кольцевой планки, а знак минус — ее опусканию. Неровнота по крутке по этой причине возникает на сравнительно коротких участках нити.

Неровнота пряжи по крутке возникает также из-за неровноты пряжи по линейной плотности (так как толстые места скручиваются труднее, а тонкие получают большую крутку), неравномерного вращения веретен вследствие плохой смазки и неравномерного скольжения тесьмы, слабой посадки патронов на веретена, неправильного присучивания ровницы и других причин. Обычно неровнота по крутке может быть около 8 %.

2.7. ОСНОВНЫЕ ОРГАНЫ КРУТИЛЬНОГО МЕХАНИЗМА

2.7.1. Нитепроводники

Назначение их состоит в следующем:

- 1) уменьшение дуги обтекания мычкой переднего цилиндра;
- 2) правильное расположение вращающейся нити относительно веретена;
- 3) уменьшение разницы в натяжении нити в течение наработки съема;
- 4) захватывании концов нитей при их обрыве и предотвращении тем самым захлестывания и обрывов соседних нитей.

Нить, выходя из вытяжного прибора, проходит через направляющий глазок нитепроводника (рис. 2.20), закрепленный на металлическом откидном клапане. Заднюю стенку нитепроводника устанавливают строго по оси веретена, чтобы уменьшить колебания натяжения пряжи при каждом обороте вокруг веретена, а следовательно, и обрывность. Поверхность нитепроводника цементируют, а на конце его делают насечку для захвата оборвавшихся нитей.

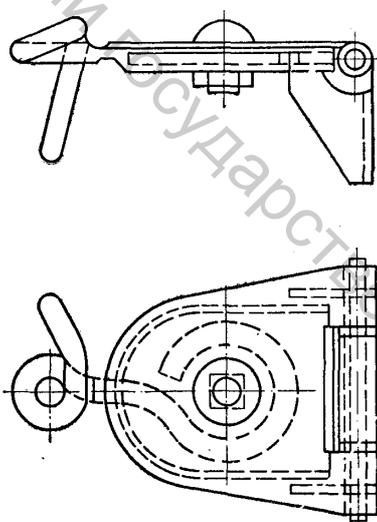


Рис. 2.20. Нитепроводник

Нитепроводники получают возвратно-поступательное движение вместе с кольцевой планкой от мотального механизма через систему рычагов и колонки для снижения разницы натяжения нити. Однако размах нитепроводника меньше подъема кольцевой планки. При снятии съема нитепроводники откидываются вверх вручную или автоматически.

2.7.2. Бегунки

Бегунок представляет собой стальную скобочку из игольной проволоки класса А (ГОСТ 11031-76), через которую продевают нить, идущую на початок. При вращении веретена нить натягивается и бегунок движется по кольцу за вращающейся нитью. При вращении бегунок прижимается к кольцу центробежной силой и движется со скоростью 28-40 м/с. Большое удельное давление, высокий коэффициент трения о кольцо и большой путь, совершаемый им при работе (800 км и более за 8 ч), приводят к сильному разогреву ножки бегунка (до 360-500 °С). Вследствие этого углерод стали окисляется, металл становится мягким — бегунок выгорает, т.е. перетирается и вылетает с кольца. Износ бегунка ускоряется под действием дополнительных причин: изношенной поверхности кольца, неравномерности нити, проходящей через бегунок, неправильно выбранных размеров бегунка [12].

Бегунки выпускают двух типов: С-образные и эллиптические (рис. 2.21,а). Твердость бегунков всех типоразмеров *HRC 50-56*, а шероховатость рабочей поверхности должна быть не ниже 9 класса. Бегунки этих форм выпускают с различными дужками, отличающимися высотой *H* (рис. 2.21,б), шириной *B* и расстоянием между ножками *b*. Размеры бегунка должны соответствовать размеру бортика кольца. Для колец с шириной бортика 2,75 мм применяют эллиптические бегунки экстра малой дужки (Э-ЭМ/д), для колец с шириной бортика 3,2 мм — эллиптические и С-образные бегунки особо малой дужки (Э-ОМ/д и С-ОМ/д) и малой дужки (Э-М/д и С-М/д), а для колец с шириной бортика 4 мм — С-образные бегунки большой дужки (С-Б/д). Способ заправки пряжи под бегунок показан на рисунке 2.21,в.

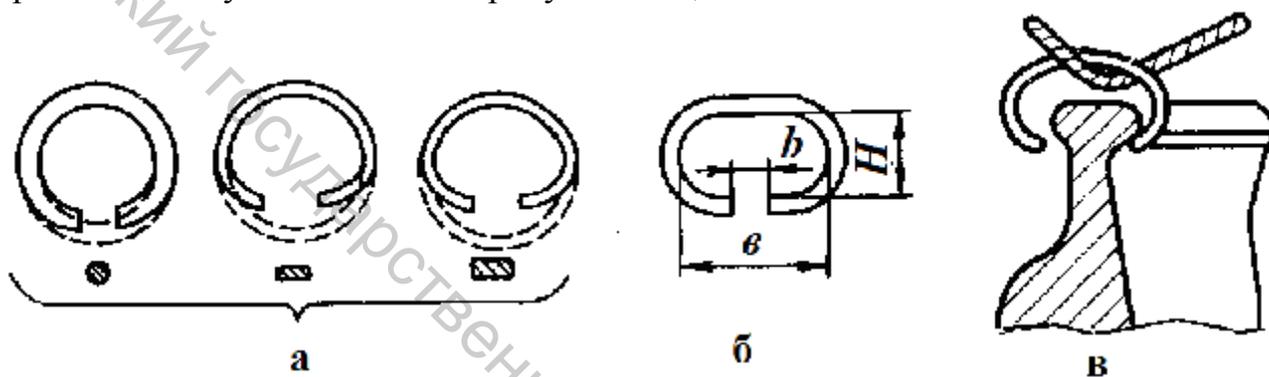


Рис. 2.21. С-образные (а) и эллиптические (б) бегунки

В зависимости от типоразмеров бегунков применяют три варианта сечений: круглое К, плоское П и сегментное С. Бегунок круглого сечения имеет лучший контакт с пряжей, однако износостойкость его невелика из-за очень малой площади контакта с кольцом. При плоском сечении улучшаются условия взаимодействия бегунка с кольцом, но ухудшаются условия прохождения пряжи через бегунок. При сегментном сечении с относительно большим радиусом (2-3 мм) пряжа лучше охватывает дужку бегунка, и площадь контакта бегунка с кольцом увеличивается. Для того чтобы увеличить расстояние от места прохождения пряжи до контактной площадки бегунка с кольцом, нагревающейся до высокой температуры, и предотвратить плавление химических волокон, добавляемых в смесь, созданы бегунки, имеющие прямоугольную дужку и сегментное сечение.

Выбор бегунка определяется размерами кольца, по которому бегунок должен двигаться, т.е. шириной бортика кольца и массой бегунка, от которой зависит развиваемая в движении центробежная сила, а следовательно, и натяжение нити при наматывании.

В зависимости от массы бегунков установлена их нумерация (рис. 2.22).

Номер бегунка соответствует массе в граммах 1000 шт. бегунков. Так, № 32 бегунка означает, что 1000 таких бегунков имеют массу 32 г. Чем меньше диаметр патрона, тоньше пряжа, выше частота вращения веретен, больше

диаметр кольца (т.е. во всех случаях, когда увеличивается натяжение при наматывании), тем легче должен быть бегунок [13].

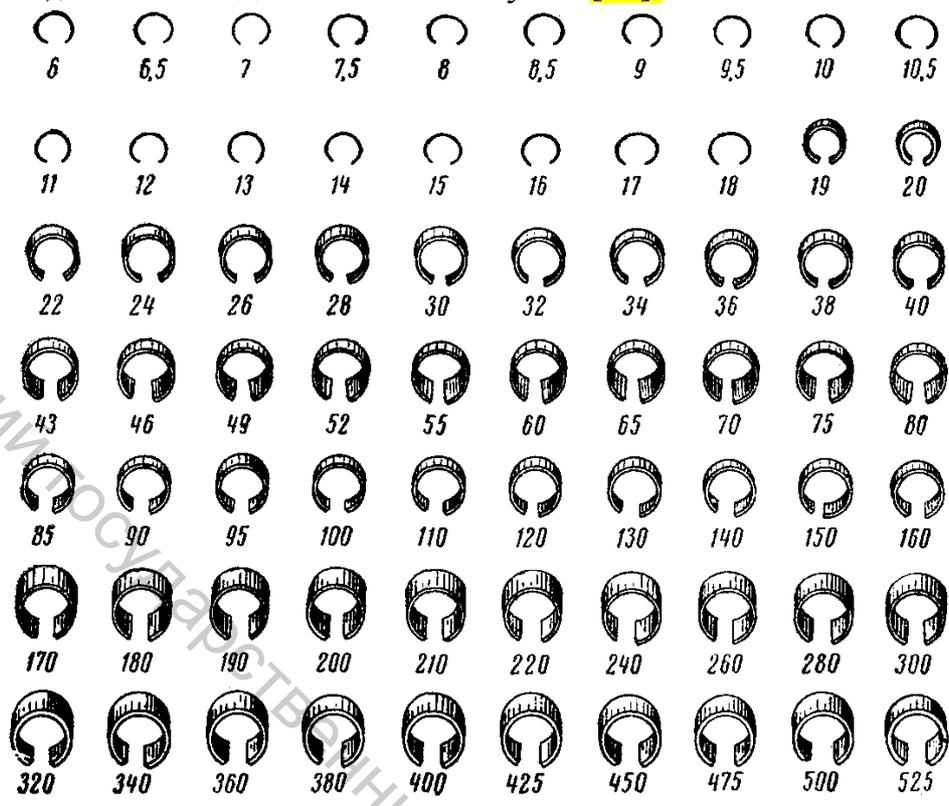


Рис. 2.22. Бегунки различных номеров

Приближенно массу бегунка, мг, можно рассчитать по формуле И.Г. Обуха:

$$m_{\sigma} = \frac{(H + 40)m \cdot T \cdot 1000}{D_k \cdot n_B^2 \cdot f}, \quad (2.25)$$

где H - подъем кольцевой планки, мм; m - величина, определяемая по формулам: для основы $m = 17914 - \frac{249735}{T}$, для утка $m = 14331 - \frac{199807}{T}$; T - линейная плотность пряжи, текс; D_k - диаметр кольца, мм; n_B - частота вращения веретен, мин⁻¹; f - коэффициент трения (для обработанных колец $f = 0.65 - 0.00004 \cdot n_B$, для необработанных новых колец $f = 0.65 - 0.00003 \cdot n_B$).

Для определения массы бегунка можно использовать формулу К.И. Корицкого (для пряжи средней линейной плотности)

$$m = \frac{0.00155 \cdot T \cdot (H + h + R_k)^2}{D_k}, \quad (2.26)$$

где h - расстояние от нитепроводника до верхушки веретена (≈ 52 мм); R_K - радиус кольца, мм [8].

Зарубежными производителями, в частности фирмой *Reiners+Fürst*, выпускаются следующие виды бегунков:

- *Black-Speed* – бегунки, на поверхности которых в результате химико-термической обработки образуется черный блестящий оксидный слой, увеличивающий износостойкость и являющийся антикоррозийным. Термостойкость бегунка также повышенная;
- *Econ* – бегунки из сплава легированной стали, что увеличивает их износостойкость. Предварительным прокаливанием бегунков добиваются повышения термостойкости поверхностного слоя;
- *Cera-Nit* – бегунки со специальной обработкой, которые могут работать при отсутствии смазки на поверхности колец. Предназначены для использования при высокой частоте вращения веретен;
- *Dia-Dur* – бегунки также применяются при использовании высокоскоростных веретен. Линейная скорость бегунка до 40 м/с. Характеризуются очень высоким сроком эксплуатации, повышенной износостойкостью и низкой обрывностью пряжи [10].

Фирмой *SKF* рекомендуются бегунки различной формы и профиля поперечного сечения. На рисунке 2.23 представлены основные профили бегунков: *а* - *C*-образный; *б* - *T*- с низкой дугой; *в* - *N*-суженой формы; *г* - *El*-эллиптический; *д* - *H-El* –полуэллиптический [21].

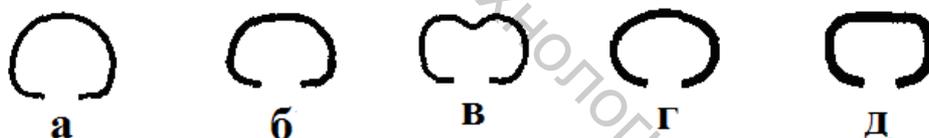


Рис. 2.23. Профили бегунков, выпускаемых фирмой SKF

Различные профили поперечного сечения бегунков требуются для достижения высокого и одинакового качества пряжи из различных волокон либо позволяют повышать скорости прядения. Бегунки профиля *г* - (round wire)-круглого сечения (рис. 2.24,*а*) предпочтительней использовать для переработки пряжи из длиноволокнистого хлопка или синтетических волокон. Профили *hr* (half round) - полукруглые (рис. 2.24,*б*), и *hd* (half round wide) - полукруглые широкие (рис. 2.24,*в*), используют для переработки пряжи из коротких волокон. Профиль *f* (flat) - плоский (рис. 2.24,*г*) и *f Type-F* (extra flat) - экстремально тонкий (рис. 2.24,*д*), используют для получения пряжи с минимальной ворсистостью из гребенного хлопка. Профиль *rf* (round flat) - круглоплоские, (рис. 2.24,*е*) круглая часть бегунка выполнена в точке, где происходит касание нити бегунка, а плоская часть контактирует с поверхностью кольца, используются

такие бегунки при переработке пряжи из синтетических волокон, особенно акриловых.

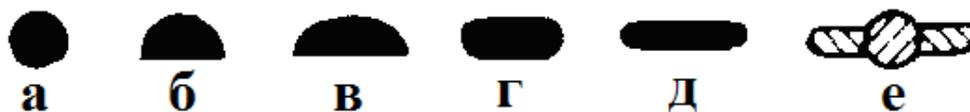


Рис. 2.24. Профили поперечного сечения бегунков фирмы SKF

На современных кольцевых прядильных машинах бегунки могут работать при скорости 32-40 м/с. Дальнейшее повышение скорости бегунка приводит к сильному нагреванию, сокращению срока его работы и к резкому повышению обрывности. Таким образом, условия работы бегунка препятствуют дальнейшему увеличению частоты вращения веретен, а значит и производительности оборудования. Поэтому совершенствование бегунков происходит в направлении повышения их износостойкости, снижения коэффициента трения, разработки рациональной геометрии.

2.7.3. Кольца

Кольцо служит опорной и направляющей поверхностью для движения бегунка. Кольца изготовляют из специальной стали (марки 45 или 50), нитроцементируют на глубину 0,3 мм углеродом и азотом и закаляют. После этого твердость колец должна составлять $HRC = 60-63$. Для уменьшения трения бегунка о кольцо поверхность кольца с помощью электрополировки доводят до высокой степени чистоты (10 класс и выше).

Существует несколько типов колец, различающихся по ширине направляющего бортика, по форме стенок и количеству рабочих бортиков. Кроме того, кольца различают по их рабочему диаметру.

В однобортных кольцах с горизонтальным бортиком *ОГ* (рис. 2.25) для работы используется только верхний бортик, а нижняя часть кольца служит для его укрепления в кольцевой планке. В двубортных кольцах *КД* (рис. 2.26,а) при срабатывании одного бортика кольца переворачивают. Однако при длительной работе одного бортика (несколько лет) второй бортик утрачивает свою шлифовку.

Бортики

ограничивают размер паковки при наматывании нити на патрон. Поэтому применяют кольца с изогнутой

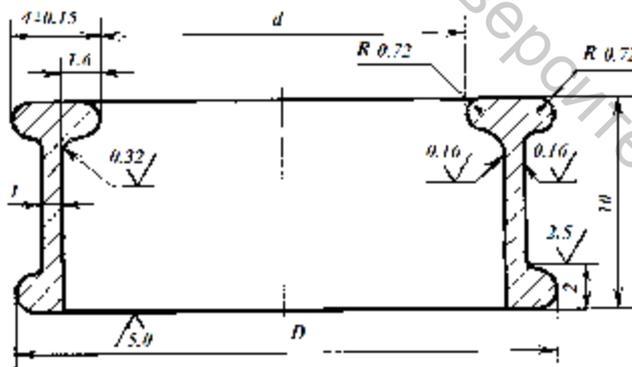


Рис. 2.25. Однобортное кольцо с горизонтальным бортиком и прямой стенкой *ОГ*

стенкой КРГ – кольца рациональной геометрии (рис. 2.26,б), в которых рабочий диаметр кольца увеличен, а бортики в сечении несимметричны и ножка бегунка не давит на стенки кольца, т.е. снижается вероятность заклинивания бегунка при вращении. Такие кольца работают дольше колец ОГ в 1,5-2 раза. Вылет бегунков при работе также снижается в 2-2,5 раза. Ширину бортика 3,25 или 2,8 мм имеют кольца КРГ-2, а 2,8 мм – КРГ-3. Кольца КРГ-3 отличаются от колец КРГ-2 увеличенным углом наклона внутренней поверхности верхнего фланца (с 7 до 20°), что обеспечивает большую площадь контакта его с бегунком.

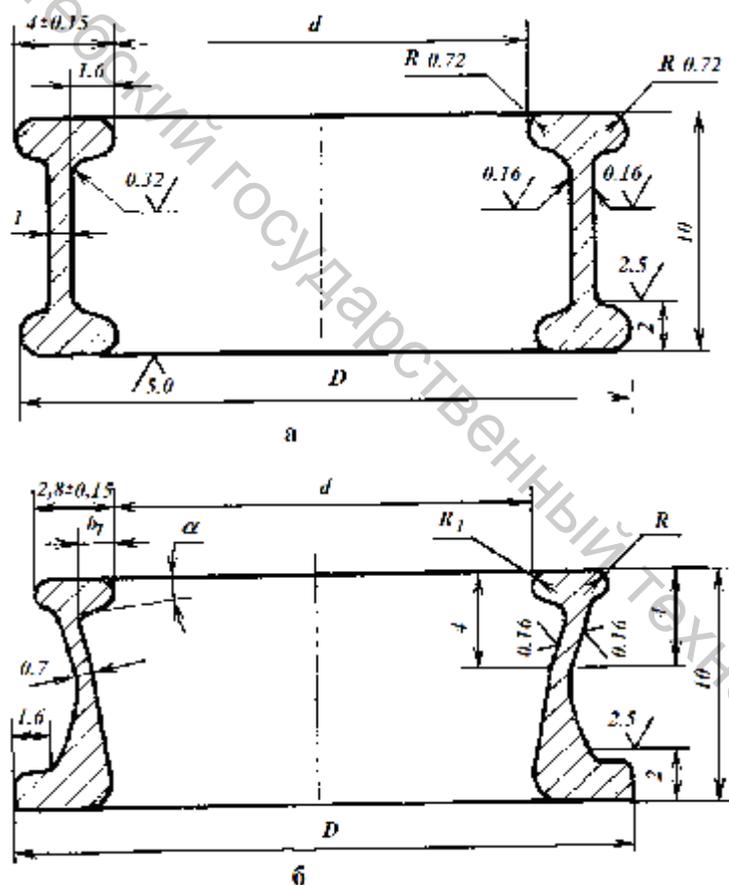


Рис. 2.26. Двубортное кольцо КД - (а), кольцо с наклонной стенкой КРГ - (б)

Ширину бортика и диаметр кольца выбирают в зависимости от формы бегунка (длины дужки) и от назначения и линейной плотности пряжи (таблица 2.5). В соответствии с диаметром кольца находят диаметр патрона, подъем кольцевой планки, расстояние между веретенами, номер бегунка и частоту вращения веретен.

Для очистки бегунков применяют пухоочистители, устанавливаемые на кольцевой планке на расстоянии 1,5-2 мм от него. Срок службы кольца при скорости бегунка 30 м/с составляет примерно 40 месяцев. Новые кольца должны проходить обязательную обкатку в течение трех месяцев при пониженной на 10-20 % скорости.

Таблица 2.5.

Габаритные размеры колец

Однобортные, двубортные, с наклонной стенкой (рис.2.27, 2.28)						
Внутренний диаметр кольца d, мм	35	38	42	45	50	55
Наружный диаметр кольца D, мм	43,5	46,5	50	53	58,5	63,5

Фирма *Reiners+Fürst* выпускает кольца и бегунки различной конфигурации для прядильного и крутильного оборудования при производстве пряжи из средне- и длинноволокнистого хлопка.

Для различных видов пряжи и их применения фирма предлагает следующие виды колец:

- *Chempion* из мелкозернистой шарикоподшипниковой стали;
- *Cera-nit* (структура поверхностного покрытия похожа на керамику);
- *Cera-dur* со специальным покрытием малого трения.

Выбор подходящего качества кольца зависит от скорости веретен, скорости бегунка, а также срока эксплуатации.

Особенность колец *Chempion* – это гладкая микроскопическая скользящая поверхность, которая уменьшает силы трения между бегунком и кольцом и ускоряет образование необходимой смазочной пленки. Эти кольца имеют следующие преимущества:

- универсальное использование для всех видов и линейных плотностей пряжи;
- наиболее быстрый процесс приработки колец;
- равномерную силу натяжения нити и сокращение количества обрывов;
- высокую износостойкость.

Прядильные кольца *Cera-nit* имеют однородное покрытие с твердостью до 1100 HV. Поверхность кольца обрабатывается современным методом политуры, что придает кольцам очень прочную поверхность, уменьшает шероховатость и повышает срок их эксплуатации.

Прядильные кольца *Cera-dur* были разработаны для экстремальных нагрузок в прядении с целью создания наименьшего коэффициента трения между бегунком и кольцом. Покрытие колец выполняется из очень прочного дисперсионного сплава из борного карбида с никелем. Борный карбид имеет наименьший коэффициент трения среди известных материалов. Эти кольца зарекомендовали себя лучше всего при производстве пряжи из коротковолокнистого хлопка и имеют следующие преимущества:

- очень высокую износостойкость;
- невысокую обрывность пряжи благодаря низкому коэффициенту трения;
- увеличенный срок эксплуатации;
- возможность повышения частоты вращения веретен;
- высокую устойчивость к коррозии.

На современных кольцевых машинах используются кольца и бегунки для скоростного прядения со специально обработанной поверхностью оптимального профиля (рис. 2.27), а также вращающиеся (плавающие) кольца (рис. 2.28). Использование плавающих колец, нейлоново-стальных бегунков, тангенциального и индивидуального привода веретен позволяет повысить частоту вращения веретен в перспективе до 50000 мин^{-1} , хотя не во всех случаях это экономически выгодно.



Рис. 2.27. Профиль кольца ORBIT



Рис.2.28. «Плавающее» кольцо

2.7.4. Разделители

Для предупреждения захлестывания соседних вращающихся нитей на прядильной машине устанавливают разделители. Применяют пластинчатые и кольцевые разделители (рис. 2.29).

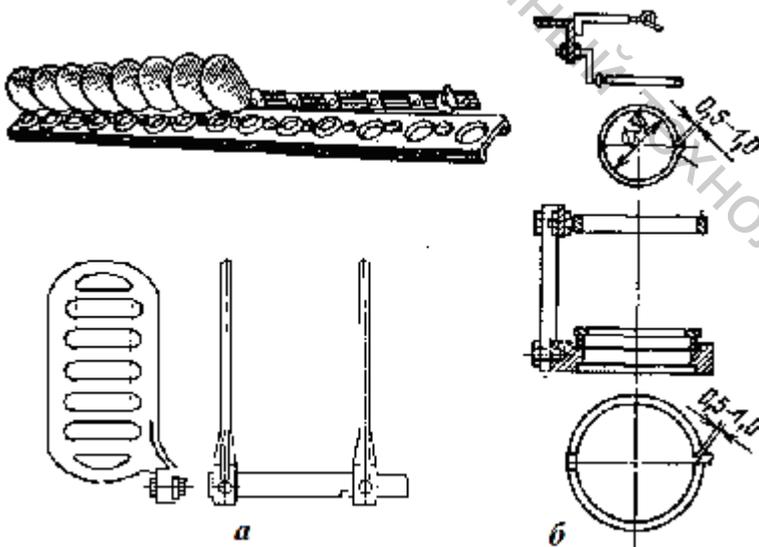


Рис. 2.29. Разделители:

а - пластинчатые, *б* - кольцевые

препятствуют образованию потока воздуха вдоль кольцевой планки от вращения веретен и тесьмы.

На прядильных машинах с большими паковками для уменьшения расстояния между веретенами и снижения колебания натяжения выпрядаемой нити применяют кольце-

Пластинчатые разделители изготавливают из листовой стали, легкого сплава или капролактама, они исключают захлестывание соседних нитей и вые ограничители баллона. Каждое веретено оборудуют одним или двумя (верхним и нижним) кольцами.

Применение кольцевых ограничителей позволяет снизить натяжение нити у переднего цилиндра до 34,5 %. Диаметр верхнего ограничителя обычно выбирают равным нижнему или немного меньше его (0,6-0,65 диаметра кольца), а диаметр нижнего ограничителя берется равным диаметру кольца или на 2-3 мм больше его.

2.7.5. Веретена

Конструкция веретена должна отвечать следующим требованиям: 1) шпиндель веретена при рабочей скорости не должен иметь большой амплитуды колебаний; 2) шпиндель должен быть достаточно жестким, чтобы не деформироваться при надевании или снятии патронов; 3) опоры шпинделя должны обеспечивать равномерность его вращения, большую долговечность, удобную и надежную смазку и малое потребление энергии; 4) обслуживание веретена должно быть простым и удобным.

Отечественные заводы для хлопкопрядильных машин выпускают веретена типа *ВН* с насадками под патрон и типа *ВУ* — под патроны для уточных прядильных машин. Первый тип имеет обозначения *ВН-25-61*; *ВНТ-25-68* и т.п. Буква *Т* указывает на наличие тормозка, первые две цифры соответствуют диаметру блокка в миллиметрах, а последние две цифры для веретен указывают группу применяемых с ними патронов. Для выработки точной пряжи веретена обозначаются: *ВУ-25-30*- *ВУ-28-30*; *ВУТ-28-30*.

С изменением конструкции привода веретен изменилась и конструкция веретена. На машинах последних моделей устанавливают веретена типа *ВН-30-220-ТА*, *ВН-30-240-ТА*, *ВН-30-260-ТА*, *ВН-30-280-ТА* - веретено с насадкой под бумажный патрон без тормозка с тангенциальным приводом и высотой намотки пряжи 220, 240, 260 и 280 мм для работы с автосъемником початков.

Сборными единицами веретена кольцевой прядильной машины являются шпиндель *1* (рис. 2.30,б), втулка *4* (рис. 2.30,в), гнездо *7* (рис. 2.30,г). Шпиндель веретена *ВН* состоит из собственно шпинделя *1* (рис. 2.30,б), запрессованного на нем блокка *3*, алюминиевой или деревянной насадки *2* с фиксаторами *11* под патрон. Шпиндель веретена изготавливают из стали и термически обрабатывают. Втулка предназначена для размещения опор шпинделя. В современных веретенах в качестве верхней радиальной опоры использован роликовый подшипник *6*, а нижней опоры — подпятник *5*, являющийся подшипником скольжения (рис. 2.30,в). Втулки бывают цилиндрические и сферические. Цилиндрические втулки применяют только для веретен легкого типа *ВУ*. Все остальные типы веретен выполняются со сферическими втулками. Сферические поверхности втулки и гнезда позволяют втулке покачиваться для демпфирования и уравнивания веретена во всех направлениях, что повышает его устойчивость и долговечность.

В сферической втулке располагаются центрирующие устройства - верхняя *8* и нижняя *9* втулки и демпфирующее устройство – пружина *10*. Верхняя втулка

8 и пружина 10 обеспечивают прижим сферической головки втулки 4 к сферической поверхности гнезда 7.

Гнездо 7 веретена служит резервуаром масла и опорой веретенной втулки. На фланце гнезда имеется балансир 13 (рис. 2.30,з) с крючком, предохраняющим шпиндель от подскоков во время работы. При извлечении шпинделя из втулки балансир с крючком легко отклоняется. В веретенах с увеличенной паковкой к гнезду также прикрепляется тормозок 12 для торможения веретена (при его останове).

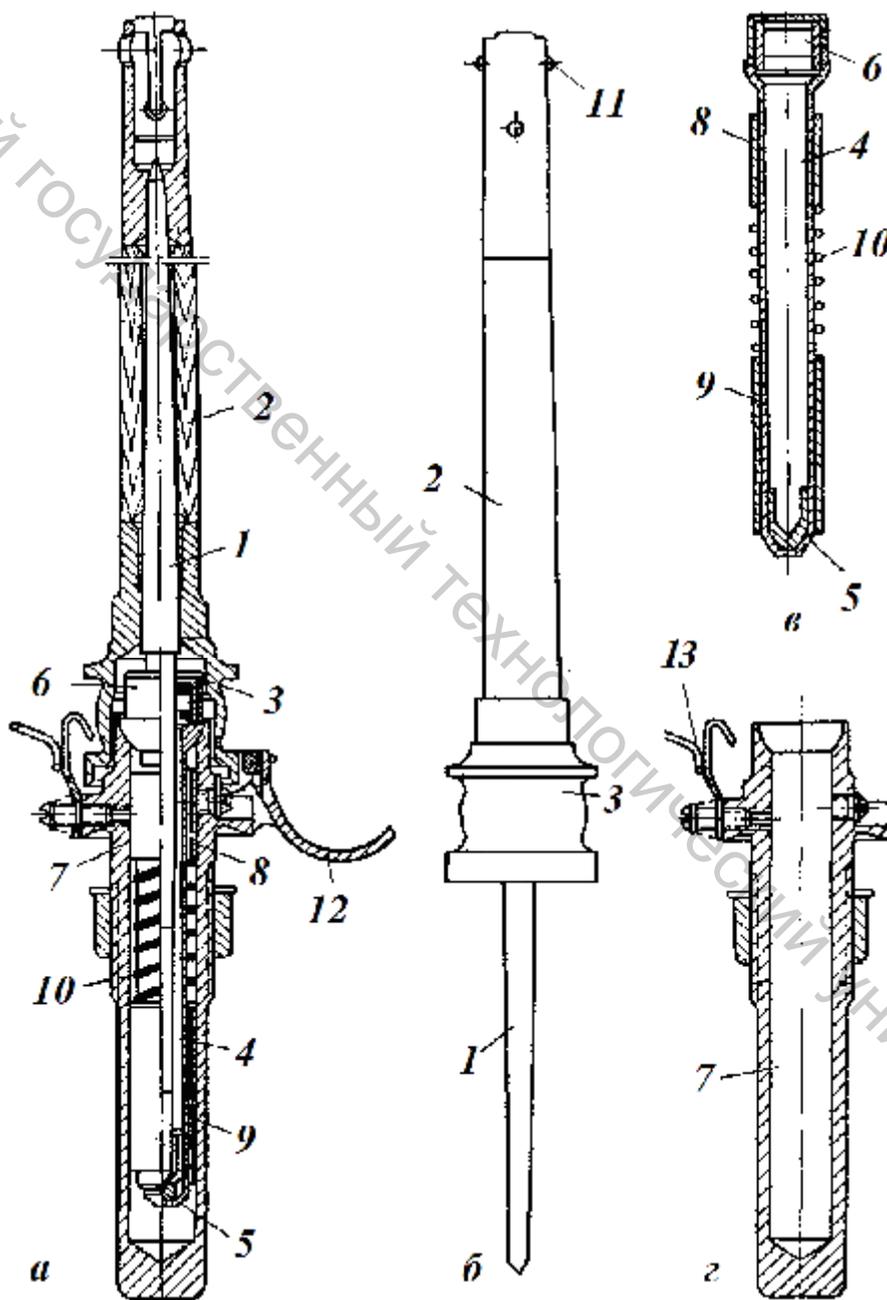


Рис. 2.30. Веретено кольцевых прядильных машин

Все элементы веретена в сборе представлены на рисунке 2.30,а.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования динамики веретен показали, что при слишком малых частотах вращения веретена (5000-6000 мин⁻¹) или слишком больших (26 000-30 000 мин⁻¹) наблюдается сильная вибрация вершины веретен. Чем больше разница между рабочей и критической частотами вращения, тем спокойнее вращается веретено. Амплитуда колебаний веретена на расстоянии 10-15 мм от верхнего конца не должна превышать 0,15 мм при блоке диаметром до 32 мм и 0,25 мм при блоке диаметром более 32 мм.

Фирма *Novibra* (Германия) выпускает веретена моделей *HP-S 68/3* и *NASA-HP-S-68/3*, которые используются на прядильных машинах фирм *Rieter*, *Toyoda*, *Marzoli* и др. Веретено *HP-S 68/3* выпускается с новым типом подпятника – сферическим наконечником (рис. 2.31). Веретено *NASA-HP-S-68/3* выпускается со снижением уровня шума, с диаметром шпинделя 6.8 мм, что позволило уменьшить диаметр приводного блока до 18.5 мм.

Таким образом, не меняя скорость привода, можно значительно увеличить частоту вращения веретен. Максимальная частота вращения веретен 25000 мин⁻¹.

Сферический наконечник имеет отдельные компоненты для радиальных и осевых нагрузок, что улучшает его динамические характеристики, снижает вибрацию. При частоте вращения 20000 мин⁻¹ веретено новой конструкции позволяет экономить около 3 ватт/веретено. Высокоскоростные веретена обладают высочайшей точностью, отличаются точной

балансировкой и строго вертикальным положением.

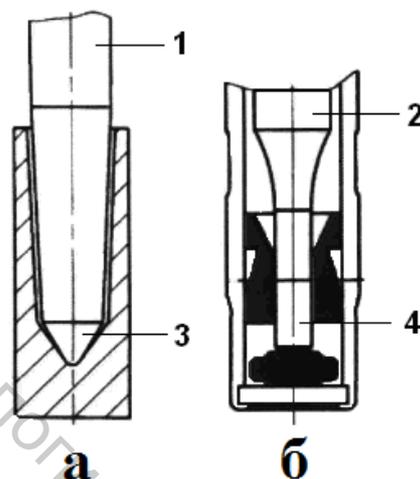


Рис. 2.31. Стандартная конструкция веретена (а) и веретено *Novibra HP-S 68/3* (б)

1 - шпиндель веретена с конусным наконечником;

2 - шпиндель веретена со сферическим наконечником;

3 - конусный подпятник для радиальных и осевых нагрузок;

4 - подпятник с отдельными компонентами для радиальных и осевых нагрузок.

На большинстве прядильных машин веретена приводятся в движение тесемочной капроновой передачей от жестяного барабана 1 (рис. 2.32), расположенного внизу машины. Одна тесьма 2 приводит в движение четыре веретена 3 - по два веретена с каждой стороны машины.

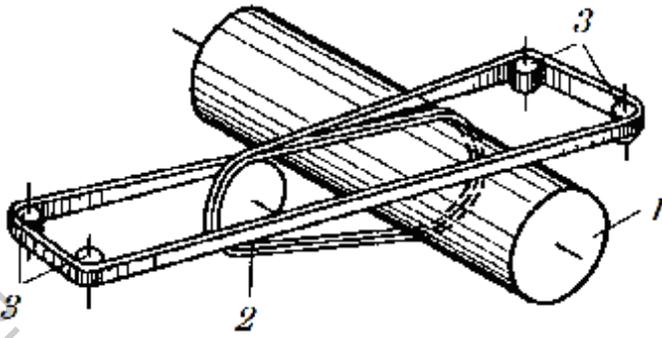
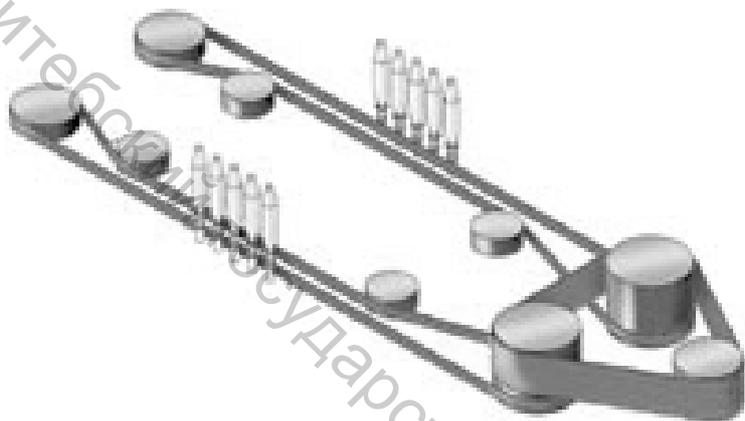


Рис. 2.32. Передача движения веретенам от тесьмы

Натяжные ролики - лениксы, натягивая тесьму, обеспечивают постоянную частоту вращения веретен. Тесьма имеет размеры: толщина 2 мм и ширина 12 мм. Для увеличения срока службы и уменьшения потерь на скольжение стали применять вместо сшивки — склейку тесьмы.

Кроме того, вместо жестяных барабанов на валу машины стали ставить шкивы, каждый из которых вращает по четыре веретена.

На отечественной машине ПА-75 использован привод веретен тангенциальным ремнем (рис. 2.33). Приводной шкив получает движение от электродвигателя и посредством тангенциального ремня вращает все веретена обеих сторонки машины. В случае чрезмерного вытягивания ремня автоматически выключается главный электродвигатель машины.



Vouk, CSM и Zinser привод веретен осуществляется тангенциальным ремнем на 48-96 веретен одновременно две сторонки машины от одного двигателя, т.е. секционным способом (рис.2.34).

Рис. 2.33. Привод веретен тангенциальным ремнем

На некоторых моделях кольцевых прядильных машин фирм *Marzoli*, *Nova Marzoli*

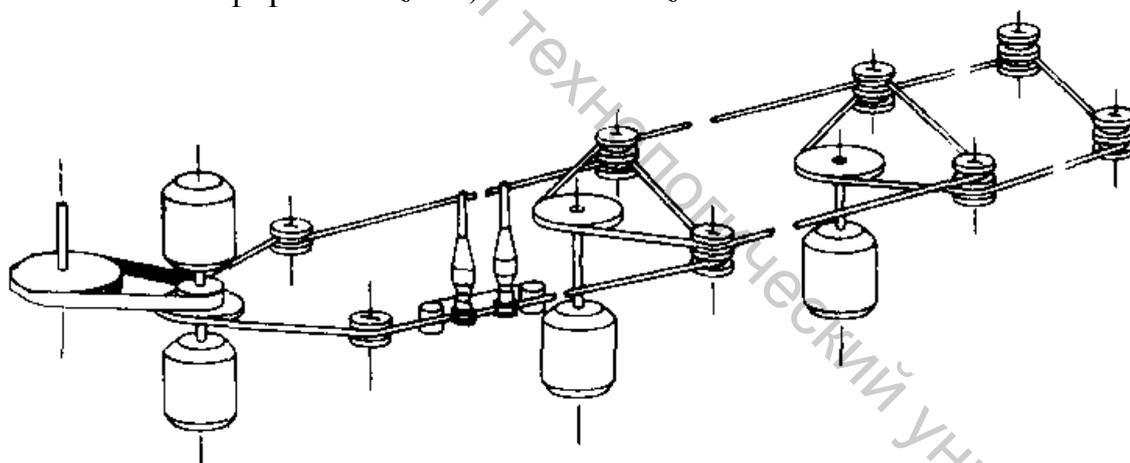


Рис. 2.34. Секционный привод веретен тангенциальным ремнем

2.7.6. Патроны

Пряжу наматывают на бумажные патроны, используемые на отечественных прядильных машинах, или на пластмассовые патроны (рис. 2.35). Бумажные патроны изготавливают из плотной бумаги, пропитанной смолами для большей прочности и влагостойчивости, а пластмассовые патроны - из поликапролактама.

По характеру отделки поверхности патроны делят на гладкие и рифленые, пропитанные и непропитанные, с армированными концами и неармированными. В цифровом обозначении патрона по ГОСТ 17726-77 приводится группа патрона по размерам и номер патрона по его отделке.

Обозначение 61-230 указывает, что патрон по размерам относится к 61-й группе для веретен *ВНТ-25-61* длиной 230 мм.

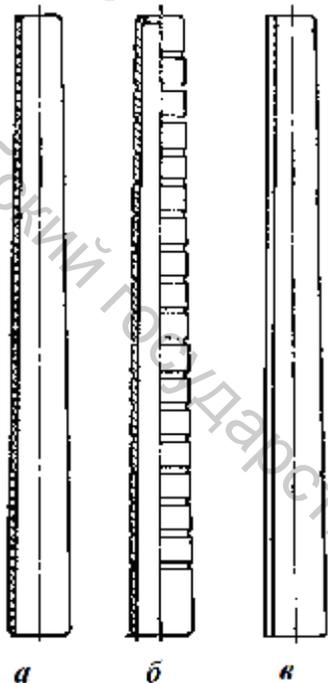


Рис. 2.35. Патроны: бумажные гладкие (а), бумажные рифленые (б), пластмассовые (в)

иметь одинаковую по высоте посадку на всех веретенах для получения полной намотки пряжи. Обязательна соосность посадочных отверстий патронов во избежание биения и повышенного износа вибрирующих веретен с паковкой, а также предупреждения обрывности из-за повышения амплитуды колебания натяжения пряжи при наматывании.

Патроны не должны впитывать влагу, должны иметь гладкую поверхность, не иметь задиров, заусенцев, измятых колец. Все патроны систематически проверяют и отбраковывают негодные.

Диаметр патронов выбирают в соответствии с диаметром колец прядильных машин.

К патронам предъявляют высокие требования. Они должны

Чем больше диаметр патрона, тем меньше натяжение пряжи на участке от бегунка до початка. Оптимальные величины отношения диаметра патрона d_{II} к диаметру кольца D_K : $\frac{d_{II}}{D_K} = 0.4 \text{ К } 0.54$.

2.8. НАМАТЫВАНИЕ ПРЯЖИ НА ПОЧАТОК

2.8.1. Основные уравнения наматывания

Цель наматывания пряжи — получение плотной, компактной паковки, по возможности большой емкости и массы, удобной для транспортировки, хранения и последующего разматывания без спутывания, излишнего натяжения и ухудшения качества пряжи.

Различают следующие виды намотки пряжи: коническую с прослойком и беспрослойную, цилиндрическую с открытыми и закрытыми конусами и цилиндрическую комбинированную.

Наматывание пряжи на кольцевой прядильной машине осуществляется при определенных условиях.

Первое условие наматывания устанавливает связь между частотой вращения, мин^{-1} , бегунка $n_{\text{б}}$, веретена $n_{\text{в}}$, диаметром намотки $d_{\text{н}}$, м, шагом витка h , м, и скоростью выпускного цилиндра $V_{\text{в.ц}}$, м/мин. Длина одного витка намотки равна $\sqrt{(pd_{\text{н}})^2 + h^2}$, а длина пряжи, намотанной за 1 мин, м,

$$L = (n_{\text{в}} - n_{\text{б}}) \sqrt{(pd_{\text{н}})^2 + h^2}. \quad (2.27)$$

Длина пряжи, подаваемой выпускным цилиндром в 1 мин, м,

$$L = V_{\text{в.ц}} \cdot K_{\text{у}}, \quad (2.28)$$

где $K_{\text{у}}$ - коэффициент усадки пряжи при кручении.

Приравнивая правые части равенств (2.27) и (2.28) и решая относительно частоты вращения бегунка, получаем первое уравнение наматывания:

$$n_{\text{б}} = n_{\text{в}} - \frac{V_{\text{в.ц}} \cdot K_{\text{у}}}{\sqrt{(pd_{\text{н}})^2 + h^2}}. \quad (2.29)$$

При наматывании основного слоя шаг витка h очень мал по сравнению с величиной $pd_{\text{н}}$. Если принять $\frac{h}{pd_{\text{н}}} = 0$, то первое уравнение наматывания получит вид:

$$n_{\text{б}} = n_{\text{в}} - \frac{V_{\text{в.ц}} \cdot K_{\text{у}}}{pd_{\text{н}}}, \quad (2.30)$$

т.е. частота вращения бегунка тем больше, чем больше частота вращения веретена, больше диаметр витка намотки и меньше скорость выпуска пряжи. При данной заправке машины, когда $n_{\text{в}}$ и $V_{\text{в.ц}}$ - постоянные величины, частота вращения бегунка изменяется по мере изменения диаметра витков намотки.

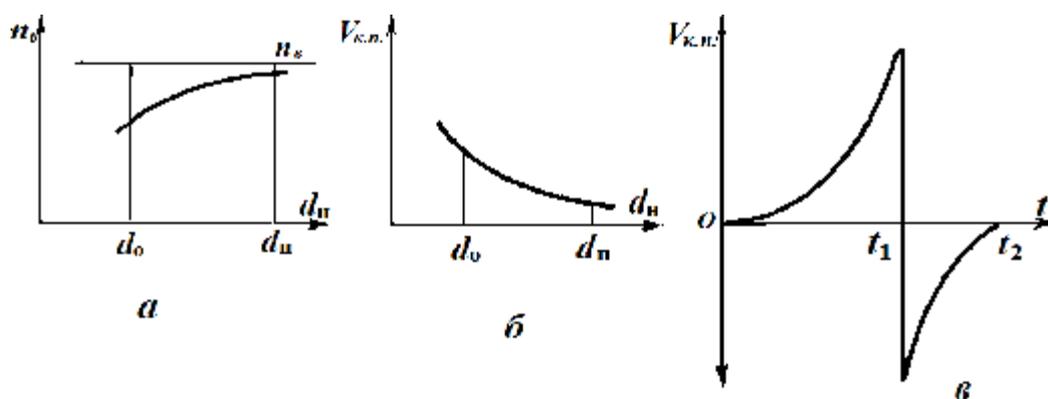


Рис. 2.36. Графики частоты вращения бегунка и скорости кольцевой планки

Бегунок отстает от веретена на 1-2 %, и эта разность зависит от диаметра катушки d_H . На рисунке 2.36,а показан график частоты вращения бегунка в зависимости от d_H .

Второе условие наматывания устанавливает связь между поступательной скоростью кольцевой планки $V_{к.п.}$ и диаметром витка d_H . За время наматывания одного витка планка перемещается вдоль оси паковки вверх или вниз на шаг витка h .

Скорость кольцевой планки, м/мин,

$$V_{к.п.} = \frac{h \cdot V_{в.ц.} \cdot K_y}{\sqrt{(pd_H)^2 + h^2}}. \quad (2.31)$$

Это второе уравнение наматывания. Если принять $\frac{h}{pd_H} = 0$, то оно получит вид:

$$V_{к.п.} = \frac{h \cdot V_{в.ц.} \cdot K_y}{pd_H}, \quad (2.32)$$

т.е. скорость кольцевой планки обратно пропорциональна диаметру витка катушки (рис. 2.36,б). Величина $V_{к.п.}$ непрерывно изменяется по мере изменения d_H , она также зависит от шага витков и скорости выпуска пряжи.

Изменение скорости кольцевой планки во времени при наматывании слоя и прослойка показано на рисунке 2.36,в. На нем принято за положительное значение скорость движение кольцевой планки снизу вверх и за отрицательное движение — сверху вниз.

Средняя скорость движения кольцевой планки при наматывании прослойка больше, чем при наматывании слоя. Поэтому $0t_1 > t_1t_2$, где $0t_1$ - время наматывания слоя, t_1t_2 - время наматывания прослойка (обычно

$$\frac{t_1t_2}{0t_1} = \frac{1}{3} K \frac{1}{4}).$$

При наматывании пряжи без прослойка время подъема и опускания кольцевой планки одинаковое $0t_1 = t_1t_2$.

2.8.2. Строение початка

Готовая пряжа, намотанная на патрон, образует початок. Намотка должна быть прочной, т.е. сохранять форму при транспортировке, и плотной, чтобы вмещать в заданном объеме большую длину пряжи. При последующем перематывании пряжа должна легко сматываться с початка, не спутываясь и без излишнего натяжения.

Различают два вида намотки: коническую и цилиндрическую. Наиболее распространена коническая намотка [12].

Початок конической намотки (рис. 2.37,а) состоит из гнезда 1, 9, 10, 6, 7, 8, 1, тела початка 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 9, 1, верхнего конуса намотки, называемого носиком початка и нижнего конуса.

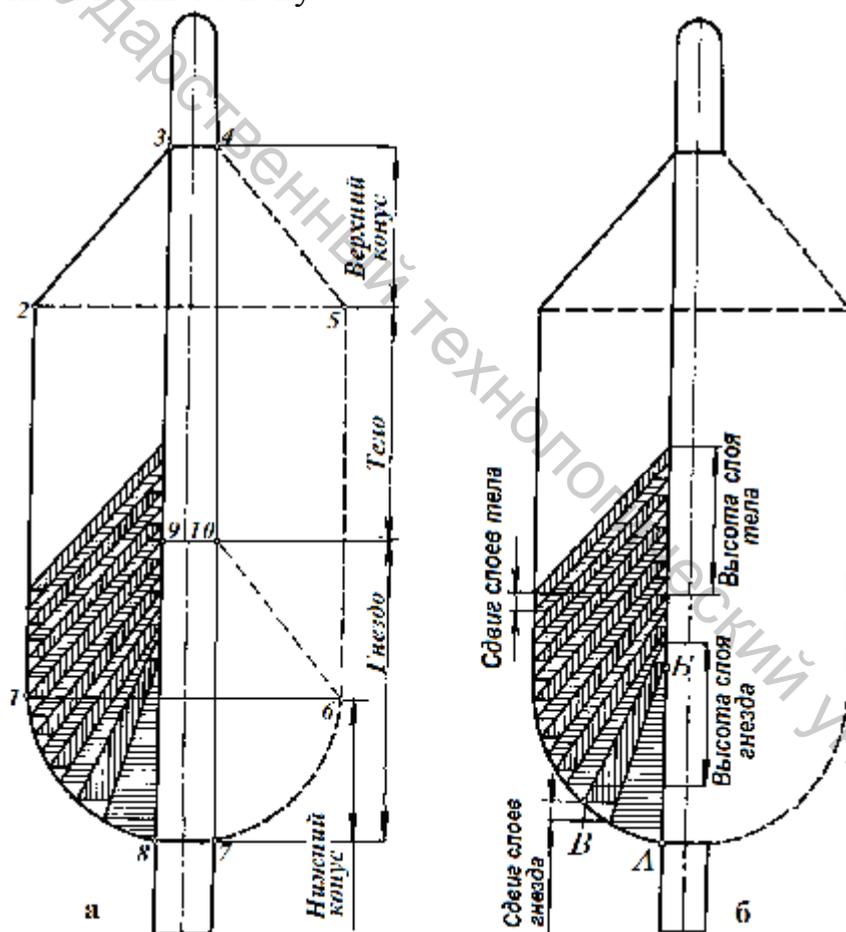


Рис. 2.37. Початок конической намотки

Пряжа наматывается на вращающийся вместе с веретеном патрон и образует початок. При конической намотке вначале формируют гнездо, а затем

тело початка. Принято считать, что при конической намотке один полный слой формируется за время двойного хода планки.

Наматывание начинается с крайнего нижнего положения — точка A на патроне (рис. 2.37,б). При медленном движении кольцевой планки вверх до точки B пряжа укладывается плотными витками на патрон, образуя первый слой. Дойдя до точки B , планка быстро опускается, и пряжа наматывается редкими витками, образуя прослойку, нижней границей которого является точка B , находящаяся несколько выше точки A .

Затем планка снова медленно движется вверх, образуя второй слой. Верхние витки второго слоя перекрывают витки первого слоя, укладываясь на них сверху. Далее планка быстро опускается, образуя второй прослойку, и вновь не доходит до крайнего витка предыдущего слоя.

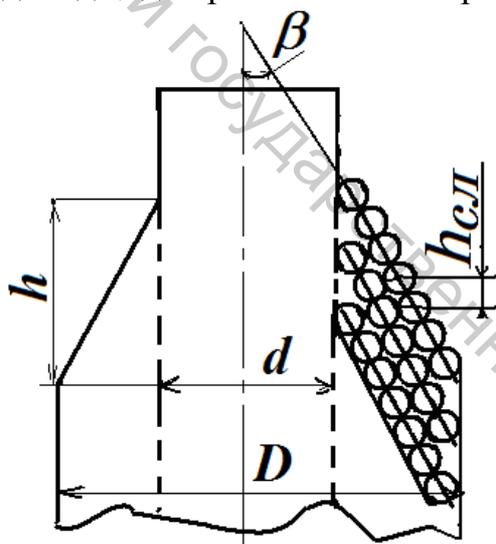


Рис. 2.38. Структура намотки в теле прядильного початка:

d - диаметр патрона; D - диаметр початка; β - угол конусности; $h_{сл}$ - высота слоя намотки; h - высота конуса намотки

Такое чередование слоев и прослоек с постепенным смещением вверх каждого последующего слоя над предыдущим происходит в течение всего наматывания до образования полного початка (рис. 2.38).

Чтобы несколько увеличить объем намотки, наружное очертание гнезда делают выпуклым. Для этого высота первых слоев делается меньше, что способствует увеличению плотности наматывания, так как общая длина нити в каждом слое сохраняется постоянной.

Кроме того, скорость перемещения планки по вертикали в нижних витках каждого слоя уменьшена, и пряжа наматывается плотнее.

Таким образом, в гнезде початка:

- первый слой имеет наименьшую высоту, а высота последующих слоев гнезда увеличивается, т.е. $H_1 < H_2 < H_3 < \dots < H_n$;
- первый слой имеет наибольшую толщину, толщина последующих слоев гнезда уменьшается, т.е. $d_1 > d_2 > d_3 > \dots > d_n$, что увеличивает конусность поверхности для наматывания каждого последующего слоя гнезда;

- смещение низа слоев гнезда вверх постепенно уменьшается, т.е. $S_1 > S_2 > S_3 > \mathbf{K} > S_n$,

В *теле* початка:

- высота слоев — размах кольцевой планки — постоянен и наибольший, т.е. $H = const$;
- толщина слоев — постоянна, т.е. $d = const$;
- сдвиг слоев (смещение) — постоянен, но наименьший, т.е. $S = const$.

Верхний конус початка представляет собой последний слой початка. При конической намотке облегчается сматывание пряжи вдоль оси початка в последующих операциях. При таком сматывании колебания фактической крутки пряжи выравниваются. В то же время натяжение нити при сматывании непрерывно изменяется.

При намотке с прослойком полный слой состоит из более плотного, основного, слоя, наматываемого отлогими витками снизу вверх и менее плотного слоя, прослойка, наматываемого крутыми витками сверху вниз.

Плотность намотки в прослойках в 3-4 раза меньше, чем в слоях, что снижает общую длину нити в початках. В связи с этим на многих фабриках применяют беспрослойную намотку: кольцевая планка распределяет нить вдоль початка с одинаковой плотностью вниз и вверх. Беспрослойная намотка позволяет увеличить длину нити на початке на 20-25 %. При этом во избежание слетов при последующем перематывании пряжи на больших скоростях угол верхнего конуса у беспрослойных початков несколько заостряют (увеличивают высоту конуса).

Коническая намотка пряжи имеет следующие параметры:

- Длина нити, укладываемой в полный слой, мм

$$L = V_{к.п.} \cdot K_y \cdot t \cdot 10^3, \quad (2.33)$$

где t - продолжительность наматывания полного слоя, мин.

или (рис.2.40)

$$L = L_{сл} + L_{пр} = p \frac{D+d}{2} \left(\frac{h}{\cos b} : \frac{C\sqrt{T}}{31.6} \right) (1+a), \quad (2.34)$$

где $L_{сл}$, $L_{пр}$ - длина нити соответственно в слое и прослойке, см; h - высота верхнего конуса початка, мм; b - угол наклона верхнего конуса к оси початка,

град; $\frac{C\sqrt{T}}{31.6}$ - шаг витков намотки пряжи на верхнем конусе, (T - линейная

плотность пряжи, текс) C - коэффициент $C = 4,94$; D - диаметр полного

початка, мм ($D = D_K - 3\text{мм}$, где D_K - диаметр кольца, мм); d - диаметр пустого патрона, мм; a - доля, которую длина прослойка составляет от длины слоя.

Если при конической послойной намотке $L_{\text{сл}}/L_{\text{пр}} = 3$, то длину пряжи в слое тела початка можно определить

$$L_{\text{сл}} = \frac{p(D+d)h}{2h_{\text{сл}}}, \text{ где } h_{\text{сл}} = 0.156 \cdot \sqrt{T}.$$

Тогда длина нити в полном слое

$$L = L_{\text{сл}} + L_{\text{пр}} = \frac{2p \cdot (D+d) \cdot h}{3h_{\text{сл}}}. \quad (2.35)$$

– Толщина полного слоя (слоя с прослойком):

$$d = \frac{2 \cdot T \cdot L \cdot \cos b}{10^3 \cdot \Delta \cdot H \cdot p(D+d)}, \quad (2.36)$$

где D - плотность тела початка (объемная плотность намотки), г/см³; H - высота слоя, мм.

– Шаг витков намотки слоя и прослойка в теле початка:

$$\begin{aligned} h_{\text{сл}} &\approx H \frac{p(D+d)}{2 \cdot L_{\text{сл}}} \\ h_{\text{пр}} &\approx H \frac{p(D+d)}{2 \cdot L_{\text{пр}}} \end{aligned} \quad (2.37)$$

– Объем пряжи на початке, см³ (рис.2.39):

$$V = \frac{p}{12} \left[H_B (D^2 + d_B^2 + Dd_B) + H_H (D^2 + d_H^2 + Dd_H) + 3D^2 H_{\text{ц}} - H (d_B^2 + d_H^2 + d_B d_H) \right], \quad (2.38)$$

где H_B и H_H - соответственно высота верхнего и нижнего конуса початка, см; $H_{\text{ц}}$ - высота цилиндрической части початка, H - полная высота початка, см; D - диаметр тела початка, см; d_B и d_H - соответственно диаметр верхней и нижней части патрона, см.

Объем пряжи на початке можно определить по сокращенной формуле И.Г. Обуха:

$$\begin{aligned} \text{для основы} \quad V &= 0.785(H - 0.9D)(D^2 - d^2), \\ \text{для утка} \quad V &= 0.785(H - 1.21D)(D^2 - d^2), \end{aligned}$$

где $d = \frac{d_B + d_H}{2}$ - средний диаметр патрона, см.

– Масса пряжи на початке, г:

$$M = V \cdot \Delta \quad (2.39)$$

В зависимости от линейной плотности пряжи масса початка изменяется в пределах от 80 г до 255 г.

– Длина пряжи на початке, м:

$$L_{\Pi} = \frac{10^3 \cdot M}{T} \quad (2.40)$$

Початок должен иметь определенные размеры, плотность и максимальную массу. Применение больших паковок на прядильных машинах позволяет увеличить время наматывания одного съема, уменьшить количество и общее время перерывов в работе (на съемы, перезаправку и т.д.), число узлов при перематывании, таким образом, стоимость обработки пряжи снижается.

Увеличения паковок пряжи можно достичь следующими путями:

- увеличить диаметр кольца, а следовательно, и початка;
- увеличить высоту початка;
- увеличить плотность намотки початка (по вертикали и по радиусу).

Первоначально все фабрики использовали первый путь. Однако дальнейшее увеличение диаметра кольца на существующих машинах ограничено расстоянием между веретенами. Кроме того, линейная скорость бегунка при движении по кольцу увеличенного диаметра возрастает и может превысить скорость 35-40 м/с; в связи с этим при увеличении диаметра кольца приходится уменьшать частоту вращения веретен, а следовательно, производительность оборудования.

Увеличение высоты початка (второй путь) не приводит к подобному недостатку, но увеличение размеров початка по высоте дает меньший прирост объема, чем увеличение диаметра намотки.

Третий путь — увеличение плотности намотки — имеет ограниченные возможности. Это, в первую очередь, переход на беспрослойную намотку, стремление работать с более тяжелыми бегунками (что возможно только при цилиндрической намотке и более тщательно изготовленных бегунках), затем — переход на резко пониженную скорость кольцевых планок для более плотной укладки витков по высоте с зазором 2-2,5 диаметра нити вместо 4-5 на

большинстве старых прядильных машин. На практике следует использовать все эти возможности в комплексе, находя для каждого конкретного случая оптимальные.

Выбирая размеры паковки, следует учитывать расход электроэнергии, который может возрасти до 80 %. В частности, в Японии из-за высокой стоимости электроэнергии применяют относительно небольшие паковки.

Основная цель формирования *цилиндрической намотки* — уменьшить колебания в натяжении нити при наматывании на початок, связанные с изменением диаметра намотки. Зарубежные производители для уменьшения колебаний натяжения увеличивают соотношение диаметра патрона d_{Π} к диаметру кольца D_{κ} : $\frac{d_{\Pi}}{D_{\kappa}} = \delta \approx 0,7$, т.е. увеличивают диаметр патрона. Однако

это приводит к уменьшению длины пряжи на початке, т.е. чаще производят сьем початков и соответственно связывание концов пряжи при перематывании. Но благодаря установке сплайсеров на мотальных машинах такое решение регулирования натяжения является вполне приемлемым.

На отечественных машинах применяют разную цилиндрическую намотку. Намотка с открытыми конусами (рис. 2.39,а) по концам початка подобна намотке на ровничных машинах: размах кольцевой планки и высота слоев постепенно уменьшаются от слоя к слою.

При этом центр качания планки практически остается на одном и том же месте. Соответствующее устройство мотального механизма оказывается довольно сложным. Намотка с закрытыми конусами (рис. 2.39,б) характеризуется тем, что каждый следующий слой после первого увеличивается по высоте и закрывает собой предыдущие, т.е. каждый последующий слой защищает предыдущие от повреждений и загрязнений. Однако конструкция механизма для такой намотки также сложна.

Наиболее прост комбинированный вариант: намотка с открытым нижним и закрытым верхним конусами (рис.2.39,в). В этом случае кольцевая планка смещается вверх при наматывании каждого слоя, как при

конической намотке, но ее размах значительно больше и постоянный.

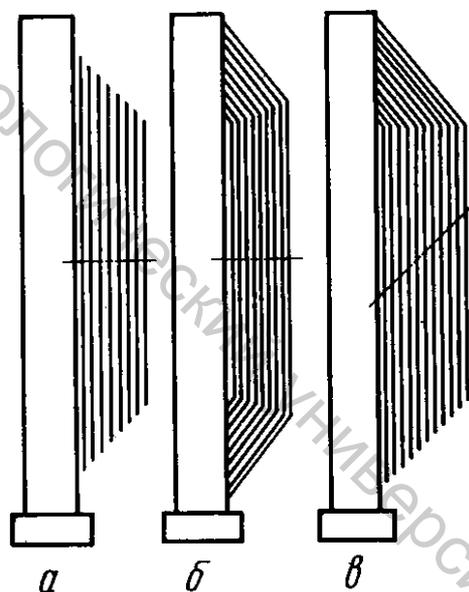


Рис. 2.39. Виды цилиндрической намотки початка:

а - с открытыми конусами; б - с закрытыми конусами; в - с верхним закрытым и нижним открытым конусами

Для сравнения, высота слоя цилиндрической намотки составляет около 160 мм, что больше, чем при конической намотке (22-25 мм). Во всех вариантах цилиндрической намотки в пределах одного слоя диаметр намотки практически постоянен и, следовательно, скорость бегунка и натяжение нити сохраняются постоянными длительное время.

Постоянство натяжения позволяет снизить обрывность пряжи и работать с более тяжелым бегунком, т.е. иметь более плотную намотку. Однако при цилиндрической намотке усложняется обслуживание: отыскать на початке конец оборвавшейся пряжи при ликвидации обрыва значительно труднее, сматывать пряжу оси при перематывании также сложнее. Поэтому цилиндрическая намотка широкого практического применения не нашла.

2.8.3. Мотальный механизм

Для формирования початка заданной формы и размера на кольцевых прядильных машинах предусмотрен мотальный механизм. Схема механизма намотки представлена на рисунке 2.40,*a*.

В мотальном механизме имеется эксцентрик *1*, управляющий движением кольцевой планки. За один оборот эксцентрика происходит подъем и опускание планки, т.е. наработка слоя и прослойка.

Профиль эксцентрика таков, что скорость движения кольцевой планки обратно пропорциональна диаметру намотки, т.е. внизу планка движется медленнее, а по мере ее подъема скорость увеличивается. При опускании же кольцевой планки, наоборот, скорость ее уменьшается. Поэтому при наработке гнезда слой пряжи внизу толще, а наверху тоньше; таким образом, получается коническая намотка на початок.

При наработке тела початка благодаря профилю эксцентрика слои получаются равномерной толщины, несмотря на изменяющиеся диаметры намотки.

Движение кольцевой планки происходит следующим образом. Эксцентрик 1 нажимает на каточек 2, расположенный на мотальном рычаге 3. При повороте эксцентрика на больший или меньший радиус мотальный рычаг совершает качательные движения около оси 4.

На другом конце мотального рычага находится блок 5, к которому прикреплена короткая цепь 6. Другой конец цепи закреплен на меньшем диаметре двойного блока 7. На большем диаметре двойного блока 7 закреплен один конец длинной цепи 8. Другой конец цепи 8 неподвижно закреплен на блоке 10. Цепь 8 огибает ролик 9.

Когда эксцентрик 1 вращаясь, поворачивается с меньшего радиуса на больший, он давит на каточек 2, в результате, мотальный рычаг 3, поворачиваясь относительно оси 4, опускается. Вместе с ним опускается блок 5. Опускаясь, блок 5 тянет за собой короткую цепь 6. Эта цепь, сматываясь с блока 7, поворачивает его против часовой стрелки. Во время поворота блока 7 происходит наматывание длинной цепи 8 на больший диаметр двойного блока. За счет того, что второй конец длинной цепи закреплен на неподвижном блоке 10, цепь 8 укорачивается. Вследствие этого ролик 9 перемещается влево, и тянет за собой плечо углового рычага 11 (l_x), качающегося около центра 0. В результате поворота рычага 11 относительно оси 0 плечо рычага 12 (l_1) поднимается и выталкивает вверх колонки 13, к которым закреплена кольцевая планка 14. Первая колонка 15 получает движение от рычага 11 через сегменты 16 и 17, соединенные цепью 18, а остальные колонки — посредством тяги 19. В результате кольцевая планка поднимается.

Под тяжестью массы кольцевой планки и поддерживающих ее колонок мотальный рычаг 3 прижимается каточком 2 к эксцентрику 1; при этом короткая цепь 6 натягивается.

При повороте эксцентрика с меньшего радиуса на больший, кольцевая планка опускается. Для уменьшения давления каточка 2 на эксцентрик 1 на рычаг 20 надет груз 21.

Величина размаха кольцевой планки зависит от величины эксцентриситета эксцентрика и от величины плеча углового рычага 11 (l_x).

Смещение слоев пряжи происходит следующим образом. При каждом опускании мотального рычага под действием собачки 22 храповик 23 поворачивается на некоторый угол. Вместе с храповиком поворачивается сидящий с ним на одной оси червяк 24, приводящий в движение червячную шестерню 25. На одном валу с червячной шестерней расположен блок 5. Блок 5, поворачиваясь вместе с червячной шестерней, наматывает на себя небольшой отрезок короткой цепи 6. Это приводит к тому, что кольцевая планка, опускаясь, останавливается несколько выше, чем в предыдущий раз. Следовательно, при следующем ее подъеме намотка пряжи начнется и закончится несколько выше, а нить в верхней части будет ложиться на пустую часть шпули.

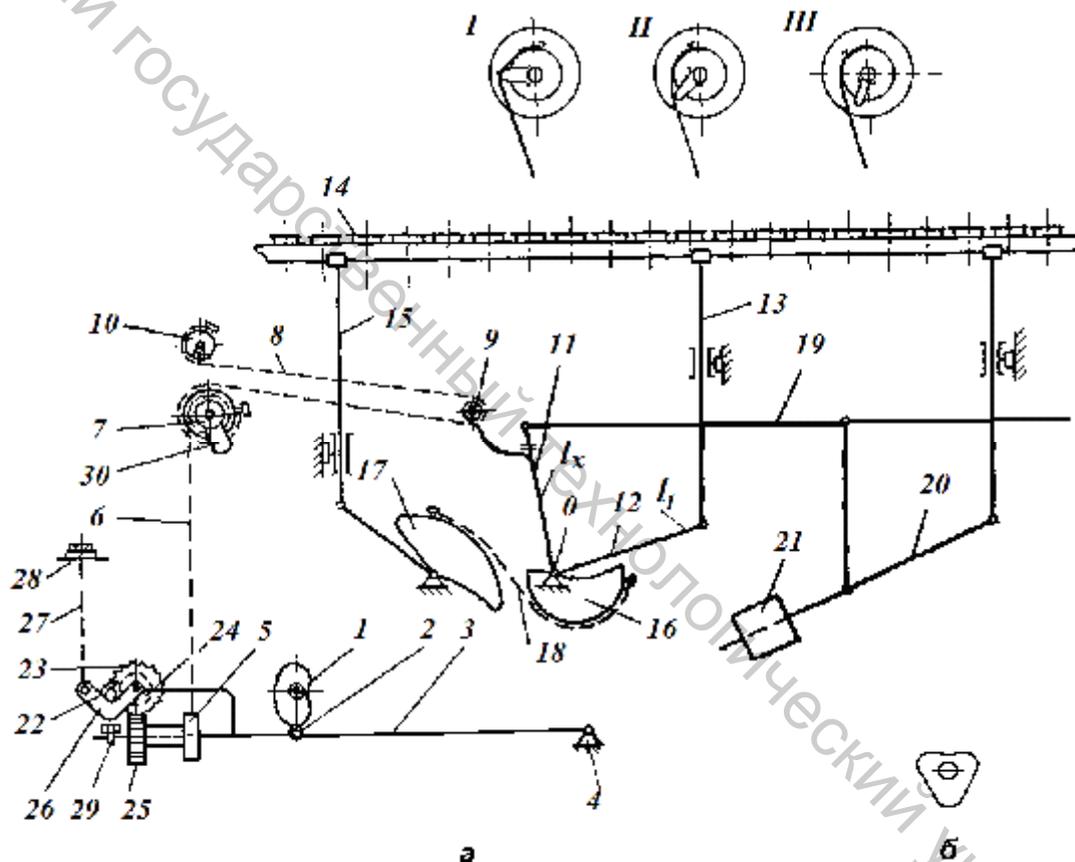


Рис. 2.40. Схема мотального механизма

Собачка 22 укреплена на угловом рычаге 26. Один конец рычага свободно надет на ось храповика, а к другому концу прикреплена небольшая цепь 27, верхний конец которой прикреплен к веретенному брусу болтом 28.

При опускании мотального рычага цепь 27 натягивается и заставляет собачку повернуть храповик на один или несколько зубьев в зависимости от установки. При подъеме мотального рычага натяжение цепи 27 уменьшается и собачка 22 скользит по зубьям храповика до тех пор, пока угловой рычаг 26 не

ляжет на болтик 29. Этим болтиком регулируют величину поворота храповика (число зубьев). При опускании болтика храповик поворачивается на большее число зубьев; величина смещения слоев увеличивается, и диаметр початка будет меньше.

Изменение размаха кольцевой планки во время наработки гнезда достигается следующим путем. На блоке 7 имеется прилив 30, который нажимает на короткую цепь 6 при опускании кольцевой планки. В результате этого нажима цепь отходит в сторону, принимает форму ломаной линии, и размах кольцевой планки получается неполным (рис. 2.40,а I).

Прилив установлен таким образом, что при наработке первого слоя отклонение короткой цепи 6 будет наибольшим и размах планки наименьшим. По мере наработки гнезда цепь 6 за каждый размах планки наматывается на блок 5 и двойной блок 7 поворачивается на некоторый угол. Благодаря этому прилив 30 отходит от цепи вправо, все меньше отклоняет цепь 6 в сторону, вследствие чего размах кольцевой планки будет постепенно увеличиваться (рис. 2.40,а II). В конце образования гнезда действие прилива на цепь прекратится, цепь не будет изгибаться, и размах кольцевой планки станет максимальным и постоянным (рис. 2.40,а III).

Под действием прилива 30 во время наработки гнезда смещение нижних концов слоев становится все меньше, и при окончании действия кулачка в начале наработки тела початка размах кольцевой планки становится постоянным.

Для увеличения плотности намотки, а следовательно, и длины нити на початке применяется беспрослойная намотка. В этом случае в мотальном механизме устанавливают симметричный эксцентрик с сердцевидным профилем (рис. 2.42,б).

Такой же эксцентрик применяют и при цилиндрической намотке. В этом случае выключают из работы прилив 30, изменяют передачу от храповика к блоку 5. Кольцевая планка будет иметь постоянный размах с постоянным смещением вверх, в результате чего образуется цилиндрическая намотка с открытым нижним и закрытым верхним конусом, т.е. так называемая комбинированная намотка.

Высоту конуса початка или размах кольцевой планки регулируют длиной плеча l_x путем перемещения каточка 9 вместе с рычагом, на котором он закреплен, по рычагу 11.

При использовании конусных шпуль и патронов и при постоянном размахе кольцевой планки диаметр вверху получается меньше, чем внизу, в результате чего уменьшается объем початка. Для намотки пряжи с одинаковым диаметром тела початка необходимо уменьшить смещение слоев намотки при переходе к намотке верхней части початка, что может быть достигнуто двумя путями:

- уменьшением угла между плечами углового рычага 11 и 12 и более низкой посадкой блока 9;

- постепенным уменьшением радиуса блока 5 по ходу наматывания цепи, т.е. уменьшением длины намотки цепи на барабанчик. При наработке съема проверяют, полностью ли использованы диаметр кольца и подъем кольцевой планки, поскольку неполное их использование приводит к наработке неполновесных съемов и к потерям производительности прядильных.

2.9. ТЕОРИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ В ПРОЦЕССЕ ПРЯДЕНИЯ

2.9.1. Натяжение нити в зоне бегунок-початок

Нить в процессе прядения на машине, проходя от нитепроводника до бегунка, принимает форму кривой под влиянием сил, действующих на нее, и образует так называемый баллон. Проходя на участке от бегунка до патрона, нить располагается по касательной к початку.

Теорию натяжения нити на кольцепрядильной машине разработали русские ученые. В этой области можно отметить работы: проф. П.Ф. Ерченко и проф. А.П. Минакова.

Рассмотрим силы, действующие на бегунок, и силы, действующие на нить в баллоне [13].

Силы, действующие на бегунок. Для определения величины натяжения нити на участке от початка до бегунка составим уравнения равновесия бегунка на кольце, применив метод кинетостатики.

Будем считать бегунок находящимся в равновесии под действием следующих сил: *центробежной, натяжения нити на участке от бегунка до початка, натяжения нити баллона у бегунка, реакции кольца, сопротивления воздуха движению бегунка, веса бегунка.*

Рассмотрим эти силы.

Центробежная сила инерции, которую обозначим через C , подсчитывается по формуле

$$C = m \cdot R \cdot w^2, \quad (2.41)$$

где m - масса бегунка в г; R - радиус кольца в м; w - угловая скорость вращения в рад/сек.

Величина этой силы достигает значительных размеров, так как угловая скорость вращения бегунка имеет большое значение. Центробежная сила направлена (рис. 2.41) по радиусу кольца от оси вращения.

Сила натяжения нити на участке от бегунка до патрона, которую обозначим через P , раскладывается на две составляющие (см. рис. 2.41) — радиальную и тангенциальную:

$$P_t = P \cdot \sin g$$

$$P_r = P \cdot \cos g$$

где g - угол между направлением нити и радиусом кольца;

но $\sin g = \frac{r}{R}$,

где r - радиус намотки; R - радиус кольца.

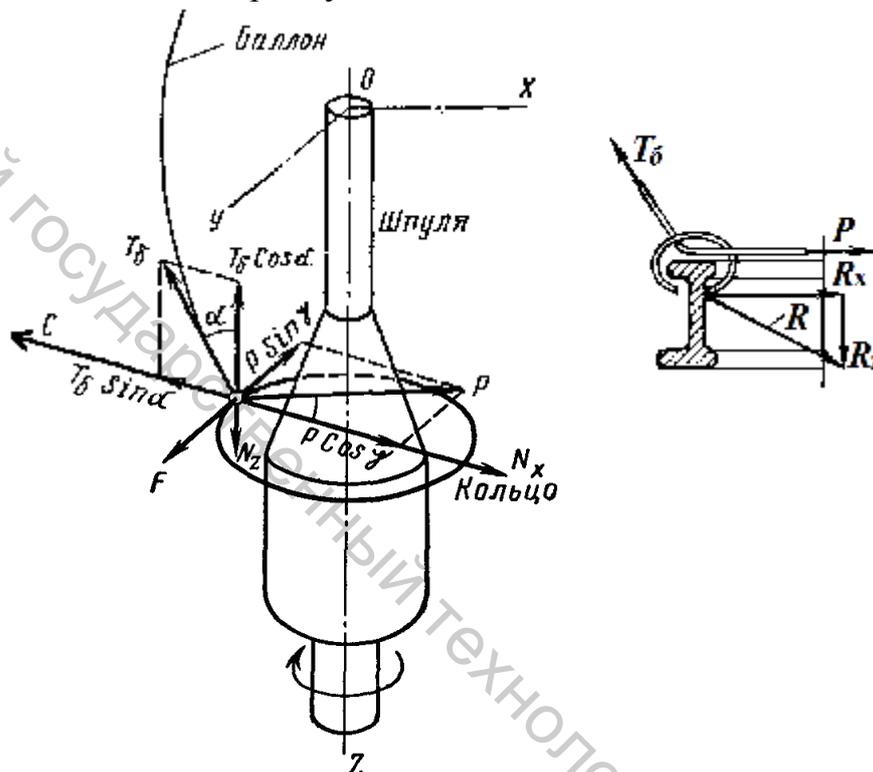


Рис. 2.41. Схема сил, действующих на бегунок

Натяжение нити баллона T_b считаем направленным по касательной к нити баллона у бегунка, которая с направлением оси OZ составляет угол a . Тогда проекции силы T_b на ось OX и ось OZ равны

$$T_{b(X)} = T_b \sin a$$

$$T_{b(Z)} = T_b \cos a \cdot$$

Можно считать, что бегунок касается кольца в двух точках, тогда нормальные реакции кольца будут N_x и N_z , а силы трения в этих двух точках соответственно равны:

$$fN_x \text{ и } fN_z$$

где f - коэффициент трения бегунка о кольцо, равный 0,2-0,3 и определяемый экспериментально.

Обе эти силы трения направлены по касательной к кольцу в сторону, противоположную движению бегунка, и потому могут быть сложены алгебраически, т.е.

$$F = fN_x + fN_z.$$

Соппротивление воздуха движению бегунка и собственный вес бегунка очень малы, по сравнению со всеми другими силами, и потому ими можно пренебречь.

Составим уравнения равновесия бегунка на кольце:

$$\sum Y_i = +fN_x - fN_z - P \sin g = 0, \quad (2.42)$$

$$\sum X_i = -C - T_0 \sin a + P \cos g + N_x = 0, \quad (2.43)$$

$$\sum Z_i = -T_0 \cos a + N_z = 0. \quad (2.44)$$

Из уравнений (2.44) и (2.43) имеем:

$$N_z = T_0 \cos a, \quad (2.45)$$

$$N_x = C + T_0 \sin a - P \cos g. \quad (2.46)$$

Но между натяжением нити P и натяжением нити в баллоне у бегунка T_0 существует следующая зависимость:

$$P = T_0 e^{mj},$$

где m - коэффициент трения нити о бегунок; j - угол охвата бегунка нитью (величина переменная).

Тогда можем написать:

$$P = T_0 \cdot K, \quad (2.47)$$

где $K = e^{mj}$ - коэффициент, который можно определить экспериментальным путем; установлено, что он находится в пределах от 1,8 до 2,2.

Подставив значение P из уравнения (2.47) и значения N_x и N_z из уравнений (2.46) и (2.45) в уравнение (2.42), получим:

$$f \cdot C + f \cdot T_0 \cdot \sin a - f \cdot K \cdot T_0 \cdot \cos g + f \cdot T_0 \cdot \cos a - K \cdot T_0 \cdot \sin g = 0$$

или, разделив все члены этого уравнения на f и вынеся T_0 за скобку, получим

$$C = T_{\sigma} \left(K \cdot \cos g + \frac{K}{f} \cdot \sin g - \sin a - \cos a \right)$$

Отсюда

$$T_{\sigma} = \frac{C}{K \left(\cos g + \frac{\sin g}{f} \right) - (\cos a + \sin a)} = \frac{m \cdot R \cdot w^2}{K \left(\cos g + \frac{\sin g}{f} \right) - (\cos a + \sin a)}$$

Если пренебречь углом α из-за его незначительной величины, т.е. считать, что $a = 0$, то полученная формула примет более простой вид:

$$T_{\sigma} = \frac{m \cdot R \cdot w^2}{K \left(\cos g + \frac{\sin g}{f} \right) - 1} \quad (2.48)$$

Из этой формулы видно, что натяжение нити в нижней точке баллона изменяется прямо пропорционально массе бегунка, радиусу кольца и квадрату угловой скорости вращения веретен. Кроме того, натяжение нити зависит от угла g , т.е. от отношения радиуса намотки к радиусу кольца.

Выведенная формула дает возможность определить натяжение нити в баллоне у бегунка для различных диаметров намотки, а также вычислить величину натяжения нити между початком и бегунком.

Натяжение нити (сН) в зоне бегунок-патрон можно ориентировочно подсчитать по формуле В.А. Ворошилова

$$T_{\sigma} = \frac{m \cdot m_B \cdot R_K^2 \cdot w^2}{r \cdot 981}, \quad (2.49)$$

где m - коэффициент трения бегунка о кольцо (0,12-0,25 при $n_{\sigma}=13500 \dots 10000$ мин⁻¹); m_B - масса бегунка, г; R_K - радиус кольца, см; w - угловая скорость веретен, с⁻¹ ($w = \frac{2p \cdot n_B}{60}$, где n_B - частота вращения веретен, мин⁻¹); r - радиус наматывания пряжи, см.

Согласно работе [14] установлено влияние массы бегунка на натяжение пряжи у бегунка. Минимально необходимая масса приработанного бегунка с плоским поперечным сечением, при которой формируется баллон, равна:

$$m_{\delta \min} = \frac{m_0 H_{\max}^2 \left[\frac{r_{\max} (1 + 0.7 m_{H-\delta})^2}{m_{\delta-\kappa}} - R_K \right]}{R_K^2 \left[\sqrt{e-1} + \sqrt{2(e^{1-R/b} - 1)} \right]^2}, \quad (2.50)$$

где H_{\max} - максимальная высота баллона, соответствующая нижней точке наработки полного «гнезда», [м]; r_{\max} - максимальный радиус намотки полного «гнезда», [м]; R - радиус кольца [м]; $m_{\delta-\kappa}$ - коэффициент трения бегунка по кольцу; $m_{H-\delta}$ - коэффициент трения нити о бегунок; m_0 - масса единицы длины нити, кг/м; b - максимальный радиус баллона, м.

Анализ формулы (2.50) показывает, что при постоянных параметрах крутильного механизма кольцевой машины увеличение массы бегунка приводит к уменьшению максимального радиуса баллона. Кроме того, формула показывает, что снижение коэффициента трения между бегунком и кольцом приводит к увеличению необходимой для устойчивой работы баллона массы бегунка, что увеличивает натяжение нити в баллоне и, следовательно, может привести к повышению обрывности нити.

Увеличение линейной плотности нити (текс), высоты баллона (паковки) и радиуса кольца (паковки) также приводит к необходимости увеличения массы бегунка и увеличению натяжения нити в баллоне.

Из приведенной выше зависимости (2.52) видно, что при постоянной частоте вращения веретен натяжение пряжи при наматывании на початок изменяется, а следовательно, изменяется и ее обрывность на машине. При этом наибольшая обрывность наблюдается при наработке гнезда початка в верхней части каждого слоя, когда наматывание производится на меньший диаметр початка, а также в конце съема, когда уменьшается расстояние между кольцевой планкой и нитепроводником и снижается амортизация колебаний натяжения баллоном.

Для выравнивания натяжения пряжи на кольцевых прядильных машинах применяют регуляторы частоты вращения веретен. Когда наматывание пряжи производится на меньший диаметр початка, частота вращения веретен снижается, и наоборот.

Изменение частоты вращения веретен достигается тремя путями:

– послонное регулирование - изменение за время двойного хода кольцевой планки (снижение с уменьшением

диаметра витков намотки) (рис.2.42,а);

– базисное регулирование, когда частота вращения веретен изменяется при наматывании гнезда и тела початка (рис.2.42,б);

– полное – представляет собой сочетание послойного и базисного регулирования.

Наиболее часто применяют базисное регулирование, которое проще и более надежно в работе. При этом производительность машин повышается примерно на 5 %, а обрывность снижается на 15-20 % [15].

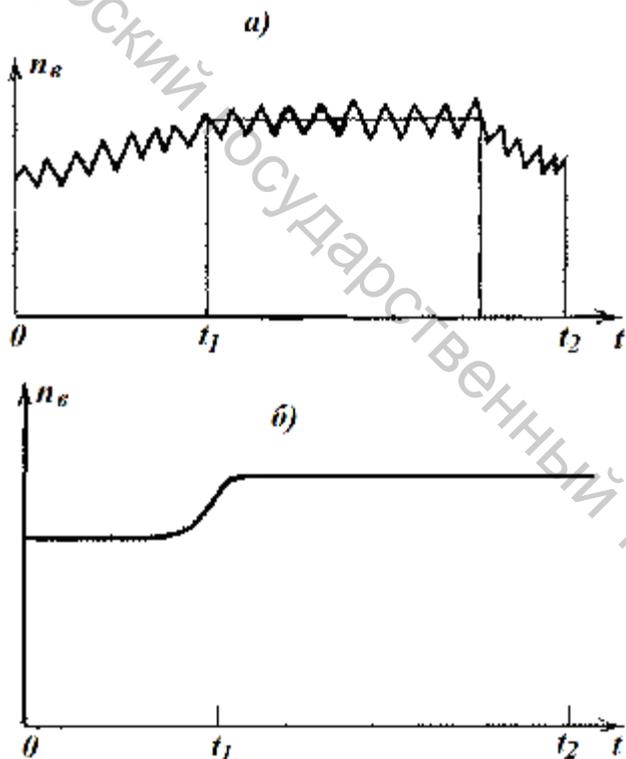


Рис. 2.42. Изменение частоты вращения веретен

Наибольшее распространение получили электрические регуляторы, принцип которых заключается в применении регуляторов частоты вращения, а именно использование асинхронных двигателей – частотных приводов, на которых реализуют либо программное задание частот по тактам наматывания, либо использование визуальных средств задания тактограммы работы двигателя с применением видеотерминала (рис. 2.42,а) [12].

При использовании механических регуляторов скорости веретен применяют асинхронный электродвигатель без регулирования частоты вращения и в передачу от него к главному валу включают регулятор механического типа. Однако конструкция и наладка их сложны, поэтому они не получили распространения. Иногда на машину устанавливают два электродвигателя, связанных с главным валом машины через электромагнитные муфты, из которых один имеет несколько меньшую скорость и его включают в начале и в конце наработки съема. Все остальное время электродвигатель работает с повышенной скоростью. Могут также использоваться двухскоростные двигатели.

В работе [16, 17] предлагается новое крутильное устройство, позволяющее изменить характер трения между бегунком и кольцом (трение скольжения заменено на трение качения). Известно, что при трении качения износ материала трущейся пары во много раз меньше, чем при трении скольжения. Такое решение дает возможность в 2...3 раза увеличить частоту вращения веретен и тем самым повысить производительность кольцевых прядильных машин.

Принципиальная схема нового крутильного устройства, представленная на рисунке 2.43, работает следующим образом. Получив за счет вращения паковки 1 начальную действительную крутку, пряжа (скрученная мычка), двигаясь от выпускной пары вытяжного прибора сквозь направляющий крючок 2 вдоль баллона 3, в нижней части попадает в продольную рабочую щель 4 тороидальной камеры 5, установленной на кольцевой планке (на рисунке не показана), благодаря чему пряжа меняет свое направление и отводится в противоположную от паковки 1 сторону. Далее пряжа проходит сквозь бегунок 6 специальной тороидальной формы и, изменив свое направление на 180°, выходит из щели 4 тороидальной камеры 5, наматываясь на паковку.

Функцию бегунка выполняет торообразный ролик, который катится по внутренней вогнутой тороидальной поверхности кольцевой камеры. Причем радиус кривизны наружной поверхности торообразного ролика-бегунка меньше радиуса кривизны внутренней вогнутой поверхности кольцевой камеры, что позволяет ролику осуществлять контакт с камерой в одной точке (рис. 2.44).

Выполненный в такой форме бегунок, катаясь без проскальзывания по внутренней вогнутой поверхности камеры, имеет минимальный износ, а сила трения качения бегунка о камеру обеспечивает отставание баллона нити от

паковки и ее наматывание. Создавая определенное натяжение нити в баллоне, ролик-бегунок обеспечивает возможность существования баллона.

Передвигаясь по внутренней поверхности камеры, бегунок имеет собственное вращение, но в противоположном, чем паковка, направлении (рис. 2.44). Вследствие этого пряжа, проходя сквозь бегунок и взаимодействуя с ним, получает раскручивающий фрикционный момент, который раскручивает пряжу на участке от точки касания пряжи с бегунком до точки касания пряжи с верхним бортиком кольцевой камеры. После прохождения бегунка крутка у пряжи мгновенно восстанавливается.

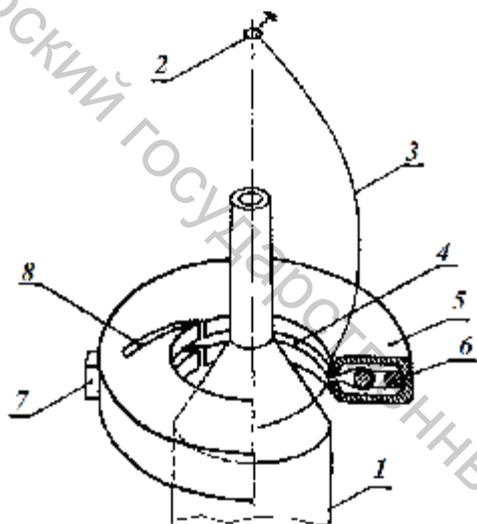


Рис. 2.43. Новое крутильное устройство

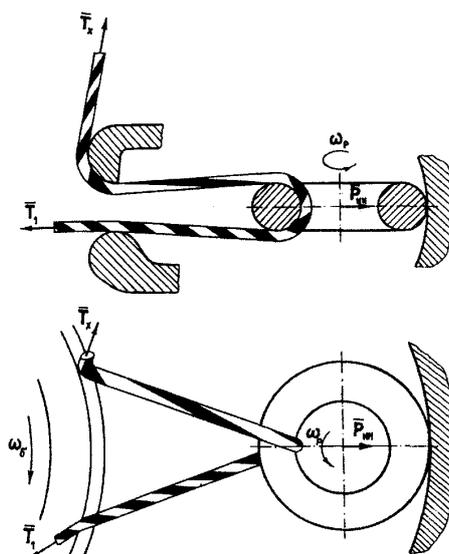


Рис. 2.44. Ролик-бегунок

Особенностью устройства является и то, что наружный диаметр бегунка больше высоты внутри камеры, а его толщина больше размера продольной щели. По этой причине бегунок не может перевернуться внутри камеры и вылететь из нее при обрыве нити (для его установки камеру делают разъемной).

Заправка устройства осуществляется следующим образом. При обрыве нити в силу ряда случайных причин бегунок, совершив по инерции несколько оборотов внутри камеры, останавливается возле, например, постоянного магнита 7 (рис. 2.43), совместившись со входом сквозной заправочной щели 8, расположенной под острым углом к радиусу в сторону вращения паковки. После введения оборванного конца нити сквозь щель 8 и бегунок и присучивания к мычке осуществляется пуск остановленного на время заправки веретена, нить выходит из заправочной щели и попадает в продольную щель. Далее процесс кручения возобновляется.

Разработанное крутильное устройство апробировано при производстве пряжи разной линейной плотности от 5 до 200 текс, а также на хлопке, льне и шерсти. Частота вращения веретен на машине П-76-5М доводилась до 23000

мин⁻¹ (выше разогнать веретена оказалось технически невозможно) и новое устройство работало надежно и устойчиво на предельной для машины скорости.

Натяжение пряжи в зоне бегунок-паковка при использовании нового крутильного устройства можно определить по формуле

$$T_{\bar{o}} = \frac{m_p \cdot \omega^2 \cdot R_K^2 \cdot f_K \cdot e^{pm_{H-P}}}{(d-b)(r \cdot e^{pm_{H-P}} - R_K \cdot \sin \arctg m_{H-\bar{o}op})}, \quad (2.51)$$

где m_p - масса ролика-бегунка, кг; ω - угловая скорость вращения паковки, рад/с; R_K - радиус кольцевой камеры, м; m_{H-P} - коэффициент трения скольжения нити о бегунок; $m_{H-\bar{o}op}$ - коэффициент трения нити о верхний бортик; f_K - коэффициент трения качения бегунка о камеру; d - диаметр бегунка, м; b - толщина бегунка, м; r - радиус намотки пряжи на паковку, м.

2.9.2. Силы, действующие на нить в баллоне

Вследствие быстрого вращения на участке от нитепроводника до бегунка нить под действием центробежной силы изгибается и образует баллон.

В конечных точках баллона на нить действуют силы натяжения $T_{\bar{o}}$ и T_H (рис. 2.45), направленные по касательным к образующей баллона. Так как нить вращается вокруг оси веретена, то на каждый участок ее действует центробежная сила, расположенная горизонтально.

баллона расположена в одной плоскости.

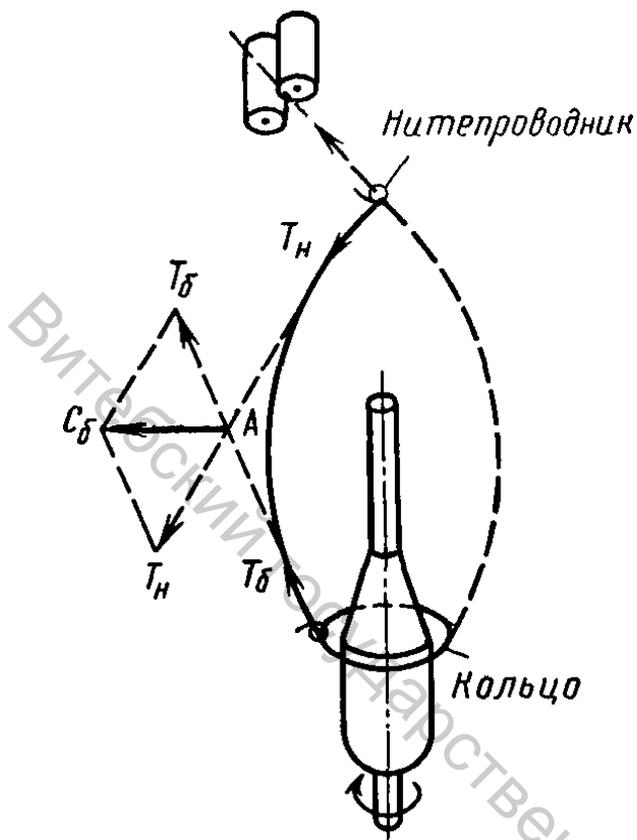


Рис. 2.45. Схема сил, действующих в баллоне

Сумма этих сил составляет общую центробежную силу баллона C_b , расположенную также в горизонтальной плоскости. Кроме этих сил на нить баллона действует сопротивление воздуха, собственная масса нити и добавочная переносная (кориолисова) сила инерции.

Сопротивление воздуха зависит от ряда факторов, точное влияние которых трудно учесть, поэтому часто при определении натяжения нити делают поправку, увеличивая полученный результат на 10 %.

Под действием сопротивления воздуха нить в баллоне приобретает форму линии двойной кривизны. Упрощенно считаем, что нить

Витебский государственный технологический университет

Если проектировать силы, действующие на нить в баллоне, на эту плоскость, то окажется, что силы $T_{\bar{o}}$, T_n и $C_{\bar{o}}$ проектируются в натуральную величину, а проекция силы сопротивления воздуха, действующая перпендикулярно плоскости чертежа, равна нулю.

Собственным весом нити и кориолисовой силой ввиду их незначительной величины можно пренебречь.

Для равновесия сил необходимо, чтобы они пересекались в одной точке, которую можно найти, если продолжить направление сил $T_{\bar{o}}$ и T_n . Центробежная сила $C_{\bar{o}}$ будет направлена горизонтально. Чтобы найти величины указанных сил, достаточно знать одну из них, например $T_{\bar{o}}$ или $C_{\bar{o}}$, которую можно определить по формуле

$$C_{\bar{o}} = \sum C_x = \frac{l}{N \cdot 9,81} \left(\frac{p \cdot n}{30} \right)^2 (r_1 + r_2 + \mathbf{K} + r_n), \quad (2.52)$$

где l - длина участка нити в баллоне; $r_1 \dots r_n$ - радиус баллона в разных точках баллона, N - номер пряжи; n - частота вращения веретена, мин^{-1} .

Натяжение нити за нитепроводником или у переднего цилиндра T_x будет меньше силы T_n на величину трения, которое нить испытывает в нитепроводнике, т.е.

$$T_n = K_1 \cdot T_x,$$

где K_1 - коэффициент, учитывающий трение нити в нитепроводнике (в среднем 1,1).

Форму баллона, образуемого вращающейся нитью, можно получить путем фотографирования. Используя фотографии баллона, можно определить натяжение нити в вершине баллона (Н) по формуле И.И. Мигушова

$$P_0 = T_{PP} \cdot 10^{-6} \cdot w_{\bar{o}}^2 \left\{ R_M^2 + \left[\frac{H_{\bar{o}}}{\arcsin\left(\frac{R_K}{R_M}\right)} \right]^2 \right\}, \quad (2.53)$$

где T_{PP} - линейная плотность пряжи, текс; $w_{\bar{o}}$ - угловая скорость бегунка, с^{-1} ; R_M - максимальный радиус баллона (замеряют по фотографии), м; R_K - радиус кольца, м; $H_{\bar{o}}$ - высота баллона (замеряют по фотографии), м.

2.10. АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ НА КОЛЬЦЕВЫХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИНАХ

Для увеличения производительности кольцевых прядильных машин предусматриваются различные мероприятия по автоматизации технологических операций, позволяющие значительно снизить время на обслуживание машины, сьем наработанных початков, ее перезаправку, ликвидацию обрывов и т.д.

На отечественных прядильных машинах (*П-66-5М4, П-76-5М4, П-83-5М4, П-66-5М6, П-76-5М6, ПА -75, ПА-70*) предусмотрены следующие мероприятия по механизации операций:

- пневматические мычкоуловители;
- автоматические чистители, перемещающиеся вдоль машины по специальным направляющим;
- подъем и опускание кольцевых планок до начала намотки початка,
- останов машины при наработке полного съема
- автоматические сьемники початков (сьем початков, надевание пустых патронов) различных типов:

• передвигающиеся по направляющим над группой прядильных машин (15-20 шт.), снимающие сразу все початки, надевающие пустые, переносящие початки на разгрузочную станцию, где и заряжаются пустыми патронами;

• передвижные, напольные, снимающие початки поочередно или небольшими группами и транспортирующими их к разгрузочной станции или мотальному автомату;

• входящие в конструкцию прядильной машины, осуществляющие сьем сразу на всей сторонке или обеих сторонках;

• неотделимые от машины, но снимающие початки поочередно на каждой сторонке машины от одного веретена к другому.

На прядильных машинах фирмы *Rieter* применяется устройство *SERVOfrip* для осуществления съема прядильных початков без предварительной подмотки снизу початка. На традиционных кольцепрядильных машинах для заправки используют предварительную подмотку пряжи на веретено, что дает возможность закрепить кончик пряжи. Затем на веретено надевают пустой початок, и начинается процесс прядения. Механизм захвата кончика пряжи *SERVOfrip* (рис. 2.46) дает возможность осуществлять сьем без предварительной подмотки пряжи на веретено.

Механизм работает следующим образом:

а) после наработки початка кольцевая планка *1* автоматически опускается и открывает механизм захвата *SERVOfrip* (рис. 2.46);

б) веретено *4* продолжает медленно вращаться, создаваемый воздушный поток направляет пряжу *3* в механизм захвата *2*;

- в) механизм *SERVOgrip* закрывается и зажимает кончик пряжи;
- г) прядильный початок 5 снимается автосъемником, пряжа обрывается, ее кончик длиной несколько сантиметров остается зажатым в механизме;
- д) на веретено механизмом автосъемника надевается пустой початок 6. Механизм сжимания открывается, и пустой початок устанавливается на веретено, зажатый участок пряжи освобождается и зажимается между патроном и веретеном. Кончик пряжи, зажатый механизмом, прижат к веретену и при установке пустого патрона надежно фиксируется между веретенем и патроном;
- е) при включении машины пряжа оказывается зажатой с двух концов. Один конец зажат в выпускной паре вытяжного прибора, второй зажат между початком и веретенем.

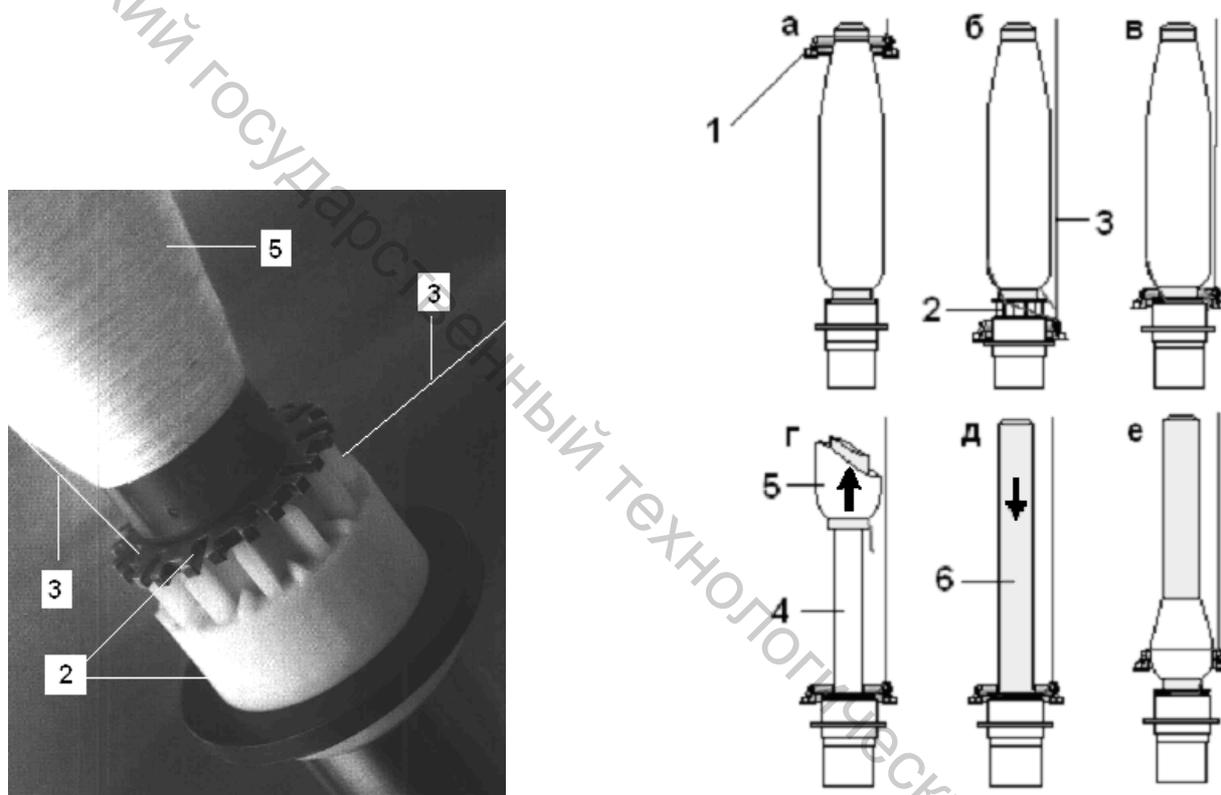


Рис. 2.46. Механизм *SERVOgrip* прядильной машины G33

Применение данного механизма дает следующие преимущества:

- отсутствие чистки веретена от подмотов;
- снижение количества отходов;
- уменьшение количества дефектов в пряже;
- значительное повышение КПВ машины.

Практически все новые модели кольцевых прядильных машин выпускаются со встроенными автосъемниками различных модификаций, например, модель *CO-WE-MAT* фирмы *Zinser*, *ROBOdoff* фирмы *Rieter*, *Spindoff* фирмы *Marzoli*, модели *TRC* и *SCD* фирмы *Toyota* и др.

На машине *G33* для автоматической смены наработанных прядильных початков применяется полностью автоматизированный, быстродействующий и компактный механизм *ROBOdoff*. Механизм автосъемника управляется с центрального пульта управления прядильными машинами. Механизм автосъемника соединен с каркасом машины. Съем початков осуществляется пневматически.

После наработки полного съема кольцевые планки автоматически опускаются в нижнее положение, автосъемник пневматически снимает наработанные прядильные початки *1* (рис. 2.47) и устанавливает их на держатели *2*, расположенные на конвейере *3*. Держатели расставлены на расстоянии, равном шагу между веретенами. Далее конвейер отводит прядильные початки и сбрасывает их в грузовой короб *4*. После этого конвейер с освободившимися держателями возвращается на прядильную машину (стрелка *8*). На держатели барабаном *7* надеваются пустые початки *5* из магазина *6*.

Автосъемником пустые прядильные початки надеваются на веретена.

Преимущества данного типа автосъемников следующие:

- время съема наработанных початков на обеих сторонах машины 50-60 с;
- высокий КПВ;
- процесс съема не нуждается в контроле человеком;
- высокие оперативные способности.

Применяются универсальные в использовании двухсторонние прядильные початки высотой 250 мм.

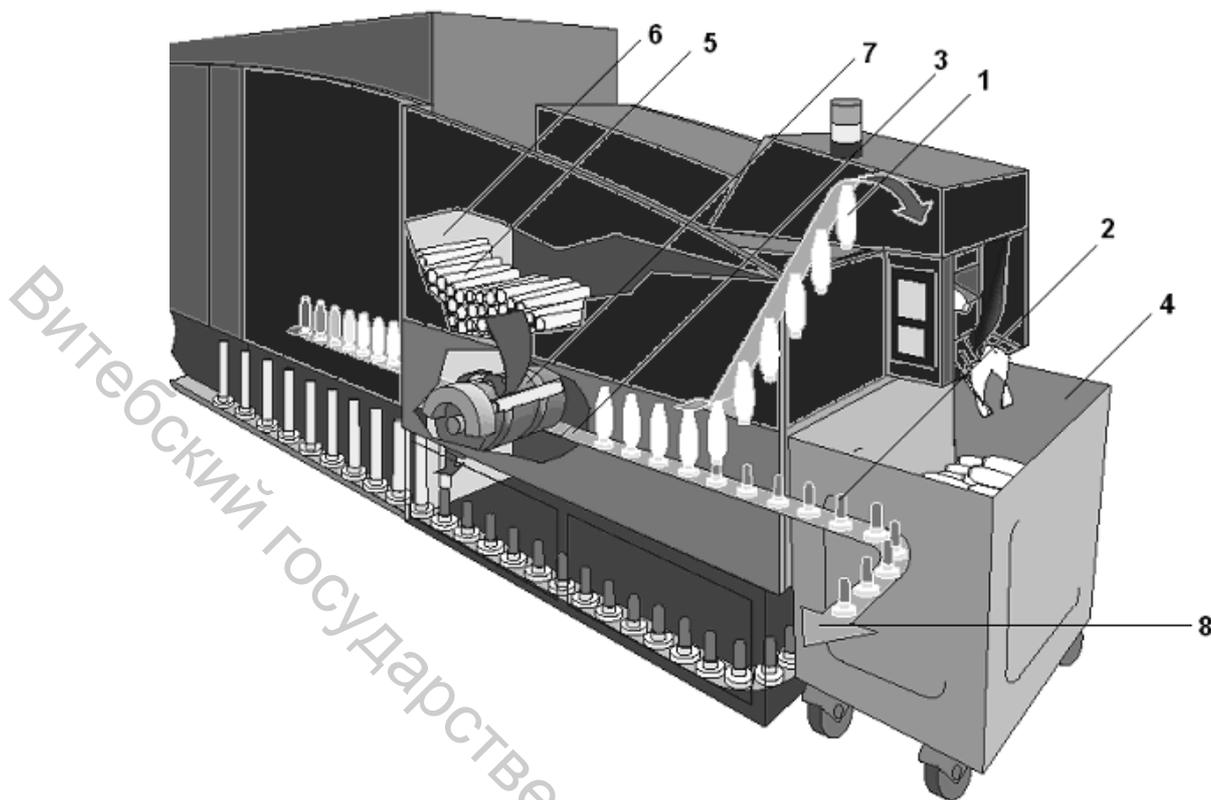


Рис. 2.47. Автоматическая транспортировка початков SERVODisk

Фирма *Zinser* разработала два типа автосъемников початков, используемых на кольцевых прядильных машинах мод. 350: *CO-WE-MAT 395F* – для отдельно работающих кольцевых прядильных машин, и *CO-WE-MAT 395V* – для кольцевых прядильных машин, сопряженных с мотальными автоматами системой *BOBBIN TRAY* [22].

Процесс съема початков контролируется лазерным лучом. Если возникает неполадка при съеме початка, то машина автоматически останавливается и подает аварийный сигнал. Пневматические внешние захваты (рис. 2.48, стрелкой указан ряд пневматических захватов с зафиксированными початками) с большим радиусом пальцев надежно захватывают початки точно за носик патрона. За счет зажима носика патрона в трех точках исключена опасность повреждения початка.

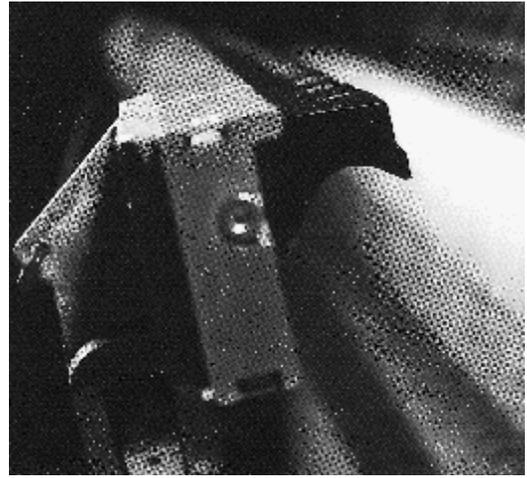
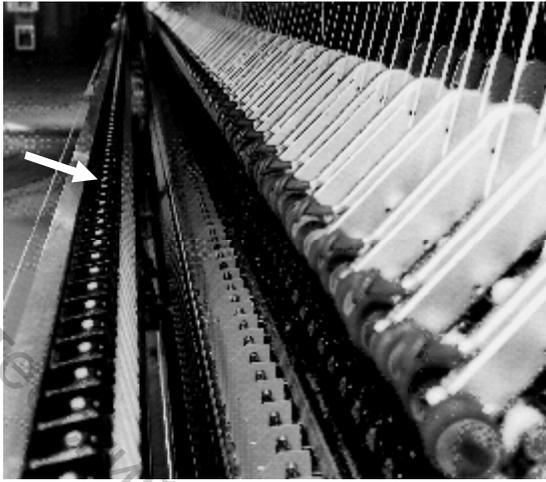


Рис. 2.48. Пневматические захваты початков

Принцип работы автосъемника початков *CO-WE-MAT* заключается в следующем (рис. 2.49). Съем выполняется одновременно с двух сторон с 1488 веретен всего за 2,5 минуты. Автосъемник представляет собой две балки 1, расположенные по обеим сторонам машины на подвижных рычагах с возможностью возвратно-поступательного движения в вертикальной плоскости и поворота относительно валов, на которых закреплены несущие рычаги. Балки выполнены в виде уголковых профилей и снабжены захватами 3 в количестве, равном числу веретен на машине.

Пневматические внешние захваты 3 захватывают початки 2 и патроны 4 за носик патрона. Промежуточный привод *CO-WE-MAT* обеспечивает абсолютную синхронность движения обеих балок съема.

Для того чтобы усилия от автосъемника не передавались на машину, промежуточные стойки отлиты из чугуна и образуют прочную основу рамы машины. Веретенный брус, как и промежуточные стойки, тоже изготовлен из чугуна. Свойство чугуна демпфировать вибрации оказывает положительное влияние на характеристики кольцепрядильной машины.

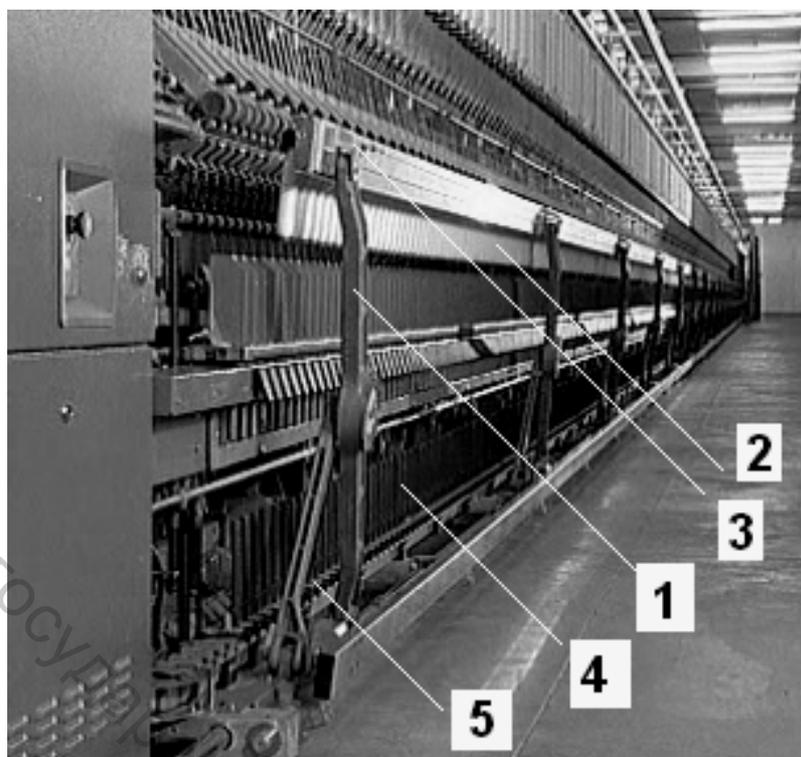
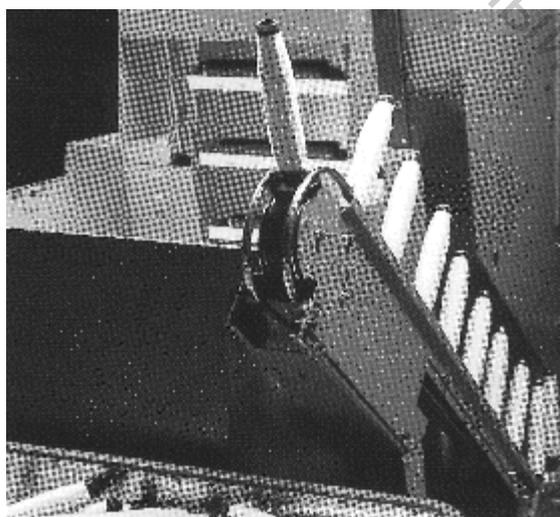


Рис. 2.49. Автоъемник CO-WE-MAT (Zinser)



а



б

Рис. 2.50. Автоъемник CO-WE-MAT 395F

При использовании автоъемника *CO-WE-MAT 395F* – для отдельно работающих кольцевых прядильных машин снятые початки сбрасываются специальным механизмом в тележку (рис. 2.50,а) с одновременным набором транспортером (элеваторного типа) пустых патронов из приемника (рис. 2.50,б).

Автоъемник *CO-WE-MAT 395V* используется для кольцевых прядильных машин, сопряженных с мотальными автоматами системой *BOBBIN TRAY*. Система *BOBBIN TRAY* представляет собой держатели тарельчатой формы,

установленные на ленточном транспортере. Использование системы *TRAY* исключает повреждение початков (соответственно минимизируется количество отходов). Початки от прядильных машин *1* до мотальных автоматов *2* транспортируются ленточным конвейером (рис. 2.51), причем подача полных початков *3* осуществляется с одной сторонки машины, а отвод пустых патронов *4* с другой. Полные початки и пустые патроны передаются от одной машины к другой посредством автоматического поворотного диска *5*. Для удобства обслуживания машин и возможности перехода между ними транспортер имеет изогнутую форму в виде арки (возможна конструкция транспортера без прохода между машинами).

Процесс ликвидации обрыва пряжи автоматизировать значительно сложнее. Работы ведутся в двух направлениях – создание встроенных в машину стационарных манипуляторов на каждый выпуск и создание передвижных автоматов, обслуживающих группу веретен или прядильных машин.

Стационарные автоприсучальщики встроены в машину и устраняют обрывы непосредственно у выпускной линии каждого вытяжного прибора. Устройства такой конструкции имеют малые габаритные размеры и высокое быстродействие. Передвижные манипуляторы являются автономными устройствами, копирующими действия прядильщицы. Они осуществляют патрулирование вдоль машины, обнаружение веретена с оборванной нитью, фиксацию устройства около этого веретена, отыскание конца нити, отмотывание нити, фиксацию бегунка и заводку в него нити, проводку нити через ограничитель баллона и нитепроводник и соединение с выпускаемой мычкой. При неудачной попытке устранения обрывов рабочий цикл может повторяться несколько раз.

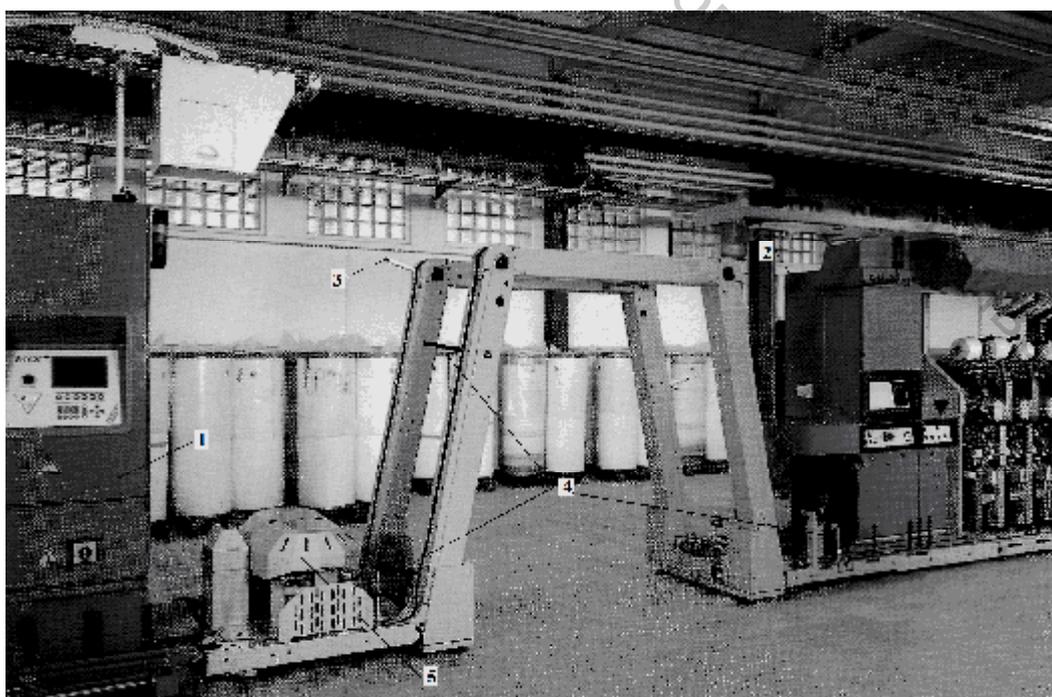


Рис. 2.51. Система подачи початков BOBBIN TRAY фирмы Zinser

Для возможности экономного расходования сырья кольцевые прядильные машины VA336 фирмы *Howa* оснащены прерывателем подачи ровницы при обрыве пряж. Машины моделей 321, 330 компании *Zinser* кроме прерывателя питания оборудованы также автоматом смены ровничных катушек на питание, выполняющим присучивание ровницы. Автомат одновременно заменяет шесть отработанных катушек на полные с присучиванием концов ровницы.

Для предотвращения при обрыве пряжи ухода волокна в мычкоуловитель на каждый отдельный выпуск вытяжного прибора встраиваются устройства прерывания питания ровницей. Прерывание питания осуществляется путем подъема нажимного валика относительно питающего цилиндра. Подъем может быть выполнен за счет клина, клиновидной втулки или рычага, отжимающих нажимной валик от цилиндра после сигнала датчика целостности нити. В качестве датчиков используются механические, магнитные или оптоэлектронные системы.

Современные кольцевые прядильные машины оснащаются встроенными системами отсоса пыли и пуха с автоматической очисткой фильтров. Иногда используют групповой волоконсорник на 20-30 машин с общим вентилятором. Для снижения температуры в цехе теплый отработанный воздух выводят в отдельное помещение по воздуховодам, расположенным под полом.

2.11. ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Прядильная машина приводится в движение индивидуальным электродвигателем. На прядильной машине *П-75-А* для получения заданной частоты вращения веретен используют сменные блоки D_1 и D_2 (рис. 2.52).

Общую вытяжку регулируют с помощью вытяжной шестерни Z_B и вспомогательных сменных шестерен Z_3 , Z_4 (при $Z_3 + Z_4 = 95$ зуб.) и Z_5 . При увеличении числа зубьев сменной шестерни Z_B общая вытяжка уменьшается. Частную вытяжку между задним и средним цилиндрами регулируют шестернями Z_1 и Z_2 .

Для изменения крутки пряжи имеются сменные крутильные шестерни Z_{KP} и Z_{KP}' , изменяемые одновременно при $Z_{KP} + Z_{KP}' = 88$ зуб. При увеличении их числа зубьев крутка уменьшается.

В передаче к мотальному механизму, идущей от крутильных шестерен, имеются сменная мотальная шестерня Z_M и вспомогательные сменные шестерни Z_6 и Z_7 (при $Z_6 + Z_7 = 90$ зуб.). Мотальную шестерню меняют для изменения шага витков намотки. Вспомогательные сменные шестерни позволяют более точно регулировать работу машины. При намотке с

2.12. ОБРЫВНОСТЬ НА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

Обрыв продукта чаще происходит у переднего цилиндра в зоне обтекания мычкой цилиндра. Обрыв может произойти при существенном уменьшении разрывной нагрузки продукта или увеличении натяжения его или при совпадении обоих этих изменений во времени. Таким образом, обрывность зависит, с одной стороны, от уровня неровноты пряжи (последний зависит от организации технологического процесса), с другой — от уровня неровноты натяжения, определяемого качеством изготовления, наладкой и обслуживанием машин. Все причины обрывности принято разделять на две группы: 1) технологические и 2) связанные с плохим состоянием прядильных машин.

К технологическим причинам относится неправильный выбор сырья, несовершенство системы прядения (недостаточные очистка от сора, пороков и удаление коротких волокон, разрыхление и смешивание компонентов, малый эффект выравнивания по толщине продукта), неоптимальный план прядения (особенно в отношении вытяжек, числа сложений, крутки, скоростей), колебания температуры и влажности, а также большое число случайных производственных погрешностей.

Обрывность, зависящая от качества наладки и обслуживания машин, происходит вследствие нарушений условий сматывания ровницы, износа и нарушения установки деталей вытяжного прибора, крутильно-мотального аппарата, неправильной насадки патронов на веретена, неправильной установки нитепроводников и колец относительно веретен, повышенной вибрации веретен и т.п.

Борьбе с обрывностью придается большое значение, так как при большой обрывности снижается производительность оборудования, ухудшается качество пряжи, уменьшается выход пряжи и особенно снижается производительность труда прядильщицы, увеличивается ее загруженность, причем при очень большой ее неравномерности, иногда даже приходится сокращать фронт обслуживания прядильщицы.

Обычно обрывность учитывают на 1000 вер.·ч. Сравнивая работу машин с разной частотой вращения веретен, определим обрывность на единицу длины выпускаемой пряжи (1 км). Найдем зависимость между числом обрывов R_1 на 1000 вер.·ч и числом обрывов R_2 на 1 км вырабатываемой пряжи.

Длина пряжи, выработанной за 1 ч на 1000 веретенах, км,

$$L = 60 \cdot V_{В.Ц.} \cdot K_Y,$$

где $V_{В.Ц.}$ - линейная скорость выпуска мычки (скорость выпускного цилиндра), м/мин; K_Y - коэффициент усадки мычки от крутки.

Очевидно,

$$R_2 = \frac{R_1}{L},$$

или

$$R_2 = \frac{R_1}{60 \cdot V_{B.Ц.} \cdot K_V}. \quad (2.54)$$

Соотношение между R_1 и R_2 можно выразить через коэффициент крутки a_T , частоту вращения веретен n_B , мин^{-1} , и линейную плотность пряжи T , текс.

Зная, что крутка равна

$$K = \frac{a_T}{\sqrt{100}} = \frac{n_B}{V_{B.Ц.} \cdot K_V},$$

получим

$$V_{B.Ц.} \cdot K_V = \frac{n_B \cdot \sqrt{T}}{a_T}. \quad (2.55)$$

Подставляя выражение (2.55) в формулу (2.54), найдем

$$R_2 = \frac{R_1 \cdot a_T}{60 \cdot n_B \cdot \sqrt{T}}.$$

Длина пряжи, км, на которую приходится один обрыв,

$$L_1 = \frac{60 \cdot n_B \cdot \sqrt{T}}{R_1 \cdot a_T}. \quad (2.56)$$

Уровень обрывности различен не только для разных фабрик, но и в пределах одной фабрики и даже на разных веретенах одной машины. Количество обрывов должно составлять 30-40 обрывов на 1000 вер·час. Наблюдения показали, что, на машине имеются веретена, на которых в течение более 60 ч работы не было ни одного обрыва, в то время как на некоторых соседних веретенах нить обрывалась часто. Такие веретена называют неисправными или «больными», допуская, что неисправность может быть на любом участке данного прядильного места — от ровницы до початка. Эффективный способ борьбы с обрывностью в прядении должен базироваться на поверетенном контроле и устранении причин, вызывающих систематическую обрывность.

2.13. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Технический контроль производства осуществляют отдел технического контроля и фабричная лаборатория.

Линейную плотность пряжи, разрывную нагрузку пасмы, относительную разрывную нагрузку пасмы и неровноту по линейной плотности определяют ежедневно на всех машинах, а при большом количестве машин, заправленных пряжей одной линейной плотности, машины разбивают по группам.

Разрывную нагрузку одиночной нити, относительную разрывную нагрузку одиночной пряжи и неровноту по разрывной нагрузке определяют 1 раз в месяц на всех машинах для пряжи каждой линейной плотности.

Крутку и коэффициент крутки уточной пряжи проверяют 1 раз в неделю, а основной пряжи — при перезаправках.

Засоренность пряжи, определяющей класс пряжи, контролируют у пряжи каждой партии при изменении сортировки и по заданию.

Влажность пряжи определяют ежедневно для пряжи каждой линейной плотности и сортировки.

Массу нити, плотность намотки и длину ее на початке проверяют после капитального ремонта машины и по заданию.

Обрывность контролируют ежемесячно по каждой машине и по заданию.

Вся снятая с машин пряжа направляется в пункт приема, где ее взвешивают в той же смене, в которой вырабатывают. Недоработанные или переработанные съемы считаются неполноценными. Недоработанные съемы снимают с разрешения помощника мастера.

Основные пороки пряжи:

Переслежистая пряжа характеризуется наличием тонких и толстых мест, чередующихся в случайном порядке. Получается этот порок при переработке переслежистой ровницы, скрытой вытяжке ее на пути от рамки до вытяжного прибора (из-за сломанной шпильки, расколотой или забитой пухом фарфоровой чашечки, а также ее загрязнения или верхнего отверстия для шпильки пухом или грязью, забитой пухом водилки ровницы), неправильной, с перекосами, установки валиков, неправильной разводке цилиндров, несвободном вращении валиков, разных их диаметрах и плохом состоянии покрытий валиков, износе и ослаблении шпонок шестерен, тугой присадке сцепляющихся шестерен.

Пересечки — чередующиеся через определенный промежуток топки и толстые места в пряже; образуются при биении цилиндра, поломке зубьев шестерен вытяжного прибора, скоплении пуха между зубьями шестерен, неправильной склейке ремешков, перекошенных валиках, пересечках в ровнице.

Краксы — утолщения из волокон обвившихся вокруг одного более длинного, центрального, волокна; образуются при слишком малой разводке цилиндров.

Непроярки — невытянутая ровница; образуются при недостаточном зажиме ее в вытяжной паре или слишком крутой ровнице, а также при

навивании мычки на соседнюю тумбочку цилиндра и прорезании валиков при неработающей водилке.

Непрокрутка пряжи может получаться при проскальзывании тесьмы на веретене, слабой посадке патронов.

Шишки в пряже являются следствием заработки в нее пуха при небрежном обмахивании машины.

Грязная и замасленная пряжа получается при присучивании грязными, масляными руками ровницы и пряжи, неправильной смазке шеек цилиндров или втулок валиков.

Основные дефекты намотки.

Отсталые початки получаются при высокой обрывности, когда прядильщица не успевает вовремя ликвидировать обрывы.

Растрепанные початки нарабатываются при плохой центровке веретен с кольцами, сломанных пружинах веретенных втулок и мягкой намотке (легком бегунке).

Мягкие початки получаются при недостаточном натяжении пряжи вследствие использования слишком легких бегунков, недостаточной смазки веретен, проскальзывания тесьмы, слабой посадки патронов.

Тонкие или толстые початки могут нарабатываться при слишком большом или малом угле поворота храповика. Для увеличения диаметра початка следует уменьшить угол поворота храповика за цикл, и наоборот.

Початки с тупым или острым верхним конусом нарабатываются при неправильном размахе кольцевой планки. Тупой конус получается при малом размахе (например, при сработанном носике мотального кулачка), острый конус — при слишком большом размахе планки.

Початки с толстым или тонким гнездом нарабатываются при неправильной установке кулачка мотального механизма: в первом случае кулачок сильно отклоняет цепь и действует более продолжительное время, а во втором случае — наоборот.

Бугры на початках появляются при поломанных зубьях храповика или шестерни мотального блока.

Основные виды отходов.

Мычка — волокна, засасываемые мычкоуловителем после обрыва пряжи и собираемые в виде бесформенной массы на сетке волоконсорника. Количество этих отходов зависит от уровня обрывности и продолжительности маршрута прядильщицы и составляет 0,5-1 % количества перерабатываемой смеси.

Рвань ровницы получается из-за неполного срабатывания ровницы с катушек, вырывания участков тонких и толстых пропусков и с другими пороками, неправильного присучивания; в зависимости от линейной плотности пряжи и системы прядения составляет 0,47-0,57 %.

Путанка — пряжа с початков с дефектами намотки, затрудняющими их переработку, или с початков, поврежденных при транспортировке. Количество путанки не должно превышать 0,05-0,1 %.

Пух с чистителей — короткие волокна, скапливающиеся на чистителях валиков, цилиндров и ремешков; количество пуха обычно составляет около 0,02 % и тем больше, чем меньше влажность воздуха в цехе.

Подметь — отходы, собираемые при подметании пола; количество ее не должно быть более 0,2 %. Загрязненная подметь в прядильном производстве не используется.

2.14. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОЛЬЦЕВЫХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН

В настоящее время в мировой практике возрос интерес к совершенствованию кольцепрядильных машин, к повышению их скоростного уровня, степени автоматизации. Увеличение эффективности работы кольцепрядильной машины обусловлено тем, что 60 % всех расходов в производстве пряжи приходится именно на кольцевую прядильную машину.

Исследовательские работы в области высокопроизводительных кольцевых прядильных машин ведутся по двум основным направлениям: дальнейшая автоматизация механических операций и повышение производительности.

Автоматизация предусматривает применение автоматических присучальщиков, автосъемников початков, регулирование скорости вращения веретен в процессе формирования початка, останов подачи ровницы при обрыве, пылеудаление, полная информация о протекании процесса прядения, контроль качества пряжи и т.д. С целью повышения производительности кольцепрядильной машины необходимо оптимизировать геометрию прядения, определить оптимальные условия работы пары «кольцо-бегунок», рассчитать максимально допустимую скорость веретен, обеспечить качественную работу вытяжного прибора.

На новых конструкциях кольцевых прядильных машин должна использоваться система управления с применением ЭВМ, которая позволит устанавливать параметры заправки машины и контролировать технологический процесс с пульта управления, оценивать качество пряжи и выявлять причины неудовлетворительной работы машины. На новых машинах в обязательном порядке должно осуществляться автоматическое послойное регулирование скорости веретен, которое увеличивает производительность машины на 5-10 %. Важным направлением в развитии кольцевых прядильных машин является ее агрегирование с мотальным автоматом. Это позволит уменьшить диаметр кольца и, следовательно, увеличить производительность кольцепрядильной машины, ликвидировать транспортировку початков, уменьшить производственные площади и т.д.

ГЛАВА 3. КОМПАКТНОЕ ПРЯДЕНИЕ

3.1. СУЩНОСТЬ КОМПАКТНОГО ПРЯДЕНИЯ

Основным направлением развития кольцевого способа прядения в конце XX – начале XXI веков стала разработка концепции компактного прядения, сущность которой состоит в уменьшении размеров треугольника кручения, что позволяет снизить ворсистость и обрывность пряжи, повысить ее прочность и производительность машины.

Треугольником кручения называется пространство от линии II (рис. 3.1), на которой мычка, выходящая из вытяжного прибора, отрывается от выпускного цилиндра, до порога крутки III – участка нити, до которого распространяется крутка от крутильного органа машины. В пределах треугольника кручения крутка отсутствует, вследствие чего силы взаимодействия между волокнами незначительны, и, несмотря на относительно малое натяжение в этой зоне, именно она является наиболее вероятным местом обрыва [20].

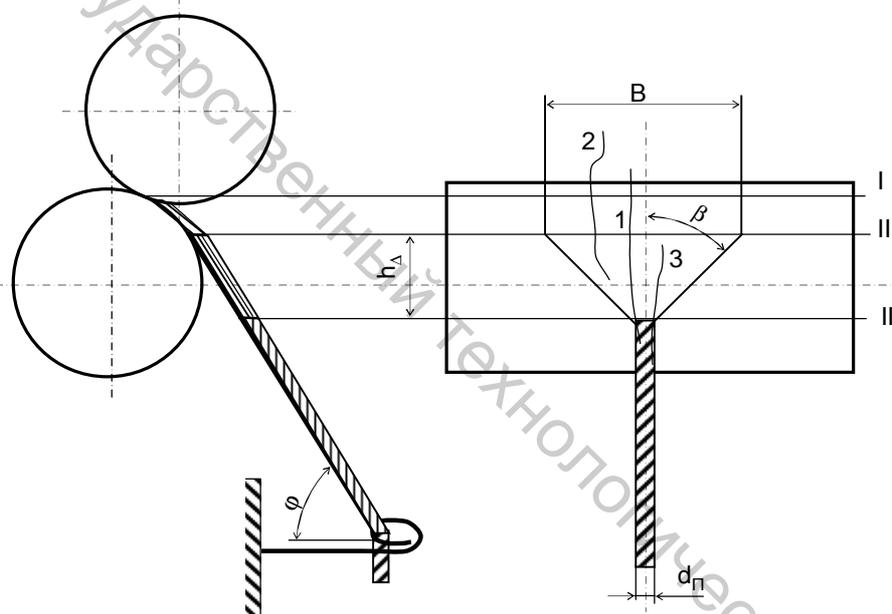


Рис. 3.1. Треугольник кручения на традиционных кольцевых прядильных машинах

Волокна, попадающие в поперечное сечение треугольника кручения, можно разделить на три группы:

1. Волокна, задние концы которых находятся в зажиме I выпускной пары, а передние - в пределах треугольника кручения.
2. Волокна, задние концы которых находятся в зажиме I выпускной пары, а передние - в скрученном участке продукта.
3. Волокна, задние концы которых находятся в пределах треугольника кручения, а передние - в скрученном участке продукта.

Работа всех систем основана на параллелизации волокон и уплотнении волокнистой мычки на перфорированной или сетчатой поверхности за счет разрежения воздуха, создаваемого под ней на узком протяженном участке. В результате ширина мычки в зоне формирования уменьшается до величины $V_{\text{КОМП}}$. Эта величина значительно меньше ширины мычки V и несколько больше диаметра пряжи $d_{\text{П}}$. При этом длина треугольника кручения уменьшается, прочность пряжи повышается, а ворсистость снижается.

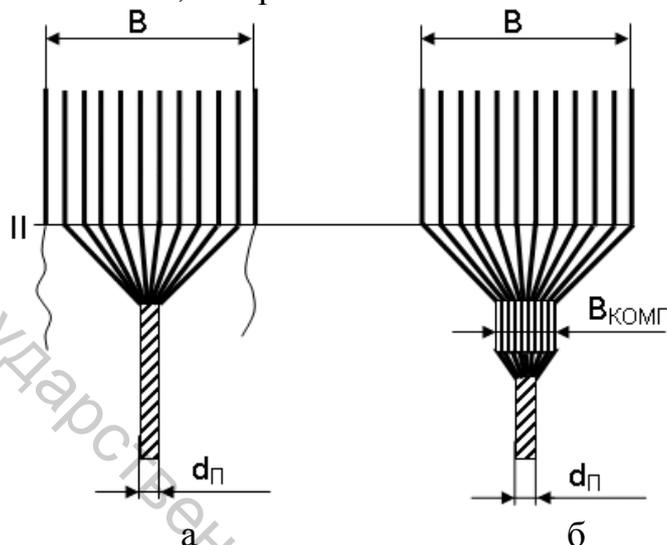


Рис. 3.2. Схема формирования треугольника кручения:

а - на обычной кольцевой прядильной машине, *б* - при компактном прядении.

Изменение внешнего вида пряжи можно заметить на фотографиях, представленных на рисунке 3.3.

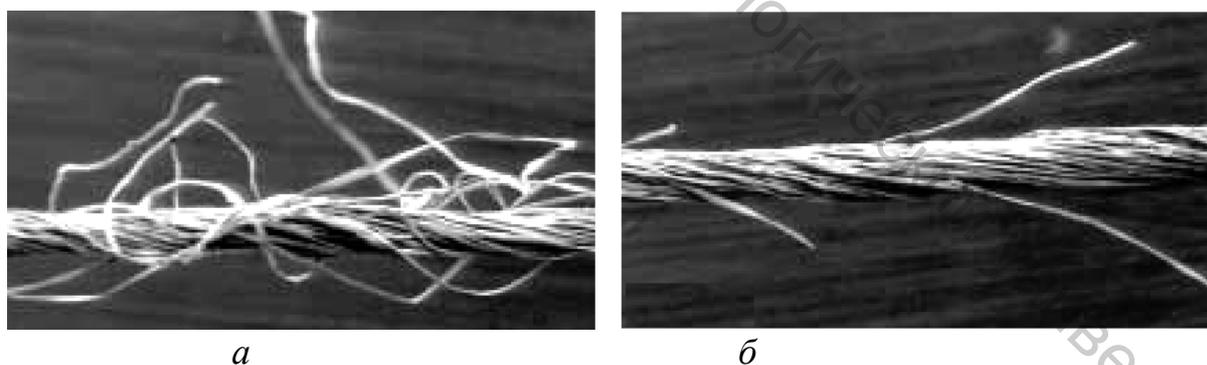


Рис. 3.3. Внешний вид обычной кольцевой пряжи (*а*) и пряжи СОМ4 (*б*)

Исследования показали, что производство компактной пряжи имеет следующие преимущества:

- при неизменной крутке и частоте вращения веретен обрывность в прядении снижается на 40 %;
- повышается стойкость пряжи к истиранию;

- крутка пряжи может быть уменьшена на 10-15 % при неизменном или повышенном качестве пряжи. Исследования, проведенные специалистами фирмы *Rieter*, показали, что прочность обычной кольцевой пряжи равна прочности компактной пряжи, полученной при снижении крутки в среднем на 10 % (рис. 3.4);



Рис. 3.4. Зависимость разрывной нагрузки обычной и компактной пряжи от крутки

- существенное снижение неровности и пороков пряжи (кроме непсов);
- практически полное исключение ворсинок длиной более 2 мм;
- более полное использование прочности волокон позволяет применять менее дорогостоящее сырье;
- возможность получения очень мягких пряж открывает перспективы для производства комбинированных (армированных) нитей и их применения для швейных ниток, для спортивной одежды, технического текстиля и т.д.;
- потери волокон могут быть уменьшены до 0,01 % для синтетических волокон и длиноволокнистого хлопка, до 0,08 % для средневолокнистого хлопка;
- запыленность воздуха уменьшается в 2 раза;
- обрывность на трикотажных машинах и поломка игл снижается даже без парафинирования и при пониженной крутке;
- из-за компактности пряжи и отсутствия длинных ворсинок при окрашивании ткани достигается хороший гриф и специфический блеск;
- несмотря на пониженную крутку ткани из компактной пряжи, имеют меньшую склонность к пиллингу.

3.1.1. Система Elite фирмы Suessen

По данным фирмы *Suessen*, которая является одной из основоположников идеи компактного прядения, за первые три года, прошедшие с представления на

рынке системы *Elite CompactSet*, этих устройств установлено более 250 тысяч. Важным фактором успеха данного способа является возможность установки компактирующих устройств на традиционных кольцевых прядильных машинах без существенных капитальных затрат. Схема модернизации прядильной машины с установкой системы *Elite CompactSet* представлена на рисунке 3.5, а внешний вид системы *Elite CompactSet* — на рисунке 3.6. Суть модернизации заключается в том, что вместо выпускного валика устанавливается блок *EliTop*, содержащий два прижимных валика, первый из которых один прижимается к выпускному цилиндру и выполняет функцию замененного валика.

Второй валик 2 прижимается к трубке *Elivac* 3, которая устанавливается под блоком *EliTop* по всей длине секции. В трубке *Elivac* создается разрежение. Против каждого выпуска в трубке имеется щель специальной формы. На трубку под каждым валиком надеты сетчатые ремешки 4. Внутри блока *EliTop* имеется зубчатая передача от первого валика ко второму. Таким образом, первый валик получает движение от выпускного цилиндра, второй валик — от первого, а ремешок — от второго валика. При этом натяжение мычки между валиками может изменяться в зависимости от вида перерабатываемого волокна. Диаметр второго валика увеличен до 40 мм, что снижает вероятность намотов волокон при обрыве мычки.

Система работает следующим образом. Выходящие из выпускной пары вытяжного прибора волокна притягиваются под действием разрежения к поверхности ремешка и располагаются в пределах ширины щели.

Фирма *Suessen* предлагает трубки с двумя вариантами щелей (рис. 3.7). Форма щели А

рекомендуется для пряж линейной плотности до 20 текс, а форма В — для пряж линейной плотности более 20 текс.

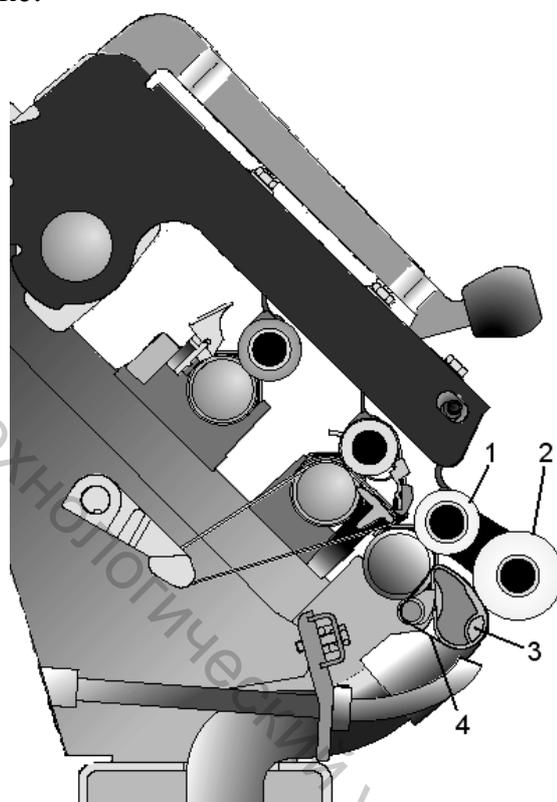


Рис. 3.5. Вытяжной прибор модернизированной прядильной машины



Рис. 3.6. Внешний вид системы Elite CompactSet

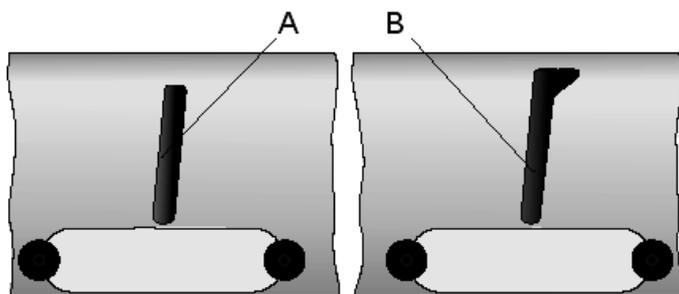


Рис. 3.7. Варианты щелей для пряж различных линейных плотностей

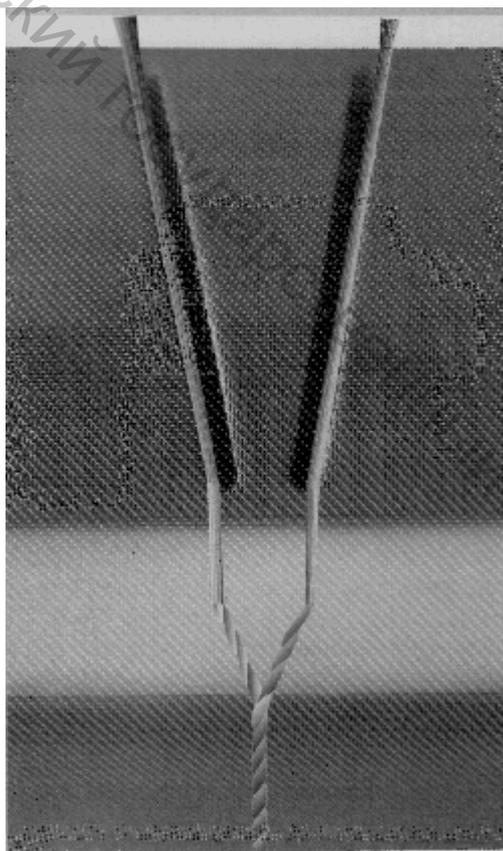


Рис 3.8. Сложение двух мычек на выходе из вытяжного прибора

Так щель располагается под углом к направлению движения мычки, волокна,

3.1.2. Система COM4 фирмы Rieter

Система *COM4* основана на том же принципе, что и система *Elite*, но конструкция компактирующего устройства имеет существенные отличительные особенности.

перемещаясь вместе с ремешком, смещаются вдоль его оси. При этом мычка несколько подкручивается и компактируется.

Из-за простоты конструкции система *Elite* больше других систем пригодна для модернизации существующего парка кольцевых прядильных машин, так как применение дополнительных элементов не предполагает существенных конструктивных изменений деталей вытяжного прибора.

Фирма *Suessen* за первые 3 года разработки технологии оснастила своими компактирующими устройствами кольцевые прядильные машины фирм *Rieter*, *Zinser*, *Toyoda*, *LMW*, *Jingwei*, *Shanghai* и провела подготовительные работы по оснащению других машин японских и итальянских фирм. Этой фирмой разработано устройство для компактирования пряжи с возможностью сложения двух мычек при прохождении через один выпуск вытяжного прибора (рис. 3.8) [26].

Изменение конструкции машины заключается в следующем. На выпускной цилиндр напротив каждой пары выпусков устанавливается блок, внешний вид которого показан на рисунке 3.9, внутренняя часть которого неподвижна, а внешняя - вращается с частотой вращения выпускного цилиндра.

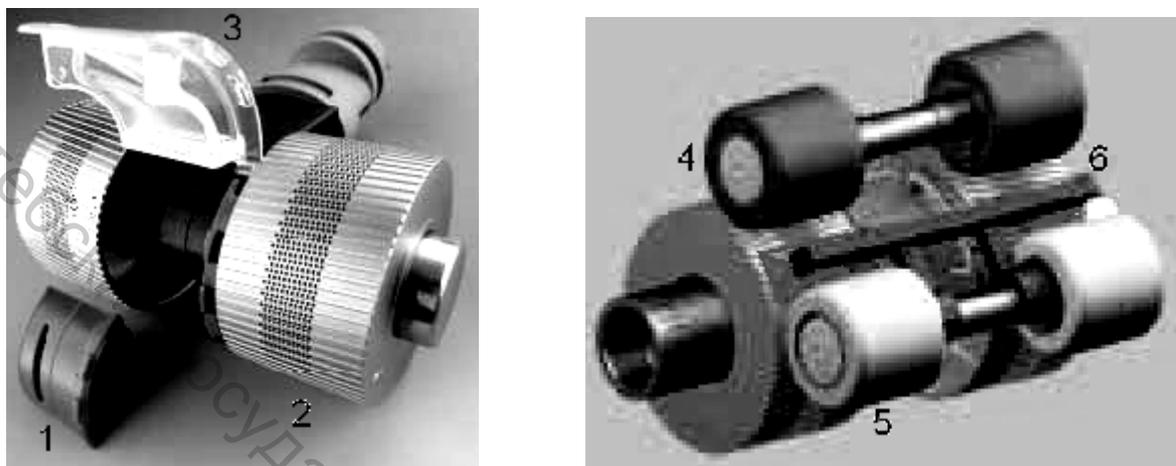


Рис. 3.9. Элементы системы COM4

Неподвижная часть блока *COM4* представляет собой пластмассовый цилиндр, который содержит две вставки *1* (для двух соседних выпусков), внутри которых создается разрежение воздуха. Напротив каждого выпуска на вставке имеется щель специальной формы. Внешняя часть блока имеет вид перфорированного барабанчика *2*. Извлечение вставок из блока *COM4* осуществляется при открытии крышки *3*.

Изменение конструкции прядильной машины предусматривает также установку ряда дополнительных элементов. К перфорированному барабанчику, кроме переднего валика *4* вытяжного прибора, прижимается дополнительный валик *5*, препятствующий распространению крутки в зоне компактирования мычки. Расположение валика практически полностью исключает дугу обтекания мычкой выпускного цилиндра, так как мычка выходит из зажима вертикально вниз. На оси прижимного валика *4* (в шерстопрядении) или дополнительного валика *5* (в хлопкопрядении) закреплено прижимное устройство *6*, которое позволяет увеличить длину зоны компактирования мычки и организует движение воздушных потоков в этой зоне.

Полная схема изменения конструкции прядильной машины с установкой устройства *COM4* представлена на рисунке 3.10. Основным отличием в работе и конструкции системы *COM4* от системы *Elite* является то, что уменьшение ширины мычки происходит непосредственно на поверхности выпускного цилиндра. Установка систем компактирования осуществляется для всей секции сразу, а не для каждой пары выпусков. В отличие от системы *Elite* перфорированная деталь является жесткой и получает движение от привода машины, а не за счет сил трения от прижимного валика.

Название способа *COM4* или *ComforSpin* подчеркивает не только компактность вырабатываемой пряжи, но и повышенную комфортность изделий из нее.

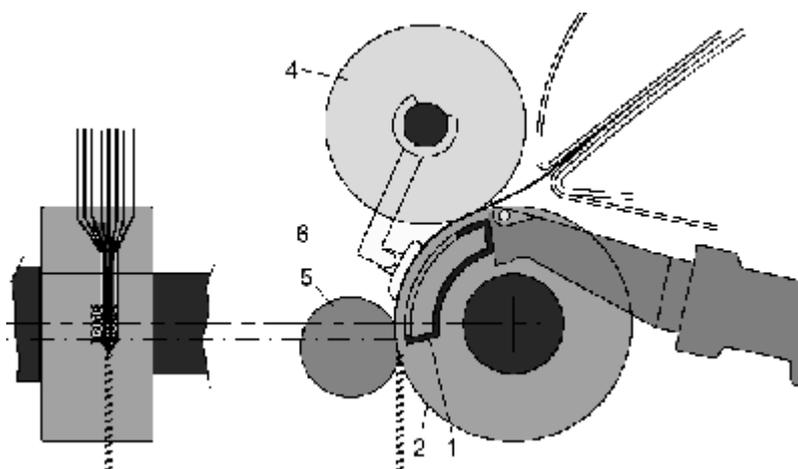


Рис. 3.10. Схема изменения конструкции прядильной машины с установкой устройства COM4 (фиксирующая крышка не показана (см.рис.3.9, поз.3))

Кроме изменения таких известных характеристик, как разрывная нагрузка, удлинение и ворсистость пряжи, для описания достоинств данного вида пряж предложена новая характеристика «COM4 Value», или «Уровень комфортности». Этот показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$V_{\text{COM4}} = \frac{10^5}{KH},$$

где K – крутка пряжи, кр./м, H – величина ворсистости, определяемая на приборе *USTER Tester 3* или *4*.

Величина ворсистости – это отношение суммарной длины ворсинок на отрезке пряжи заданной длины к этой длине.

Техническая характеристика машины представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Технические характеристики машин компактного прядения К 44

Наименование показателя	Значение показателя
Сырье	хлопок и смеси волокон
Максимальная длина волокна, мм	51
Линейная плотность пряжи, текс	4-60
Крутка пряжи, кр./м	240-2570
Вытяжка	12-80
Количество веретен на машине	288-1008 по 48 веретен в секции
Расстояние между веретенами, мм	70, 75
Диаметр кольца, мм	36, 38, 40, 42, 45, 48, 51
Максимальная частота вращения веретена, мин ⁻¹	25000
Мощность двигателей, кВт	67,6

ГЛАВА 4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПРЯЖИ НА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИНАХ

На современных кольцевых прядильных машинах в основном достигнуты максимальные показатели по частоте вращения веретен, производительности и качеству пряжи. Совместное осуществление на кольцевой прядильной машине процессов кручения и наматывания ведет к ограничению размеров паковок (при их увеличении — к перерасходу энергии), а также к увеличению разницы в натяжении нити при наматывании, нарушающей стабильность процесса. Дальнейшее повышение скорости прядения и производительности возможно лишь при создании новых принципов прядения, когда процесс кручения и наматывания пряжи осуществляют отдельно, отдельными рабочими органами, а процесс формирования пряжи более совершенен, чем на кольцевой прядильной машине.

В отличие от кольцевого прядения безверетенное имеет новые процессы: дискретизация (разделение на отдельные независимые друг от друга волокна) поступающего продукта (ленты), транспортировка отдельных волокон дискретного слоя в зону формирования пряжи и сложение (циклическое) дискретных слоев до требуемой линейной плотности. При этом неровнота элементарного (дискретного) слоя может быть задана заранее. Сформированная пряжа скручивается благодаря вращению камеры. Такой способ за рубежом носит название «прядение со свободным концом».

4.1. СПОСОБЫ ПРЯДЕНИЯ С РАЗДЕЛЕНИЕМ ПРОЦЕССОВ КРУЧЕНИЯ И НАМАТЫВАНИЯ

Для лучшего понимания возможных вариантов кручения сформированной ленточки рассмотрим схемы на рисунке 4.1. Схема I состоит из цилиндрических зажимов, ограничивающих зоны скручивания. Между зонами расположен крутильный орган — вьюрок, который способен вращать ленточку вокруг своей оси, сообщая ей кручение. Представим себе, что в цилиндрические зажимы и вьюрок заложена волокнистая ленточка, не имеющая крутку. При неподвижных цилиндрах вращение вьюрка обусловит получение кручения ленточкой, равное числу оборотов вьюрка, причем участки продукта первой и второй зон кручения получат равное число кручений в зависимости от их длины, но разного направления. Если таким образом скрученный продукт освободить от вьюрка, он начнет раскручиваться под действием сил упругости волокон и потеряет полученную крутку. В случае вращения цилиндров ленточка движется между

зажимами цилиндров и через вьюрок вдоль своей оси, получая при этом кручение от вьюрка.

В результате вышеописанных воздействий вьюрка продукт-ленточка, выходящая из зажима выпускной пары цилиндров, не будет иметь кручений, т.е. крутки. Рассмотренная схема называется схемой ложного кручения, которая не используется для формирования пряжи. Эта схема является базовой при классификации видов кручения волокнистой ленточки и пряжи.

Если из схемы I изъять вторую зону кручения, и получаемую пряжу в первой зоне наматывать с помощью крутильно-мотального механизма на паковку, то получим схему второго вида кручения II, т.е. схему, обеспечивающую получение действительной крутки продукта, выходящего из зажима питающей пары цилиндров. В процессе кручения длина получаемой пряжи сокращается. Это сокращение характеризуется коэффициентом укрутки:

$$K_y = \frac{l - \Delta l}{l} = \frac{T_{вл}}{T_{пр}}, \quad (4.1)$$

где $T_{пр}$, $T_{вл}$ – текс пряжи и волокнистой ленточки, соответственно; l – длина первой зоны кручения, или длина ленточки, вводимой в зону кручения питающей парой; Δl – длина укрутки пряжи; $l - \Delta l$ – длина получаемой и наматываемой пряжи.

Этот вид кручения осуществляется на ровничных, кольцевых и центрифугальных прядильных и крутильных машинах. При таком однозонном кручении, совмещенном с процессом наматывания, обязательно вращение с большой скоростью паковки пряжи, вследствие чего увеличивается расход энергии. Это является одним из важнейших недостатков данного способа. В настоящее время второй вид кручения продукта имеет наибольшее распространение в прядильном и крутильном производствах.

Третья схема кручения (рис. 4.1, схема III) получается в результате совмещения питающего и крутильного устройств. В этой схеме некрученный продукт в виде ленточки, подготовленный заранее и намотанный на паковку, располагается в крутильном устройстве. Продукт, сматываемый с паковки выпускной парой цилиндров, скручивается во второй зоне кручения в результате вращения крутильного устройства и выводится в виде пряжи к мотальному устройству. Этот вид кручения осуществляется на машинах для формирования крупных нитей из химических элементарных нитей.

Указанный для второго вида кручения недостаток остается справедливым и для третьего.

Схема четвертого вида кручения (рис. 4.1, схема IV) наиболее близка к схеме первого вида. Однако она имеет существенные отличия, позволяющие получить продукт с действительной круткой.

При этом виде кручения в первой зоне движется дискретный поток не контактирующих волокон или их комплексов, т.е. отсутствует волокнистая ленточка, зажатая в питающей паре и крутильном устройстве. Дискретный поток волокон не получает кручения от крутильного устройства. В этой схеме крутильное устройство осуществляет не только кручение продукта, проходящего через вторую зону кручения, но и формирование волокнистой ленточки из дискретного потока волокон в результате процессов сложения или сгущения.

Так как поступление волокон дискретного потока в формирующее крутильное устройство является непрерывным и равномерным, то не требуется большого запаса волокнистой ленточки как в схеме III. Четвертый вид кручения отличается от второго тем, что процессы кручения и наматывания разделены и осуществляются разными устройствами. Это отличие обеспечивает проведение кручения на значительно больших скоростях и получение паковки увеличенных размеров, так как их не требуется вращать со скоростью крутильного устройства.

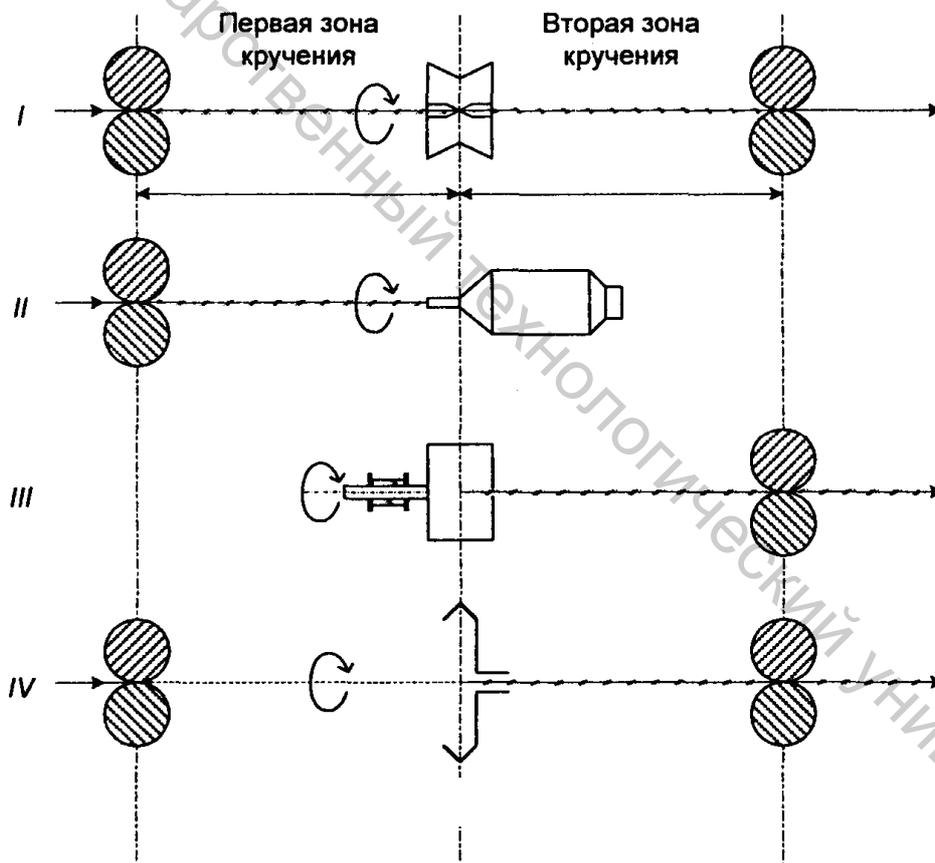


Рис. 4.1. Принципиальные схемы известных видов кручения ленточки

Таким образом, четвертый вид кручения является однозонным видом кручения, не совмещенным с наматыванием. Он получил широкое применение в новых способах формирования пряжи.

4.2. КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ПРЯДЕНИЯ

Прядение, в котором используется четвертый вид кручения, часто для краткости называют «разрывное прядение», «прядение со свободным концом», «элементное прядение», «безверетенное прядение» и др. Последнее название принято в российской и чешской литературе. Полным и правильно отражающим сущность этого прядения является название «прядение с разделенным кручением и наматыванием».

Этот новый способ прядения в последнее время привлекает широкие круги исследователей, конструкторов и производителей. При прядении с раздельными процессами кручения и наматывания осуществляются следующие технологические процессы:

- 1) дискретизация питающего продукта с целью получения дискретного потока волокон;
- 2) транспортирование дискретного потока волокон в зону формирования ленточки;
- 3) процесс сложения или сгущения с целью формирования волокнистой ленточки;
- 4) процесс кручения с целью укрепления ленточки и превращения ее в пряжу, т.е. формирования паковки из наматываемой пряжи.

Легко заметить, что в прядении с совмещением процессов формирования и наматывания, т.е. в кольцевом прядении, первые три процесса не осуществляются. В кольцевом прядении необходимая для формирования пряжи волокнистая ленточка получается из питающего продукта (лента, ровница) в процессе вытягивания.

Анализ известных патентов и авторских свидетельств показал, что для реализации вышеперечисленных процессов применяются различные виды воздействий и устройств. При осуществлении процесса дискретизации используются механические воздействия (утоняюще-разделяющий прибор с зубчатым валиком или вытяжной прибор с конфузуром) и пневмомеханические (вытяжной прибор с пневматическим перфорированным барабанчиком).

При транспортировании дискретного потока волокон используются механические воздействия с порционной или равномерной подачей волокон, или воздушный, или гидравлический поток, или электростатическое поле.

При формировании волокнистой ленточки используются механические, или воздушные, или гидравлические вихри, или электрические воздействия на волокна для осуществления процессов сложения или сгущения волокон дискретного потока.

При кручении ленточки используются механические воздействия (крутильные камеры, вьюрки) или воздушные, или гидравлические вихри.

В зависимости от вида воздействия и устройств, осуществляющих вышеуказанные процессы прядения с раздельными кручением и наматыванием, безверетенное прядение реализуется следующими способами (таблица 4.1):

1. *Пневмомеханический способ.* Имеются три разновидности этого способа.

В камерном пневмомеханическом способе дискретизация питающего продукта осуществляется утоняюще-разъединяющим прибором с зубчатым дискретизирующим валиком (*BD-200*) или вытяжным прибором с конфузуром (*ППМ-120*), а транспортирование дискретного потока — по конфузуре или пневмоканалу воздушным потоком. Процесс циклического сложения для формирования ленточки и процесс кручения осуществляются в результате механических и воздушных воздействий при вращении прядильной камеры. Этот способ получает все более широкое применение в текстильной промышленности как обеспечивающий производство более широкого, чем при других способах прядения, ассортимента пряжи лучшего качества.

В роторном пневмомеханическом способе прядения в отличие от камерного используется вращающийся ротор для формирования на его поверхности волокнистого диска и превращения его в пряжу при осуществлении процесса кручения. Этот способ зарекомендовал себя при производстве пряжи большой линейной плотности из смесок отходов производства хлопка и коротких шерстяных волокон.

В конденсорном пневмомеханическом способе прядения для осуществления процесса сгущения дискретного потока, формирования волокнистой воронки и превращения ее в пряжу в процессе кручения используется быстро вращающийся конический конденсор. Дискретизация питающего продукта производится утоняюще-разделяющим прибором с зубчатым дискретизирующим валиком. Этот способ прядения зарекомендовал себя при производстве пряжи больших линейных плотностей из коротковолокнистого льна и очесов.

2. *Электроневмомеханический способ.* Дискретизация питающего продукта (ленты) осуществляется механическим воздействием с помощью утоняюще-разъединяющего прибора с зубчатым дискретизирующим валиком. Транспортируется поток волокон воздушным потоком по каналу.

При осуществлении процесса сгущения с целью образования волокнистого диска на вращающемся роторе используются электрические (коронный разряд), воздушные и механические воздействия. Процесс кручения и превращения волокнистого диска в пряжу достигается в результате воздействия вращающегося ротора.

Использование коронного разряда обуславливает применение высокого напряжения (10-30 киловольт), что влечет к усложнению машины в части обеспечения техники безопасности и обслуживания. В настоящее время данный способ дает положительные результаты только при производстве пряжи больших линейных плотностей (свыше 80 текс) из отходов волокон сортировок хлопка и короткой шерсти.

3. *Воздушно-вихревой (аэродинамический) способ.* Дискретизация питающего продукта осуществляется теми же устройствами, что и в пневмомеханическом способе. Транспортирование дискретного потока волокон по каналу и внутри неподвижной прядильной камеры осуществляется воздушным вихрем. Процесс сложения с целью формирования волокнистого потока и частичного закручивания его происходит в неподвижной прядильной камере с помощью воздушного винтового вихря. Процесс кручения и формирования пряжи из волокнистого конуса осуществляется в результате воздействия воздушного винтового вихря в неподвижной крутильной камере.

Таблица 4.1.

Классификация однозонных способов прядения с несовмещенными процессами кручения и наматывания

	Название способа прядения	Вид воздействия и устройства, используемые при осуществлении процессов			Вид продукта, формируемого из дискретного потока на конце пряжи
		Дискретизация продукта	Транспортирование дискретного потока волокон	Сложение или сгущение и кручение	
	1	2	3	4	5
Пневмомеханический	камерный пневмомеханический	механический: утоняюще-разделяющий прибор или вытяжной прибор с конфузуром	пневматический: конфузур или канал	пневматический и механический: вращающаяся прядильная камера	клиновидная волокнистая ленточка треугольного или прямоугольного сечения
	роторный пневмомеханический	механический: утоняюще-разделяющий прибор	пневматический: конфузур или канал	пневматический и механический: вращающийся ротор	волокнистый диск
	конденсорный пневмомеханический	механический: утоняюще-разделяющий прибор	пневматический: канал	пневматический и механический: вращающийся конический конденсор	волокнистая воронка
	воздушно-вихревой (аэродинамический)	механический: утоняюще-разделяющий прибор или вытяжной прибор с конфузуром	воздушный вихрь: канал и неподвижная прядильная камера	воздушный винтовой вихрь: неподвижная прядильная камера и крутильная камера	волокнистый конус

	1	2	3	4	5
Вихревой	воздушно-вихре- механический (аэромеханический)	механический: утоняюще-разделяющий прибор или вытяжной прибор с конфузуром	воздушный вихрь: канал и неподвижная прястьная камера	воздушный винтовой вихрь: неподвижная прястьная камера и вращающийся вьорок	волокнистый конус
	воздушно- водовихревой	механический: утоняюще-разделяющий прибор	воздушный вихрь: канал и неподвижная прястьная камера	воздушный вихрь в неподвижной прястьной камере и водяной вихрь в крутильной камере	волокнистый конус
	водовихревой	механический: утоняющеразделяющий прибор	водяной вихрь: канал и неподвижная прястьная камера	водяной винтовой вихрь: неподвижная прястьная и крутильная камера	волокнистый конус
	водовихреме- ханический	механический: утоняющеразделяющий прибор	водяной вихрь: канал и неподвижная прястьная камера	водяной вихрь в неподвижной прястьной камере и вращающийся вьорок	волокнистый конус
Электромеханический	электропневмомеха- нический	механический: утоняющеразделяющий прибор	пневматический: канал	пневматический, электрический и механический: коронный разряд, вращающийся ротор	волокнистый диск
	электростати- комеханический	механический: вытяжной прибор или утоняюще- разделяющий прибор	кулоновы силы электростатического поля с переменным напряжением	электрический, механический: два конических электрода и вращающаяся коническая воронка	волокнистый конус

Угловая скорость движения потока волокон по винтовой линии в прядильной камере и угловая скорость вращения волокнистого конуса меньше угловой скорости винтового воздушного вихря, так как объемная плотность волокон больше объемной плотности воздуха. Часть кручений, получаемых волокнистым конусом от воздушного вихря, «стекает», уменьшая число расчетных кручений.

Часть волокон дискретного потока, двигаясь через прядильную камеру, не зарабатывается в пряжу, образуя в специальном сборнике массу «невпрядаемых» волокон, которые составляют 2-5 %.

Этот способ прядения хорошо проявил себя при прядении больших линейных плотностей хлопчатобумажной пряжи и средних линейных плотностей из синтетических волокон.

4. *Воздушно-вихремеханический (аэромеханический) способ.* Этот способ отличается от воздушно-вихревого только тем, что процесс кручения волокнистого конуса осуществляется механическим крутильным устройством. Зарекомендовал себя при производстве хлопчатобумажной пряжи больших линейных плотностей (свыше 100 текс) из отходов производства.

5. *Водовихревой (гидродинамический) способ.* В этом способе воздействие воздуха, которое используется в воздушно-вихревом способе, заменяется воздействием жидкостного потока. Для него еще не решены такие вопросы, как выбор оптимальной технологической жидкости, проведение сушки быстродвижущейся пряжи. Этот способ находится в стадии исследований.

4.3. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Пряжа на пневмомеханической прядильной машине вырабатывается непосредственно из ленты, которая подается с ленточной машины в тазу 1 (рис. 4.2).

Затем лента вынимается из таза и протаскивается питающим цилиндром 2 через уплотнительную воронку 18, закрепленную на питающем столике 17. Питающий столик прижимается пружиной 16 к питающему цилиндру, обеспечивая, таким образом, необходимое усилие зажима ленты в питающем устройстве. Пройдя уплотнительную воронку, лента подается питающим цилиндром 2 к дискретизирующему барабанчику 3, который обтянут пильчатой гарнитурой и вращается со скоростью 6000-9000 мин⁻¹. Своими зубьями барабанчик 3 интенсивно разъединяет ленту на отдельные волокна (лента утоняется в 3000-9000 раз), очищает волокна от сорных примесей и пороков. В результате воздействия зубьев дискретизирующего барабанчика на ленту, зажатую между питающим цилиндром и столиком, лента приобретает форму бородки. Разъединенные волокна снимаются воздушным потоком с зубьев гарнитуры и направляются к транспортирующему каналу 14, имеющему форму конфузора.

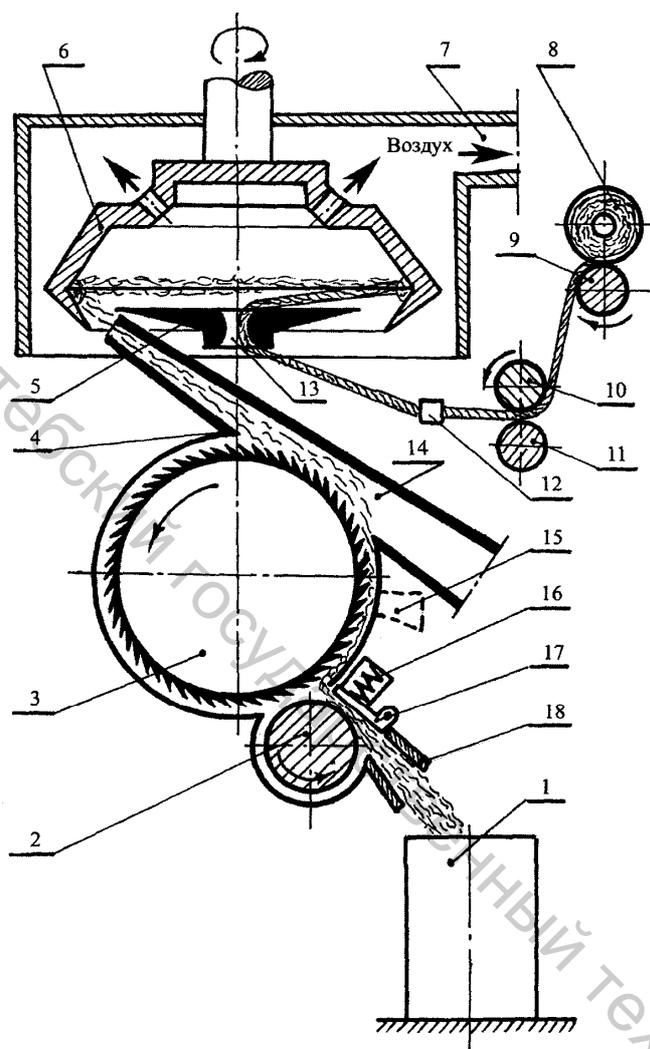


Рис. 4.2. Технологическая схема пневмомеханической прядильной машины типа ВД (ППМ)

Сорные примеси и пороки воздушным потоком удаляются из машины через канал

Воздух, движущийся по транспортирующему каналу, подает дискретный поток волокон на сборную поверхность прядильной камеры 6. Волокна из транспортирующего канала 14 в прядильную камеру поступают через отверстие в разделителе 5 (сепараторе), который отделяет пространство транспортировки волокон от пространства формирования пряжи. Поступающие в прядильную камеру волокна захватываются струей воздуха и центробежной силой прижимаются к сборной поверхности. Воздух из камеры удаляется по пневмоканалу 7, а волокна укладываются параллельными слоями в желобе камеры, образуя волокнистую ленточку.

Для формирования пряжи в камеру вводится заправочный конец нити, который через отверстие 13 засасывается в камеру под действием имеющегося

15 сороудаляющего устройства. Оставшиеся на зубьях волокна хлопка сбиваются ножом 4.

Так как транспортирующий канал имеет форму конфузора, то скорость воздуха, а, следовательно, и скорость волокон при движении в нем возрастает. Это способствует сохранению распрямленности и ориентации волокон вдоль оси канала. Движение воздуха в транспортирующем канале обеспечивается разрежением в камере. Разрежение может быть создано вентилятором, который устанавливается вне камеры, или самими камерами. В последнем случае в стенках камеры делают радиальные отверстия, и при вращении она работает как вентилятор.

внутри камеры разрежения, центробежные силы отбрасывают нить к желобу камеры, где она соединяется с волокнами. Если после этого начать выводить из камеры введенную для присучивания нить, то волокна начнут прикручиваться к этой нити, и начнется непрерывный процесс формирования пневмомеханической пряжи, которая оттяжными валами 10, 11 выводится из прядильной камеры и подается к мотальному валу 9 для наматывания на бобину 8. В конструкции предусмотрен специальный датчик 12, который останавливает питание лентой в случае обрыва пряжи. Основное кручение пряжа получает внутри прядильной камеры. Масса формируемых бобин 2,5-5,0 кг. Применение больших паковок позволяет реже производить их смену, а независимость наматывания от кручения — менять паковки без останова машины [18].

Следовательно, кручение пряжи на прядильных машинах типа ВД (ППМ) осуществляется механическим способом, формирование — пневматическим, поэтому эти прядильные машины называются пневмомеханическими.

Пневмомеханические прядильные машины, созданные совместно чехословацкими и советскими специалистами, выпускаемые серийно с 1967 г., были названы *BD-200*. С 1973 г. начат выпуск машин *BD-200-R*, имеющих прядильные камеры с частотой вращения до 40000 мин⁻¹, заправочный рычаг, устройство парафинирования, механизм «третьей руки», позволяющий проводить на ходу машины смену полной бобины на пустой патрон. Совершенствование конструкции этих машин позволило выпустить машину *BD-200-RC*, на которой применяется устройство для удаления сора и пыли в узле дискретизации, а затем машину *BD-200-RCE* (увеличена частота вращения камер до 50000 мин⁻¹) [3].

Современные пневмомеханические прядильные машины выпускаются фирмами: *Elitex* (Чехия), *Rieter* (Швейцария), *Savio* (Италия), *Schlafltorst* (Германия), *Toyoda* (Япония), *ОАО «Пензмаш»* (Россия) и др. В таблицах 4.2-4.3 представлены технико-экономические показатели этих машин.

Прядильная машина *Autocoro S360* имеет до 360 рабочих мест. Работает со скоростью выпуска продукции 300 м/мин и является самой высокопроизводительной пневмомеханической машиной. Машина оснащена системой *Corobox SE*: в нее входят система *SD SI* — точная дозировка волокон, подаваемых в прядильную камеру, и магнитная система привода ротора. Прядильная камера новой конструкции «*Corobox SE 12*» позволяет перерабатывать натуральные и химические волокна и их смеси с максимальной длиной волокон до 60 мм. Система *EVA (Electronic Vacuum Adjustment)* создает постоянное разрежение в камере, чтобы снизить обрывность и потребление энергии.

Таблица 4.2.

Технические характеристики зарубежных пневмомеханических прядильных машин

Характеристика	<i>Autocoro S360</i>	<i>BD D380</i>	<i>BD D321</i>	<i>FlexiRotors 3000</i>	<i>R40</i>	<i>RI</i>	<i>BT-905</i>
Фирма-производитель	Schlafhorst	Saurer Czech a.s.		Savio	Rieter		Rieter
Количество прядильных камер	48-360	32-352	128, 160, 192	24 - 312	20-320	280	32-320
Расстояние между камерами (мм)	230		210	230	245	245	216
Максимальная длина волокон (мм)	60						
Линейная плотность пряжи (текс)	10-145	15-250	12-600	10-150	10-170	10-125	14,5-200
Линейная плотность ленты (ктекс)	2,5-7	2,5-7	4-8	2,2-6	2,5-7		2,2-6,25
Общая вытяжка	20-450	11-350	-	16-400	40-400		до 400
Крутка (кр/м)	200-1500	-	-	115-1500	196-1500		
Частота вращения пряд. камер (мин ⁻¹)	40-150 тыс.	31-110 тыс.	15-45 тыс.	35-150 тыс.	75-150 тыс.	130 тыс.	36-105 тыс.
Диаметр прядильной камеры (мм)	28-56	32-66	76, 66	28-56	28-57	30-56	33, 36, 40, 46
Частота вращен. дискр. барабанчиков (мин ⁻¹)	6000-11000	5000-10000	5000-12000	7000-10000	6000-10000		5000-9000
Диаметр выпускной паковки (мм)	до 320	до 300	до 300	до 320	до 340		до 300
Размер паковки - цилиндрическая - коническая 4°20'		300x150 270x150	300 x150		Патрон 54x60x170 33x59x170		54x60x170 33x59x170
Масса выходной паковки (кг)	до 5	до 4	до 4	до 6	до 5		до 5
Скорость выпуска (м/мин)	до 300	до 180	до 170	до 250	до 255	до 200	до 200
Габаритные размеры (мм): длина ширина	360 камер 49179 2780	22275-36515 1200	22275-36515 1200	12134-43154 1850	7518 – 45063 2460		11706-45006 1200

**Технические характеристики отечественных пневмомеханических
прядильных машин**

Модель	<i>ППМ-120А1М</i>	<i>ППМ-200</i>	<i>ППМ-200М</i>
Линейная плотность вырабатываемой пряжи, текс	166-14,5	166-14,5	166-14,5
Линейная плотность используемой ленты, текс	5000-2220	5000-2220	5000-2220
Частота вращения прядильных роторов, мин ⁻¹	31000-75000	31000-75000	31000-75000
Частота вращения дискретизирующих барабанчиков, мин ⁻¹	5000-9000	5000-9000	5000-9000
Диаметр прядильных роторов, мм	66, 54, 48, 43	66, 54, 48, 43	66, 54, 48, 43
Скорость выпуска пряжи, м/мин	100	130	130
Общая вытяжка	38,5-220	38,5 - 220	38,5-220
Крутка кр./м	250-1600	250-1600	250-1600
Форма паковки	цилиндрическ ая	цилиндричес кая	цилиндричес кая
Диаметр паковки, мм	250	250	300
Масса паковки, кг	до 1,5	до 3,5	до 4,5
Размер патронов, мм	56 x 98	60 x 170	60 x 170
Размеры тазов на питании, мм			
диаметр	214	214-350	214-400
высота	900	900	900
Длина секции, мм	2010	2100	2100
Число прядильных блоков, шт.	до 224	до 200	до 200
Установленная мощность, кВт	48,55	48,55	48,55
Габаритные размеры машины, мм:			
ширина	1000	1000	1200
высота	1850	1850	1850
длина максимальная	16827	23757	23757

**4.4. ФОРМИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНОГО ПОТОКА ВОЛОКОН.
УСТРОЙСТВО УЗЛА ПИТАНИЯ**

4.4.1. Требования к питающей ленте

Следует отметить, что при пневмомеханическом способе прядения предъявляются повышенные требования к качеству питающей ленты:

для хлопковой и хлопковискозной ленты:

- содержание жестких пороков в 1 г ленты должно быть не более: для пряжи линейной плотности 71,4-36 текс – 1,2 %, 29-25 текс – 0,8 %, 20-14,5 текс – 0,4 %;
- содержание мелких соринков в 1 г ленты не более 150 мг (при подсчете на стекле площадью 600 см³);
- масса соринки не более 0,12-0,15 мг;
- средняя засоренность смеси из хлопка – не более 4 %;
- квадратическая неровнота по массе метровых отрезков ленты – не более 1,5 %;
- неровнота ленты по прибору *Uster Tester*: для ленты линейной плотности Тл = 5 ктекс – 3,8%, для Тл = 4 ктекс – 4 %, Тл = 3,57 ктекс – 4,3 %, Тл = 2,94 ктекс – 4,8 %.

для вискозной, вискознохлопковой ленты и синтетической ленты:

- не должно быть склеек, непрорезанных и перепутанных волокон;
- квадратическая неровнота по массе метровых отрезков ленты – не более 1,7 %;
- неровнота ленты по прибору *Uster Tester* аналогична хлопковой ленте;
- антистатическая обработка термостойкими авиважными препаратами;
- содержание волокна с длиной 45-50 мм – не более 0,4 %;
- не допускается содержание непрорезанных волокон с длиной 50 мм и выше.

Это обеспечивается применением при подготовке ленты разрыхлительно-очистительных агрегатов с повышенной очистительной способностью (60-65 %) и чесальных машин фирмы *Trutzschler* мод. *DK 903* и фирмы *Rieter* мод. *C 60*. Следует особое внимание уделять подбору и использованию сырья. Многие предприятия для выработки пряжи 25 и 29 текс используют в основном хлопковое волокно 5-го типа I и II сорта. Но применение дорогостоящих сортировок нерентабельно. К тому же в типовых сортировках можно использовать хлопковое волокно более низких сортов и отходы. Так, на пневмомеханических прядильных машинах с сороудаляющими устройствами рекомендуется использовать сортировки, представленные в таблице 4.4 [18].

Типовые сортировки допускают использование гребенных очесов длиноволокнистого хлопка для менее ответственного ассортимента в количестве: для пряжи от 25 до 29 текс – 25÷40 %, для пряжи от 36 до 46 текс – 40÷60 % и для пряжи 50 текс и более – 60÷75 %. При этом средневзвешенная длина волокон компонентов в смеси должна быть не менее 21 мм.

На пневмомеханических прядильных машинах также можно перерабатывать смеси хлопковых волокон с химическими с длиной волокон до 35 мм, при условии преобладания натуральных волокон. Для переработки чисто

химических волокон или смесей, в которых они преобладают, используются специальные пневмомеханические машины.

Таблица 4.4.

**Сортировки хлопка для выработки пряжи пневмомеханического
способа формирования**

Линейная плотность пряжи, текс	Состав смеси	Засоренность смеси, %
20-15,4	5-II, 4-I, обраты; 5-II, 5-I, 4-I, обраты; 5-II, 5-I, 4-II, обраты.	2,5
21-29	5-II, 6-II, обраты; 5-III, 6-III, обраты; 5-I, 6-I, обраты.	4,5
34-50	5-II, 6-II, 5-III, 6-III, обраты 5-II, 6-II, 5-III, 6-III, 5-IV, 6-IV, обраты	5,5
50 и выше	5-III, 6-III, 5-II, 6-II, обраты; 5-III, 6-III, 5-IV, 6-IV, обраты	6,5

4.4.2. Питание машины лентой

Лента с ленточных машин линейной плотности 3-4 ктекс поступает на пневмомеханические прядильные машины в тазах диаметром 220-500 мм. Масса ленты в тазу зависит от диаметра таза и способа укладки и изменяется от 3 до 25 кг.

Из таза лента 1 (рис. 4.3,а) выбирается рифленным питающим цилиндром 2, диаметр которого 23,5 мм. Лента проходит через уплотнительную воронку на участке 0-1 (рис. 4.3,б), уплотняется и получает прямоугольное сечение шириной 9 мм и толщиной 2 мм. Сечение ленты изменяется вследствие увеличения плотности волокон. Плотность волокон увеличивается при прохождении через воронку, так как сечение воронки уменьшается. Возникающие поперечные деформации создают поперечные напряжения, которые вызывают силы трения на стенках уплотняющей воронки, предотвращающие перемещение крайних слоев волокон в ленте. Однако силы трения могут создать скрытую вытяжку, для предотвращения которой необходимо выходное отверстие уплотняющей воронки устанавливать как можно ближе к зажиму питающего цилиндра со столиком.

Равнодействующая сил трения в уплотняющей воронке будет сила F_z (см. рис. 4.13,а), которая оказывает противодействие тяге питающего цилиндра. Сила F_z равна сумме элементарных сил трения на площади соприкосновения ленты с уплотняющей воронкой и силы, необходимой для извлечения ленты из таза.

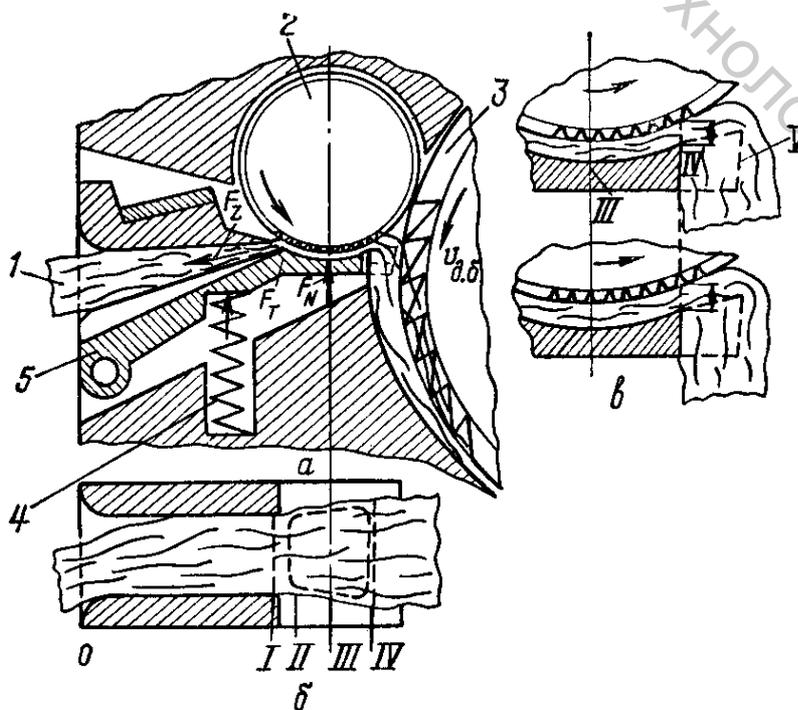
На участке II-III (см. рис. 4.3,б) лента сжимается между питающим цилиндром 2 (см. рис. 4.3,а) и столиком 5. При этом плотность волокон увеличивается и одновременно ширина ленты увеличивается до ширины прореза в питающем столике. Изменение ширины ленты показано на рисунке 4.3,б.

Пружина столика 4 (см. рис. 4.3,а) создает сжимающую силу F_N , действующую по всей поверхности зажима. На краях поверхности зажима давление на волокна снижается, одновременно с этим понижаются и силы трения между волокнами. Появляется реальная возможность для преждевременного вытаскивания этих волокон зубьями дискретизирующего барабанчика 3. Если сила трения между лентой и столиком $F = F_N \cdot m_C$, где m_C – коэффициент трения волокон о столик, то условия равномерной подачи ленты к дискретизирующему барабанчику можно выразить уравнением

$$F_Z + F < F_{II} \cdot m_{II},$$

где F_{II} – сила трения ленты о питающий цилиндр; m_{II} – коэффициент трения ленты о питающий цилиндр.

Коэффициент трения о питающий цилиндр увеличивается за счет рифленной поверхности цилиндра. Смещение внутренних слоев ленты не происходит, так как коэффициент трения между волокнами больше, чем между лентой и столиком (столик гладкий).



a – разрез в направлении оси питающего цилиндра; *б* – разрез уплотнительной воронки (область зажима); *в* – разрез питающего устройства и грани питающего столика

Рифленая поверхность питающего цилиндра обеспечивает лучший зажим волокон и вместе с тем это приводит к изменению расстояния от линии

Рис. 4.3. Питающее устройство:

зажима бородки питающим цилиндром до входа в нее зубьев дискретизирующего барабанчика.

Так как питающий цилиндр рифленый и шаг рифления 3 мм, что составляет примерно 10 % средней длины перерабатываемого волокна, то расстояние от зажима бородки до входа в нее

зубьев дискретизирующего барабанчика будет изменяться также на 10 %.

Если это расстояние будет мало, то могут происходить обрывы волокон.

Следовательно, желательно, чтобы зубья дискретизирующего барабанчика раньше входили в бородку (в этом случае они будут прочесывать бородку на большей длине), но слишком малое расстояние от зажима волокон до входа в нее зубьев дискретизирующего барабанчика может быть причиной обрыва волокон. Обрыва волокон не произойдет, если сложенное вдвое волокно, расположенное на поверхности бородки, зажатое своими концами по линии зажима и опущенное петлей по линии III-IV (рис. 4.3,в), не захватывается зубьями дискретизирующего барабанчика.

Расстояние от зажима до входа зубьев дискретизирующего барабанчика в бородку составляет

$$S_{\min} = \frac{l_B}{2} h,$$

где l_B – длина волокна, мм; h – коэффициент распрямленности волокна в чесальной ленте (принят 0,65).

Если $l_B = 30$ мм, $h = 0,65$, то $S_{\min} = 9,75$.

Учитывая, что питающий цилиндр рифленый, S_{\min} будет увеличиваться до 12 мм. Если расстояние от зажима бородки до входа в нее зубьев дискретизирующего барабанчика равно 9 мм, то это означает, что на машине не соблюдаются условия протекания процесса дискретизации без обрывов волокон.

Большое влияние на процесс дискретизации оказывает сила зажима волокон при извлечении их из питающей пары. Если эта сила недостаточна, то нарушается переход волокон со скорости питающего цилиндра на скорость дискретизирующего барабанчика. Это приводит к увеличению неровноты дискретного потока и повышению неровноты пряжи. Если сила извлечения волокон из питающей пары (сила дискретизации) больше силы их зажима и больше разрывной нагрузки волокна, то происходит обрыв волокон.

Силу зажима одиночных волокон в питающей паре определяют специально разработанным и изготовленным прибором. Результаты определения силы зажима представлены в таблице 4.5.

Зависимость между силой зажима и обрывностью волокон

Нагрузка на питающий столик, Н	12,5	21,4	27,5
Средняя сила зажима волокон, Н	0,0104	0,0129	0,0218
Количество волокон, прочность которых меньше силы зажима, %	2,0	4,5	10
Количество оборвавшихся волокон	29	70	110
То же, % количества извлекаемых из зажима волокон	11,5	28	44

Силу зажима волокон определяли вытаскиванием из питающей пары 250 волокон. Средняя прочность волокон в ленте была равна 0,036 Н. Испытания показали, что сила зажима волокна зависит от длины участка волокна, находящегося в питающей паре. Так, при увеличении длины этого участка волокна от 12 до 21 мм сила зажима волокон увеличивается в 2-3 раза.

Данные таблицы 4.5 показывают, что средняя сила зажима меньше средней прочности волокон. Поэтому при вытаскивании из питающей пары будут обрываться только волокна, имеющие прочность, меньшую силы зажима. Однако число волокон, обрывающихся при вытаскивании их из питающей пары, значительно больше числа волокон, имеющих прочность меньше силы зажима. Это можно объяснить наличием комплексов в питающей паре. В комплексах волокна связаны друг с другом силами сцепления, и при извлечении таких волокон сила зажима оказывается больше их прочности.

4.4.3. Обрывность волокон в процессе дискретизации

После выхода из зажима объем ленты увеличивается, и плотность волокон уменьшается. На участке IV-V (см. рис. 4.3,в) в бородку входит гарнитура дискретизирующего барабанчика. Линия входа его зубьев зависит от разводки между столиком и зубьями гарнитуры. При изменении этой разводки расстояние между зажимом ленты и входом в нее зубьев дискретизирующего барабанчика будет изменяться. Это расстояние (как показано выше) должно быть равно $l_B/4$. В этом случае волокна не будут обрываться при входе в ленту зубьев дискретизирующего барабанчика.

Погружение зубьев гарнитуры в бородку зависит от формы поддерживающей поверхности, к которой прижимается бородка. На рисунке 4.4 эта поверхность обозначена кривой ABC. Поддерживающая поверхность эксцентрична поверхности дискретизирующего барабанчика. Это позволяет ленте, выходящей из зажима, увеличить под действием сил упругости объем, т.е. уменьшить плотность, и таким образом уменьшить ударное воздействие зубьев гарнитуры дискретизирующего барабанчика.

Применение поддерживающей плоскости с вогнутым профилем обеспечивает прочесывание бородки на всей длине. Это повышает чешущую и очищающую способность дискретизирующего барабанчика.

Проникание зубьев в бородку определяется углом наклона передней грани зуба к радиусу вогнутой поддерживающей плоскости. Этот угол называют углом чесания b (рис. 4.5). При движении зуба гарнитуры от точки B к точке C угол чесания при вогнутой передней плоскости остается постоянным. Если в точке B зуб проникает в бородку, т.е. прочесывает ее, то он будет прочесывать ее по всей длине (от точки B до точки C).

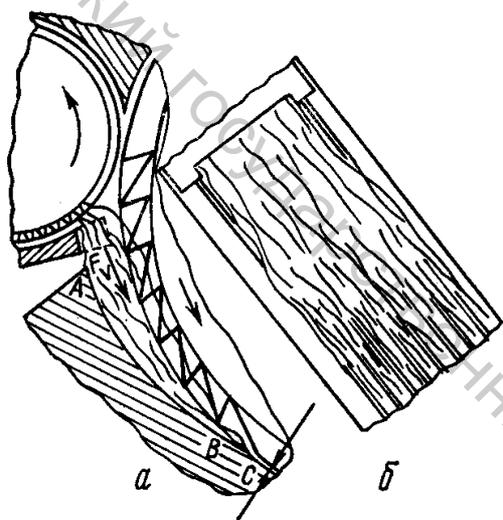


Рис. 4.4. Схема дискретизации бородки:
 a – профиль бородки; b – бородка в гарнитуре барабанчика

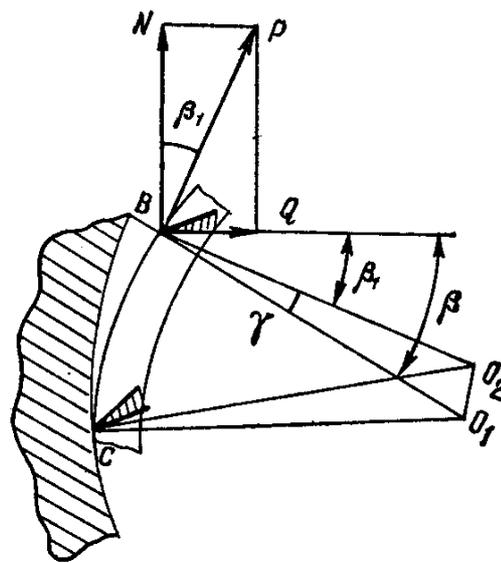


Рис. 4.5. Схема силового воздействия зуба гарнитуры дискретизирующего барабанчика на волокна бородки

Определим угол наклона передней грани зуба гарнитуры b в точке B , обеспечивающий проникание зуба в бородку без ее уплотнения.

$$b = b_1 + g. \quad (4.2)$$

Рассмотрим силы, действующие на волокна при чесании бородки. При вращении барабанчика зуб его гарнитуры будет воздействовать на каждое волокно с силой P , направленной вдоль волокна, т.е. перпендикулярно радиусу поддерживающей плоскости. Раскладывая силу P по направлению передней грани зуба и перпендикулярно к ней, найдем силы N и Q .

Сила N – нормальное давление, прижимает волокно к передней грани зуба, а сила Q стремится продвинуть волокно вдоль передней грани зуба к основанию гарнитуры. При движении волокна вдоль передней грани зуба возникает сила трения T , которая будет препятствовать движению.

Зуб будет проникать в бородку, т.е. волокна будут двигаться вдоль рабочей грани зуба в сторону основания зуба, если $Q \geq T$. Но

$$T = h \cdot N; \quad N = P \cdot \cos b_1 \quad \text{и} \quad Q = P \cdot \sin b_1.$$

Подставляя T, N, Q в неравенство $Q \geq T$, получим

$$\operatorname{tg} b_1 \geq h \quad \text{или} \quad b_1 \geq \operatorname{arctg} h,$$

но

$$\operatorname{arctg} h = j.$$

Тогда $b \geq \varphi$, где j – угол трения.

Угол g определим из треугольника BO_1O_2 (O_1 – центр изгиба питающего столика; O_2 – центр образующей дискретизирующего барабанчика). По данным завода-изготовителя угол γ равен 9° . Тогда $b \geq \varphi + 9$. Если принять равным $j = 12^\circ$, как принимает проф. В.А. Ворошилов, то $b = 21^\circ$.

Дискретизирующий барабанчик (рис. 4.6), общий вид которого представлен на рисунке 4.6, обтянут цельнометаллической пильчатой лентой и предназначен для разъединения поступающей волокнистой бородки на отдельные волокна, т.е. формирует дискретный поток.

При переработке различных видов волокон используется определенный тип гарнитуры.

Для переработки хлопкового волокна и смесей его с вискозным волокном, в которых преобладает первое, рекомендуется гарнитура *OK-40*, угол наклона передней грани зуба $b = 24^\circ$ и угол чесания $24^\circ - 9^\circ = 15^\circ$.

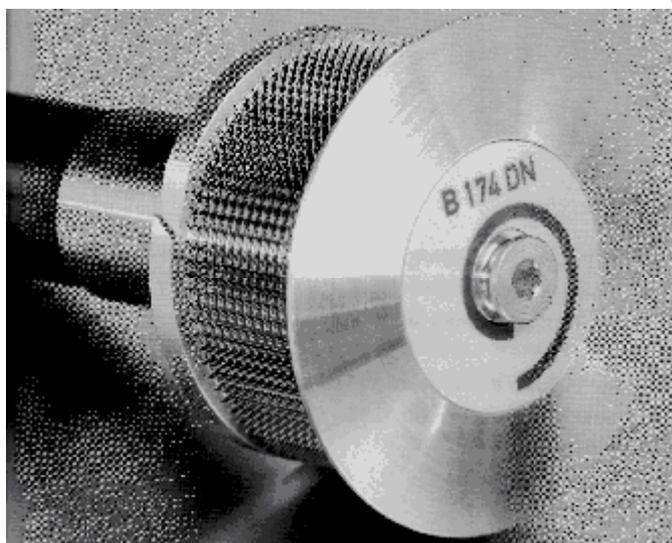


Рис. 4.6 Дискретизирующий барабанчик

проникают в бородку и энергично прочесывают ее по всей длине.

Зубья этой гарнитуры имеют высоту зуба 2 мм, угол наклона передней грани зуба 24° и шаг зубьев 2,5 мм (рис. 4.16,а).

При переработке вискозного волокна и смесей вискозного волокна с хлопковым применяют гарнитуру *OK-36* (рис. 4.7,б). Она имеет высоту зуба 1,2 мм, угол наклона передней грани зуба 0° и шаг зубьев 4 мм.

Угол чесания 15° больше угла трения (12°). Поэтому зубья гарнитуры *OK-40*

Такая гарнитура, обладая меньшей волокоёмкостью и меньшей захватывающей способностью, обеспечивает дискретизацию и сьем воздухом с зубьев менее упругого (по сравнению с хлопковым волокном) вискозного волокна.

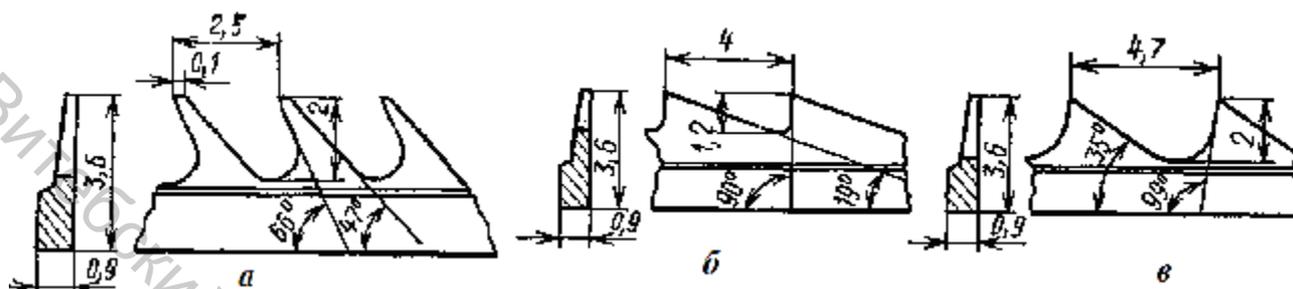


Рис. 4.7. Гарнитура дискретизирующего барабанчика:

a – ОК-40; *б* – ОК-36; *в* – ОК-37

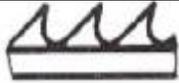
Для переработки синтетических штапельных волокон и их смесей дискретизирующий барабанчик рекомендуется обтягивать гарнитурой ОК-37 (рис. 4.7, *в*). Она имеет отрицательный угол наклона зуба 99° , шаг зубьев 4,7 мм и обладает еще меньшей захватывающей способностью (по сравнению с захватывающей способностью гарнитуры ОК-36).

Фирмы *Rieter* и *Velcoro* рекомендуют использовать следующие виды гарнитур для дискретизирующего барабанчика при переработке разнородного сырья (табл. 4.6).

Таблица 4.6.

Виды гарнитуры дискретизирующего барабанчика

Тип гарнитуры	Профиль	Назначение
1	2	3
фирма Rieter		
ОК-36		вискозные волокна, смеси с большим вложением вискозы
ОК-37		синтетические волокна; смеси с большим вложением синтетического волокна
ОК-40		хлопковые волокна; регенерированные; смеси с большим вложением хлопка
ОК-61		хлопковые+вискозные волокна; ПАН; полиэфирные; регенерированные; смеси; хлопковые+синтетические волокна
ОК-74		льняные волокна; смеси: лен+хлопок, лен+вискоза

OS-21		вискозные волокна; смеси вискозных волокон с хлопком или полиэфирными волокнами
фирма Velcro		
S 21		Смеси хлопок+полиэфир; 100 % полиэфирные волокна; 100 % ПАН волокна и смеси
B 174		хлопковые волокна; загрязненный хлопок
B 174-2		хлопковые волокна; загрязненный хлопок; смеси со льном
B 20		хлопковые волокна; смеси хлопковых волокон с вискозными, 100% вискозные волокна.

4.4.4. Определение силы, возникающей в процессе дискретизации

Зубья гарнитуры, проходя через бородку, своими боковыми поверхностями и передними гранями создают определенное натяжение волокон и стремятся извлечь волокна из бородки. Этому извлечению препятствуют силы, создаваемые зажимом питающий цилиндр - питающий столик. При сильном зажиме без разрыва могут быть отделены от бородки только волокна, вышедшие из зажима.

Волокна или комплекс волокон при вытягивании их из бородки изменяют движение со скорости питающего цилиндра $V_{п.ц.}$ на скорость дискретизирующего барабанчика $V_{д.б.}$

Это изменение вызывает изменение импульса силы F_d за время Dt на комплекс волокон массой m_d . Скорость комплекса изменяется на коротком отрезке. Этот участок комплекс проходит со средней скоростью

$$V_{д.ср} = \frac{(V_{д.б.} + V_{п.ц.})}{2}. \quad (4.3)$$

Тогда $F_d \cdot \Delta t = m_d (V_{д.б.} - V_{п.ц.})$. Если принято, что $\Delta x = \Delta t \cdot V_{д.ср}$, то получим

$$\frac{F_d \cdot \Delta x}{V_{д.ср}} = m_d (V_{д.б.} - V_{п.ц.}). \quad (4.4)$$

Решая совместно уравнения (4.3) и (4.4), получим

$$\frac{2F_D \cdot \Delta x}{(V_{Д.Б} + V_{П.Ц})} = m_D (V_{Д.Б} - V_{П.Ц}).$$

Отсюда

$$F_D = \frac{m_D}{2 \cdot \Delta x} (V_{Д.Б}^2 - V_{П.Ц}^2) = \frac{m_D}{2 \cdot \Delta x} \left(1 - \frac{V_{П.Ц}^2}{V_{Д.Б}^2} \right) V_{Д.Б}^2.$$

Так как $V_{П.Ц} \ll V_{Д.Б}$, то

$$F_D = \frac{m_D \cdot V_{Д.Б}^2}{2 \cdot \Delta x}. \quad (4.5)$$

При значительной величине силы F_D и большой силе зажима волокон в питающем устройстве волокна могут обрываться, следовательно, для предотвращения обрыва волокон дискретизирующим барабанчиком необходимо добиться полного разъединения комплексов волокон на отдельные волокна в поступающей ленте.

Усилие дискретизации направлено на преодоление сил трения между волокнами и питающим столиком, между волокнами и питающим цилиндром и между волокнами в бородке. Процесс дискретизации может протекать нормально, когда нет обрыва волокон и нет проскальзывания волокон в питающем зажиме. Для этого сила зажима волокон между питающим столиком и цилиндром должна быть больше силы дискретизации.

Практически усилие дискретизации определяют методом тензометрии. С увеличением распрямленности волокон в поступающей ленте усилие дискретизации уменьшается. Так, при увеличении распрямленности волокон в ленте с 66,9 до 79,5 % усилие дискретизации уменьшается на 13-18 %. Усилие дискретизации больше при движении большинства волокон загнутыми кончиками вперед.

При увеличении линейной плотности поступающей ленты на 10-15 % дискретизирующее усилие увеличивалось на 30-50 % в зависимости от распрямленности и направления волокон.

На обрыв и повреждаемость волокон оказывает влияние интенсивность воздействия дискретизирующего барабанчика на бородку. Интенсивность дискретизации характеризуется следующими показателями:

–вытяжкой между дискретизирующим барабанчиком и питающим цилиндром

$$E = \frac{V_{Д.Б.}}{V_{П.Ц.}} \quad (E = 3000 \dots 9000), \text{ выбирают в зависимости от линейной плотности}$$

вырабатываемой пряжи и ленты, а также характеристик волокна;

–числом воздействий зубьев гарнитуры дискретизирующего барабанчика, приходящиеся на одно волокно:

$$m = \frac{z \cdot n_{д.б.} \cdot T_B \cdot l}{(T_L \cdot 1000v_{II})}, \quad (4.6)$$

где z – число зубьев на поверхности дискретизирующего барабанчика; $n_{д.б.}$ – частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин^{-1} , T_B , T_L – линейная плотность соответственно волокна и ленты, текс; l – средняя длина волокон питающей ленты, мм; v_{II} – линейная скорость питания, м/мин.

– удельной загрузкой гарнитуры дискретизирующего барабанчика, мм^{-1} , т.е. числом волокон в 1 мм поперечного сечения потока вокруг барабанчика

$$a = \frac{60 \cdot T_C \cdot V_{II.ц.}}{b \cdot V_{д.б.} \cdot T_B},$$

где b – ширина дискретизирующего барабанчика по гарнитуре, мм; T_C – линейная плотность слоя волокон подаваемого на дискретизирующий барабанчик, текс ($T_C \gg T_L$).

С увеличением частоты вращения дискретизирующего барабанчика повышается интенсивность воздействия его зубьев на волокно. Наиболее сильному воздействию подвергаются передние кончики волокон. Поэтому при направлении волокон в зону дискретизации загнутыми кончиками вперед последние могут быть оторваны. Поэтому оптимальная частота вращения дискретизирующего барабанчика при обработке хлопковых волокон 6500-8500 мин^{-1} , для химических волокон 5500-7000 мин^{-1} . В таблице 4.7 приведены рекомендуемые частоты вращения дискретизирующего барабанчика в зависимости от линейной плотности вырабатываемой пряжи.

Таблица 4.7.

Рекомендуемые частоты вращения дискретизирующего барабанчика

Линейная плотность пряжи, текс	14,7-20	20-29	29-71,4
Частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин^{-1}	5000-6500	6000-7000	6500-8500

С целью определения укорачивания волокон в процессе дискретизации определяли длину волокон в поступающей ленте и мычке, взятой из камеры машины. Среднюю длину волокон по массе определяли на приборе «Алметр». Полученные результаты представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8.

Влияние усилия дискретизации на состояние волокна

Показатель	При нагрузке на питающий столик, Н	
	21,4	27,5

Средняя длина волокон по массе, мм:		
в ленте	21,42	21,42
в мычке	18,76	17,64
Укорочение волокна, %	12,2	17,6
Число поврежденных волокон:		
в ленте	20	20
в мычке	90	140

В этой же таблице приведено количество поврежденных волокон. Поврежденность волокон определялась следующим образом. Из мычки и ленты отбиралось по 1000 волокон, которые просматривали под микроскопом *МБИ-11*. Из таблицы 4.8 видно, что с повышением нагрузки на питающую пару число разорванных волокон увеличивается, что объясняется увеличением силы зажима и силы трения.

4.5. СОРОУДАЛЕНИЕ

Лента, поступающая на пневмомеханические прядильные машины, несмотря на лучшую очистку, содержит сорные примеси и пыль. Сорные примеси и пыль, попадая в прядильные камеры, увеличивают обрывность продукта и вызывают частые остановки камер для их чистки. Коэффициент использования машины снижается.

На современных пневмомеханических прядильных машинах удаление сорных примесей и пыли производится в процессе дискретизации.

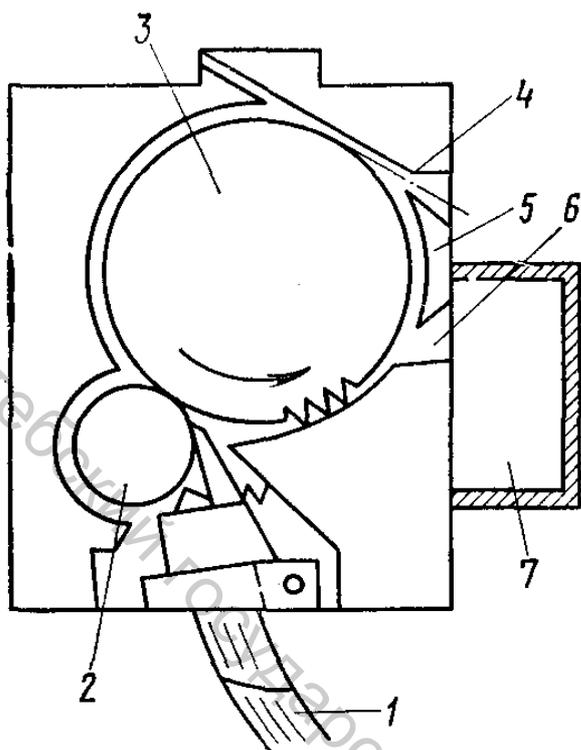


Рис. 4.8. Дискретизирующее устройство

применяемое на пневмомеханических прядильных машинах типа *BD-200 (ППМ-120)*.

Лента *1* подается питающим цилиндром *2* к дискретизирующему барабанчику *3*, который разрушает контакты сцепления между волокнами и сорными примесями, и дискретный поток волокон по каналу *4* воздухом подается в прядильную камеру.

Сорные примеси, имеющие большую массу по сравнению с массой волокон, а, следовательно, обладая большей центробежной силой, отрываются от поверхности дискретизирующего барабанчика и по каналу *6* попадают в желоб *7*.

На рисунке 4.8 показано устройство для удаления сорных примесей и пыли.

Отбойный нож *5* способствует более полному удалению сорных примесей. Вместе с сорными примесями выделяются и волокна.

Количество выделяемых отходов (сорных примесей и волокон) регулируется с помощью двух заглушек *1* и *2* (рис. 4.9) в отверстиях *B* и *C*. Заглушка *2* применяется для настройки отверстия *B* на *0* и отверстия *C* на *IV*, при этом достигается минимальное содержание волокна в отходах.

Работа системы регулирования зависит от количества проходящего воздуха через канал *6* (см. рис. 4.8). Если через канал больше засасывается воздуха в прядильную камеру, то эффект очистки снижается; если больше засасывается воздуха в сороотводящее устройство, то количество отходов увеличивается.

При установке регулировочной заглушки *1* (см. рис. 4.9) в положение *1*, а регулировочной заглушки *2* в положение *0* эффект очистки будет максимальным при максимальном выделении отходов. Это объясняется тем, что через канал *3* минимальное количество воздуха всасывается в камеру и максимальное – в сороотводящее устройство вентилятором *5*.

При установке регулировочных заглушек *1* на *0* и *2* на *1* выделение отходов будет минимальным и эффект очистки тоже будет минимальным. Это

объясняется тем, что через канал 3 максимальное количество воздуха всасывается в прядильную камеру и минимальное — в сороотводящее устройство 4.

Выделяемые отходы в обоих случаях содержат короткие и незрелые волокна и пыль. Взаимное расположение заглушек позволяет установить промежуточные ступени регулировки.

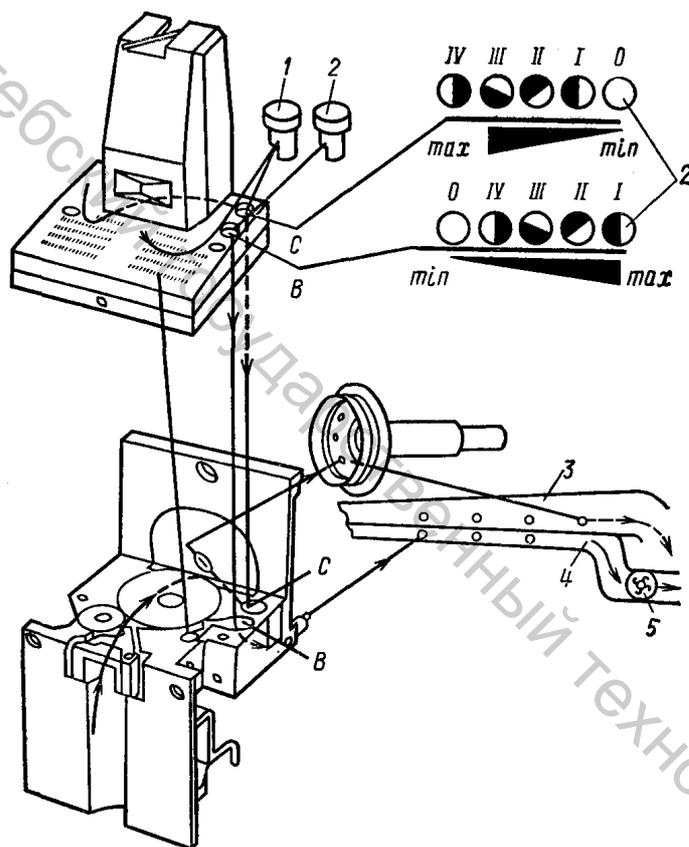


Рис. 4.9. Схема узла сороудаления

На современных пневмомеханических машинах, например, модели *BD 380*,

$$\Theta = \frac{P_O \cdot P_{PP}}{P},$$

где P_O — количество отходов, % (определяется отношением массы отходов к массе перерабатываемой ленты в единицу времени); P_{PP} — содержание сорных примесей в отходах, % (определяют ручным разбором); P — общее количество сорных примесей в поступающей ленте, %.

При $\Theta = 0,7$ процесс выделения сорных примесей считается хорошим.

очистительное устройство укомплектовано из одного воздуховода. Разделение воздушного потока на поток к сороотборному каналу и поток в конфузоре производится с помощью различных заглушек в виде клиньев (рис. 4.10). Заглушки подбираются для различных видов сырья и различного качества очистки.

Эффективность удаления сорных примесей можно определить

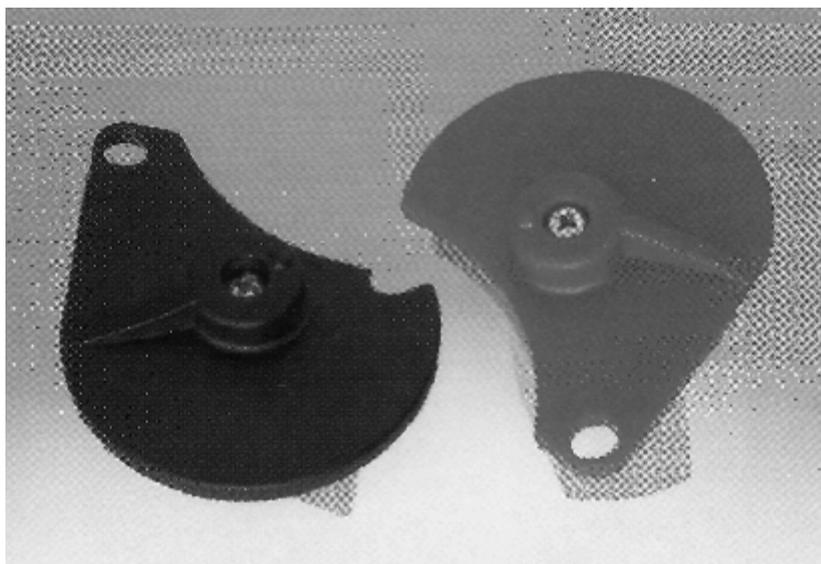


Рис. 4.10. Клиновидные заглушки

4.6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНОГО ПОТОКА ВОЛОКОН

Сущность этого процесса заключается в перемещении дискретного потока волокон воздушными массами от дискретизирующего барабанчика до сборной поверхности прядильной камеры и далее в ее желоб силами инерции.

Так как скорость прядильной камеры больше скорости дискретизирующего барабанчика ($V_{П.К.} > V_{Д.Б.}$), то при транспортировании волокна получают относительное смещение и дискретный поток утоняется, т.е. осуществляется транспортное вытягивание. Утонение определяется вытяжкой

$$E_{ТР} = \frac{V_{П.К.}}{V_{Д.Б.}}$$

Поток волокон при транспортировании проходит три зоны.

I. Зона конфузора, т.е. сужающегося канала круглого или эллиптического сечения. Если длина конфузора больше длины волокон, движущихся в нем, то постепенно возрастающая скорость воздуха (а следовательно, волокон) по длине конфузора обуславливает относительное смещение этих волокон и утонение дискретного потока. Вытяжка $E'_{ТР}$ в конфузоре определяется соотношением скоростей воздушного потока на выходе и входе конфузора. При эксплуатации машины она не может меняться.

II. Зона неконтролируемого транспортирования потока волокон от выходного отверстия конфузора до наклонной стенки (сборной поверхности) прядильной камеры. Дискретный поток волокон, выходящий из конфузора, может попадать непосредственно на сборную поверхность камеры или вначале на внешнюю поверхность сепаратора, а затем на наклонную стенку. На этом

участке движения дискретного потока волокон, где прямолинейный воздушный поток попадает во вращающийся поток внутри прядильной камеры, управление движением волокон является сложной задачей. Вытяжка E_{TP}'' в этой зоне определяется отношением линейной скорости сечения сборной поверхности камеры к скорости волокон на выходе конфузора.

III. Зона смещения волокон на наклонной плоскости сборной поверхности от сечения, в котором произошло осаждение волокна, до желоба с наибольшим диаметром сечения прядильной камеры. Это смещение волокон обусловлено центробежными силами, которые преодолевают силы трения, возникающие между волокнами и сборной поверхностью камеры. Величина этих сил трения зависит от угла наклона сборной поверхности. Вытяжка в этой зоне

$E_{TP}''' = \frac{E_{TP}}{E_{TP}' \cdot E_{TP}''}$. При эксплуатации ее нельзя изменять, так как она определяется конструкцией прядильной камеры.

Дискретные потоки волокон в конфузоре и в слое, который укладывается в желобе камеры за каждый ее оборот, отличаются между собой. В первом потоке число волокон в сечении больше единицы и дискретизация волокон проявляется по сечению потока. Во втором потоке (слое) число волокон в сечении меньше единицы и дискретизация волокон проявляется по его длине. Следовательно, вытяжка при дискретизации и транспортировании

$$E_D \cdot E_{TP} = \frac{V_{П.К.}}{V_{П.Ц.}} = \frac{m_L}{m_{B.C.}} > m_L \text{ или } m_{B.C.} < 1,$$

где m_L и $m_{B.C.}$ – число волокон в сечении соответственно питающей ленты и волокнистого слоя.

Для оценки степени дискретизации волокнистого слоя, укладываемого за один оборот прядильной камеры, определяют коэффициент дискретизации K_D :

$$K_D = \frac{T_B}{T_{B.C.}} = \frac{1}{m_{B.C.}},$$

где $T_{B.C.}$ и T_B – линейная плотность соответственно волокнистого слоя и волокна.

При производстве пряжи средней линейной плотности $K_D = 1,1 \dots 2,4$ и $m_{B.C.} = 0,9 \dots 0,4$.

Известно, что общая вытяжка на пневмомеханической прядильной машине

$$E = \frac{T_L}{T_{ПР}} = \frac{V_{B.B.}}{V_{П.Ц.}} = E_D \cdot E_{TP} \cdot E_\Phi = E_D \cdot E_{TP} \cdot \frac{V_{B.B.}}{V_{П.К.}} = E_D \cdot E_{TP} \cdot \frac{V_{B.B.}}{p \cdot D_{П.К.} \cdot n_{П.К.}} = \frac{E_D \cdot E_{TP}}{p \cdot D_{П.К.} \cdot K}$$

Отсюда

$$E_{\text{л}} \cdot E_{\text{ТР}} = p \cdot D_{\text{к}} \cdot K \cdot E_{\text{Ф}} = p \cdot D_{\text{к}} \cdot K \cdot \frac{T_{\text{л}}}{T_{\text{ПР}}},$$

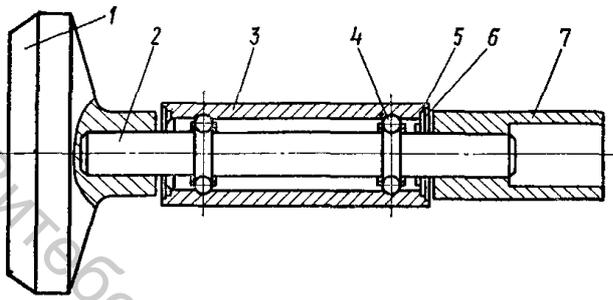
где $T_{\text{л}}$ и $T_{\text{ПР}}$ – линейная плотность соответственно питающей ленты и пряжи, текс; $V_{\text{В.В.}}$ – скорость выпускных (оттяжных) валиков, м/мин; $E_{\text{Ф}}$ – вытяжка формирования; $V_{\text{П.К.}}$, $D_{\text{П.К}}$ и $n_{\text{П.К}}$ – соответственно скорость (м/мин), диаметр (м) и частота вращения (мин^{-1}) прядильной камеры; K – заправочная крутка пряжи, кр./м.

4.7. ДЕТАЛИ МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ПРЯЖИ

4.7.1. Прядильная камера

Механизм кручения и формирования пряжи состоит из прядильной камеры и сепаратора с отводящим каналом. На концах вала 2 (рис. 4.11,а) запрессована прядильная камера 1 и блок 7. Вал держится двумя шарикоподшипниками 4, внутренними кольцами которых являются канавки на валу 2, а наружными — канавки в корпусе 3. Такая конструкция подшипников позволяет уменьшить их диаметры и повысить надежность работы. На краях корпуса имеются две шайбы 5, за счет конфигурации которых создаются уплотнительные воздушные канавки. Шайбы удерживаются в корпусе пружинным кольцом 6. Смазка подшипников — консистентная, закладывается на весь период работы механизма.

Все механизмы кручения и формирования пряжи динамически балансируют в сборке при частотах вращения, близких к рабочим. Детали механизма должны быть изготовлены с высокой точностью; валик и корпус — из шарикоподшипниковой стали. Общий вид ротора представлен на рисунке 4.11,б.



а

б

Рис. 4.11. Ротор пневмомеханической прядильной машины

Внутренняя коническая поверхность 2 прядильной камеры должна обеспечивать сползание поступающих на нее из конфузора 1 волокон в желоб 3 камеры, где образуется волокнистая ленточка. Движение волокна по сборной поверхности в желоб будет зависеть от величины угла b (рис. 4.13).

Волокна прижимаются к внутренней сборной поверхности камеры центробежной силой F ; эта сила раскладывается на нормальную силу N и силу Q , стремящуюся продвинуть волокно в желоб. При движении волокна возникает сила трения T , равная

$$T = m \cdot N,$$

где m – коэффициент трения (от 0,2 до 0,32).

Движение будет возможно, если $Q > T$, или

$$F \cdot \sin b > m \cdot F \cdot \cos b.$$

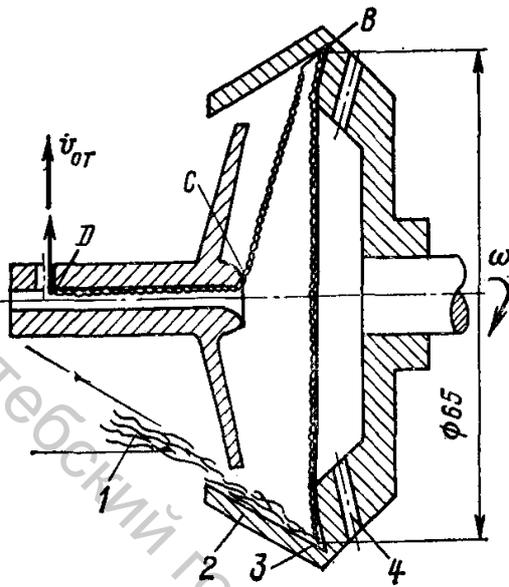


Рис. 4.12. Механизм формирования пряжи в прядильной камере

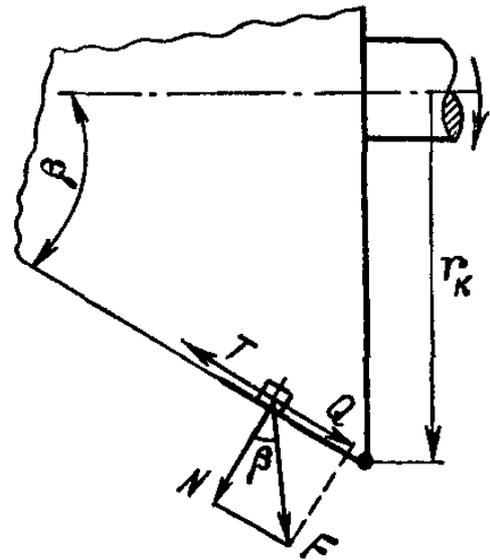


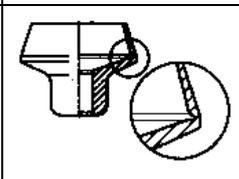
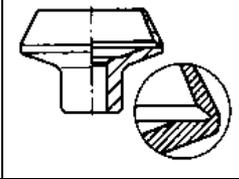
Рис. 4.13. Силы, действующие на волокна, поступающие в камеру

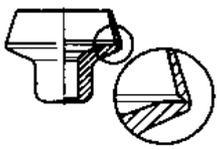
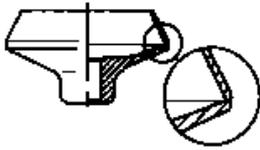
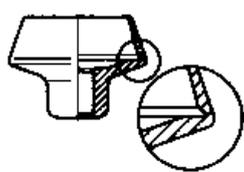
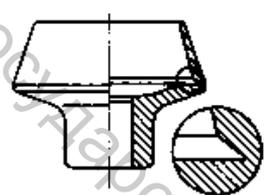
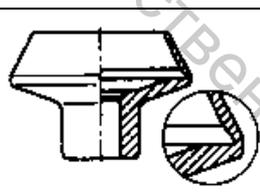
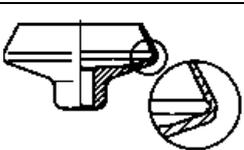
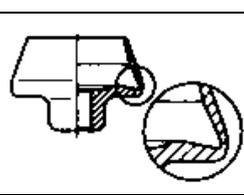
После преобразования получим, что $tg b > m$. Тогда $b > arctgm$, или $b > j$, где j – угол трения. При $m = 0,32$ угол $j = 18^\circ$.

Следовательно, угол наклона сборной поверхности должен быть больше 18° . На машинах типа *BD-200* этот угол равен 30° . Волокна под влиянием сил, действующих в направлении радиуса (центробежных), будут скользить в направлении желоба. Профиль желоба прядильной камеры может быть различным. Прядильные камеры с различным профилем желоба предлагает фирма *Belcoro* (табл. 4.9).

Таблица 4.9.

Профили желоба прядильной камеры

Наименование ротора	Профили желоба	Описание	Линейная плотность пряжи
Ротор G		С узкой канавкой	От средней до тонкой
Ротор GT		С узкой, острой канавкой	От низкой до средней

Ротор К		С короткой Т-образной канавкой	Тонкая
Ротор S		С канавкой в виде плавного перехода	От низкой до средне-тонкой
Ротор Т		С короткой канавкой и опорой на дно	От средне-тонкой до тонкой
Ротор ТВ5		С острой канавкой с переменным радиусом	От средней до тонкой
Ротор ТТ		С открытой канавкой	От низкой до средней
Ротор U		С широкой канавкой	Низкая
Ротор V		С V-образной канавкой	Низкая

Восемь отверстий 4 (см. рис. 4.12 и общий вид на рис. 4.11) в нижней утолщенной части камеры, расположенных по ее окружности под некоторым углом к радиусу, играют роль вентилятора, т.е. под действием центробежных сил потоки воздуха выбрасываются через эти отверстия, создавая необходимое разрежение внутри.

В некоторых конструкциях отверстия для вывода воздуха делают в дне камеры, или камеру выполняют без отверстий, воздух из которой отсасывается через ее верхнюю часть. В последнем случае прядильная камера используется только для сбора волокон и их скручивания и не используется как воздушный насос. Для подачи волокон в камеру используется вентилятор, установленный вне камеры. Это позволяет выбирать скорость воздушного потока независимо от скорости прядильной камеры и сохранять воздушный поток при останове

прядильной камеры для ликвидации обрыва, используя его для очистки камеры от оставшихся в ней волокон и сорных примесей, пыли.

4.7.2. Сепаратор

Сепаратором является диск 2 (рис. 4.14,а), закрепленный на выводной трубке 1. В диске сделан вырез 3 по кривой ABC . Сепаратор (отсекатель или разделитель) отделяет зону подачи волокна в прядильную камеру от зоны кручения и формирования пряжи. Он играет важную роль в формировании ленточки, оказывая влияние на распрямленность и ориентацию волокон, поступающих на сборную поверхность. При попадании в камеру сорных примесей вместе с волокном примеси, ударяясь о внутреннюю поверхность сепаратора, отскакивают на сборную поверхность, попадают в волокнистую ленточку и запрядаются в пряжу.

На пневмомеханических машинах первых выпусков использовали сепараторы круглой формы, на машинах последних выпусков применяются сепараторы с сегментным вырезом. Как показали наблюдения, имеющийся сегментный вырез позволил частично ликвидировать недостатки круглого сепаратора.

Пряжа в точке съема имеет вращательное и поступательное движение. При вращении камеры нить из положения $КАО$ переходит в положение $К_1ДО$, затем — в положение $К_2ЕО$, $К_3СО$ и так далее и испытывает удары об уступ ABC в диске 2 сепаратора. Кроме того, создаваемые воздушные потоки нарушают вращательное движение нити. По предложению Ф.М. Плеханова был изготовлен и испытан сепаратор, имеющий новую форму углового выреза и сплошной ободок 5 (рис. 4.14,б) с наружной стороны. Сепараторы были установлены на машинах $BD-200-M69$ (рис. 4.15). Использование новых сепараторов позволяет уменьшить количество пороков в пряже на 35 % и снизить обрывность на 14 %.

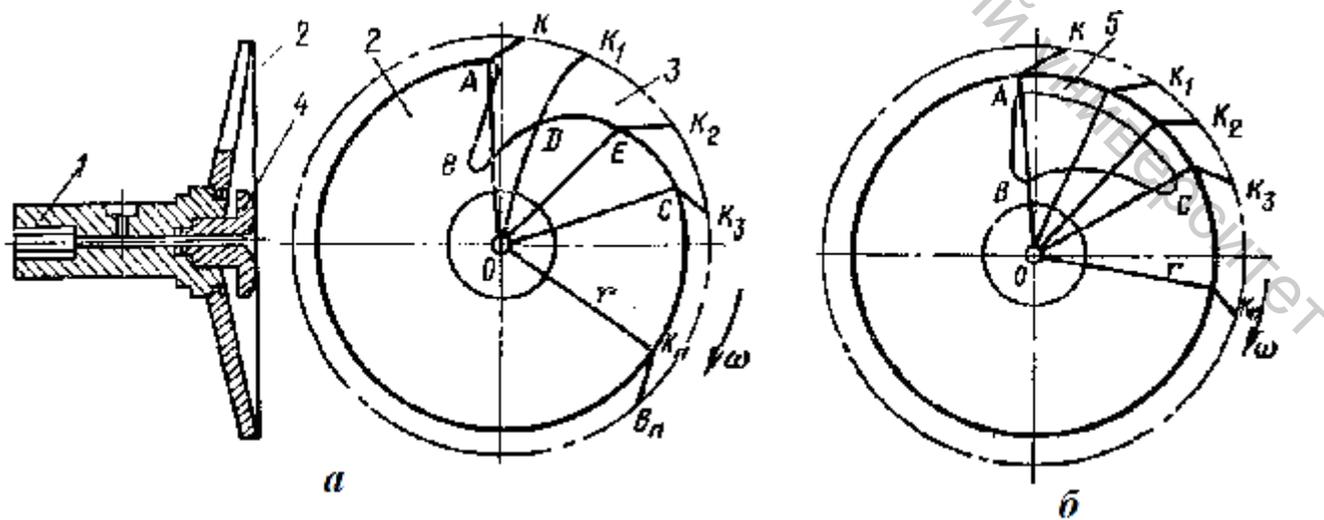


Рис. 4.14. Сепаратор:

a – с сегментным вырезом; *б* – с угловым вырезом и ободком

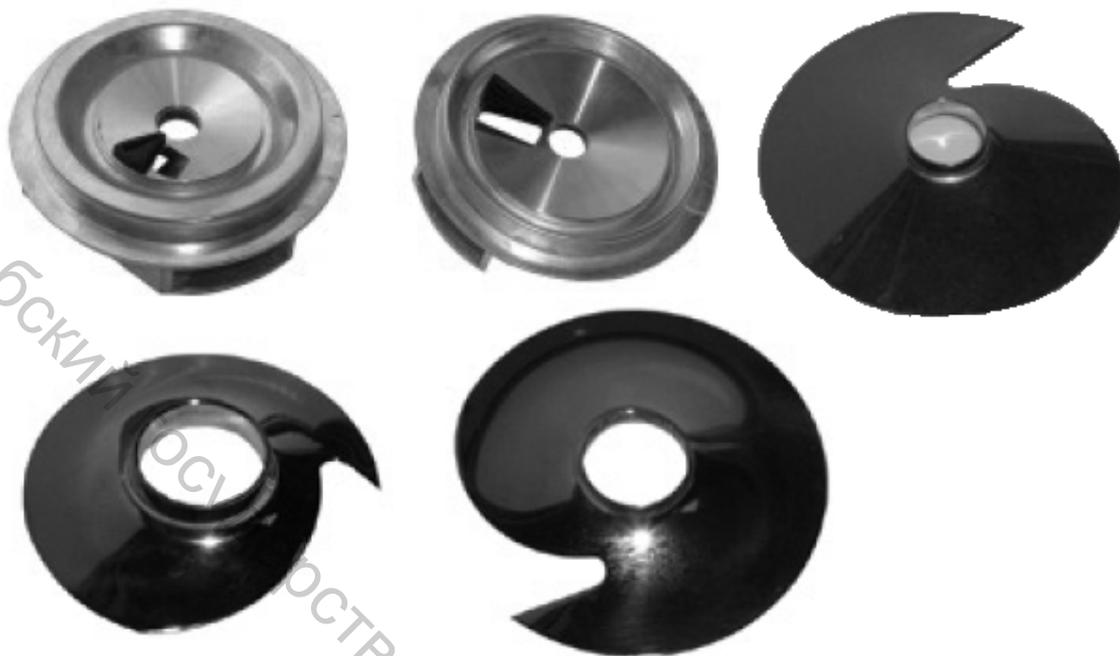


Рис. 4.15. Сепараторы фирмы Rieter, используемые на машинах типа BD, BDA, BT

Пряжа, полученная без сепараторов, имеет меньшую крутку, пониженную прочность и большую пушистость. Это можно объяснить увеличением волокон в обвивочном слое и уменьшением их в стержневом. Влияние конструкции сепаратора на технологические режимы работы пневмомеханической прядильной машины представлены в таблице 4.10.

Сепаратор устанавливают согласно метке на вкладыше поворотом на определенный угол: 15° при переработке хлопковой ленты при частоте вращения прядильной камеры от 31000 до 40000 мин^{-1} ; 45° – ленты из химических волокон при частоте вращения прядильной камеры от 31000 до 40000 мин^{-1} ; 45° – ленты из смесей хлопкового и химических волокон при частоте вращения прядильной камеры от 45000 до 60000 мин^{-1} .

Таблица 4.10.

Влияние конструкции сепаратора на качество пряжи

Показатель	Камера без сепаратора	Камера с сепаратором		
		без выреза	с сегментным вырезом	с угловым вырезом и ободком
Линейная плотность пряжи, текс	25	24,9	24,3	25
Крутка, кр./м	990	1023	1036	1018

Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	9,43	9,72	9,61	9,65
Количество пороков в 1 г	67	78	69	45

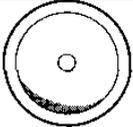
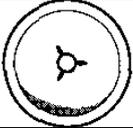
4.7.3. Пряжевыводная воронка

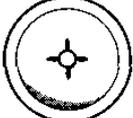
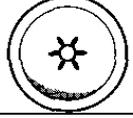
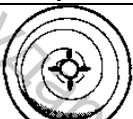
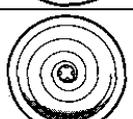
Пряжа из прядильной камеры отводится (оттягивается) через отводящий канал. При существующей конструкции отводящего канала сепаратора создается возмущение в баллоне кручения, так как конус кручения изменяется. Такое эксцентричное расположение оси съемной поверхности прядильной камеры и вершины конуса кручения отводящего канала создает неравномерный сьем волокнистой ленточки со сборной поверхности камеры. Чтобы ликвидировать это смещение, предлагается выводную трубку 4 (рис. 4.14, а) опустить до центра желоба. При этом обеспечивается равносторонний конус кручения, равномерное натяжение нити, и нить не ударяется о стенки канала.

Профиль пряжевыводной воронки оказывает существенное влияние на внешний вид пряжи. В таблице 4.11 представлены основные профили пряжевыводных воронок, предлагаемые фирмой *Belcoro*.

Таблица 4.11.

Профили пряжевыводных воронок

Наименование	Профиль	Описание	Линейная плотность
1	2	3	4
КGG-A, KNN-A		Новая гладкая воронка. Заменяет GK/KN и гладкие стальные воронки. Серия для Автокоро 360	Грубая
КЗ-А, KNЗ-А		Воронка с 3 ребрами	Грубая

1	2	3	4
K4-A, KN4-A		Воронка с 4 ребрами	От грубой до тонкой
K6-A, KN6-A		Воронка с 6 ребрами	От средней до тонкой
K8R, KN8R		Воронка с 8 ребрами и рифлением	Грубая
KSS-A		Новая спиральная воронка. Заменяет KS. Серия для Автокоро 360	От грубой до тонкой
KS K4-A		Спиральная воронка с 4 ребрами	От средней до тонкой
KSK6-A		Спиральная воронка с 6 ребрами	От средней до тонкой
KS 2R4-A		Спиральная воронка с 1 длинной вставкой	От средней до тонкой

4.8. АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВОЛОКНИСТОЙ ЛЕНТОЧКИ В ПРЯДИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

4.8.1. Сущность процессов, осуществляемых в прядильной камере

Дискретный поток волокон I (рис. 4.16) от дискретизирующего устройства поступает по пневмоканалу II в прядильную камеру, где волокна распределяются более или менее равномерно по периметру желоба камеры.

Если вывода пряжи не происходит, то волокна в желобе за определенное время образуют довольно равномерную кольцевую волокнистую ленточку с числом волокон в поперечном сечении $m_{сд}$. Скорость волокон на выходе из пневмоканала меньше окружной скорости сборной поверхности прядильной камеры и желоба камеры с волокнистой ленточкой V_K . Поэтому волокна, захватываемые внутренней конической стенкой камеры (сборной поверхностью) за передние концы, несколько распрямляются, смещаясь по стенке, и укладываются параллельно в желобе камеры, образуя волокнистую

ленточку. Это является одним из преимуществ камерного способа пневмопрядения.

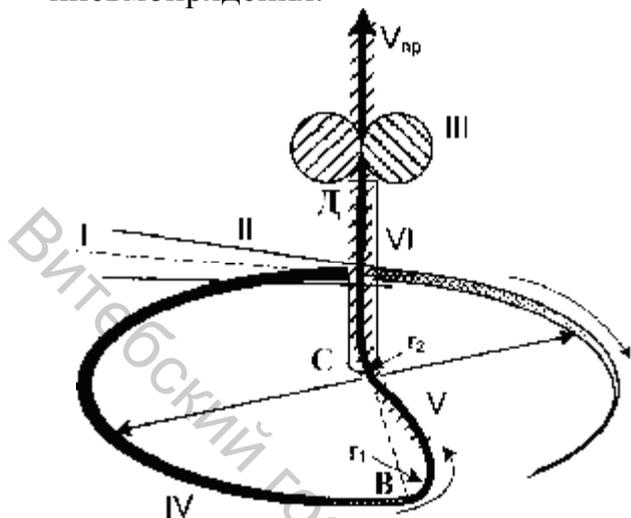


Рис. 4.16. Процесс формирования и отвода волокнистой ленточки

При наличии вывода готовой пряжи из прядильной камеры со скоростью $V_{нр}$ выпускной пары III будет происходить непрерывный съем волокнистой ленточки с желоба камеры со скоростью:

$$V_{сл} = \frac{V_{нр}}{K_y}, \quad (4.7)$$

где K_y – коэффициент укрутки.

Образование волокнистого клина с необходимым числом волокон в поперечном сечении снимаемой ленточки происходит за время:

$$t_c = \frac{\rho D_{п.к.}}{V_{сл}}, \quad (4.8)$$

где $D_{п.к.}$ – диаметр желоба прядильной камеры.

При одновременном вводе в камеру дискретного потока волокон и съема волокнистой ленточки, который обусловлен выводом пряжи из камеры за время t_c , в желобе камеры волокнистая ленточка приобретает форму кольцевого волокнистого клина IV. Наиболее толстая часть этого клина располагается в пункте съема ленточки. В этом пункте ленточка, вследствие действия сил упругости волокон и сопротивления воздуха, перемещается по кривой радиуса r_1 , и в момент съема получает определенное число кручений, которые обуславливают уплотнение и упрочнение ее. Далее участок пряжи V направляется к оси вращения камеры в плоскости желоба и воронки пряжевыводного канала. Перемещение этого участка осуществляется по кривой с небольшим прогибом в сторону, противоположную вращению камеры. Затем пряжа вторично изменяет направление и движется вдоль оси вращения камеры, попадая в зажим выпускной пары III. Вторичный поворот пряжи происходит по радиусу r_2 , равному радиусу скругления воронки в выводной трубке.

Участок пряжи VI от воронки в выводной трубке до выпускной пары III, вращаясь вокруг своей оси, получает основную крутку. На участке пряжи IV вследствие кручения возникает упругий крутящий момент $M_{кр}$. Под его

влиянием крутка частично переходит на радиальный участок пряжи V , скручивая снимаемую волокнистую ленточку.

Пряжа при переходе из камеры в воронку выводной трубки имеет два движения: обегание по воронке трубки вокруг оси отверстия трубки и продольное поступательное движение, причем скорость обегания V_{OB} значительно больше скорости пряжи $V_{ПР}$, т.е. $V_{OB} \gg V_{ПР}$.

При этих условиях значительно снижаются силы трения между пряжей и торцом выводного канала, обеспечивая переход кручения на радиальный участок пряжи в камере.

Как показали наблюдения за работой прядильных устройств камерного пневмомеханического способа прядения, нарушение процесса прядения (обрыв) происходит в большинстве случаев при наличии комплексов волокон и посторонних включений (кожицы с волокном, сора, кусочков листиков и др.) в дискретном потоке волокон.

Решающим фактором в нарушении процесса являются геометрические размеры комплексов и посторонних включений. Последние, выступая на поверхности пряжи и увеличивая ее сечение, препятствуют проникновению кручений за их расположение, так как они увеличивают сопротивление упругому крутящему моменту. Слабо скрученные участки продукта за посторонними включениями растаскиваются и обрываются.

4.8.2. Особенности процесса формирования пряжи в камерном пневмомеханическом прядении

Выше было показано, что волокна дискретного потока, поступающего на коническую поверхность камеры, располагаются по всему периметру желоба, образуя волокнистый клин. Часть волокон неизбежно будет попадать в пункт съема волокнистой ленточки.

Концы волокон, попавшие в желоб за пунктом съема ленточки, захватываются и увлекаются пряжей (рис. 4.17, вид А). Таким образом, часть волокон, располагающихся непосредственно за пунктом съема ленточки, снимается с поверхности желоба до приближения пункта съема к этому участку при обегании периметра желоба. Эти волокна образуют внешний слой, навивающийся на стержневую часть пряжи.

Волокна, захватываемые во внешний слой пряжи, снимаются с участка желоба, длина которого равна или меньше максимальной длины волокна и больше модальной длины волокон в дискретном потоке.

Таким образом, фактически в желобе камеры формируется не один волокнистый клин, а два (рис. 4.17, вид В). Основной (длинный) клин ACC' , образующий стержневую часть пряжи, формируется по длине, равной периметру желоба камеры минус L_k . Максимальное число волокон в сечении CC' этого клина в пункте съема:

$$m_{сл} = m_{вл} (1 - K_3), \quad (4.9)$$

где $m_{вл}$ – полное число волокон в сечении волокнистой ленточки, из которой образуется пряжа; K_3 – коэффициент захвата волокон.

Нормальный процесс

Ненормальный процесс

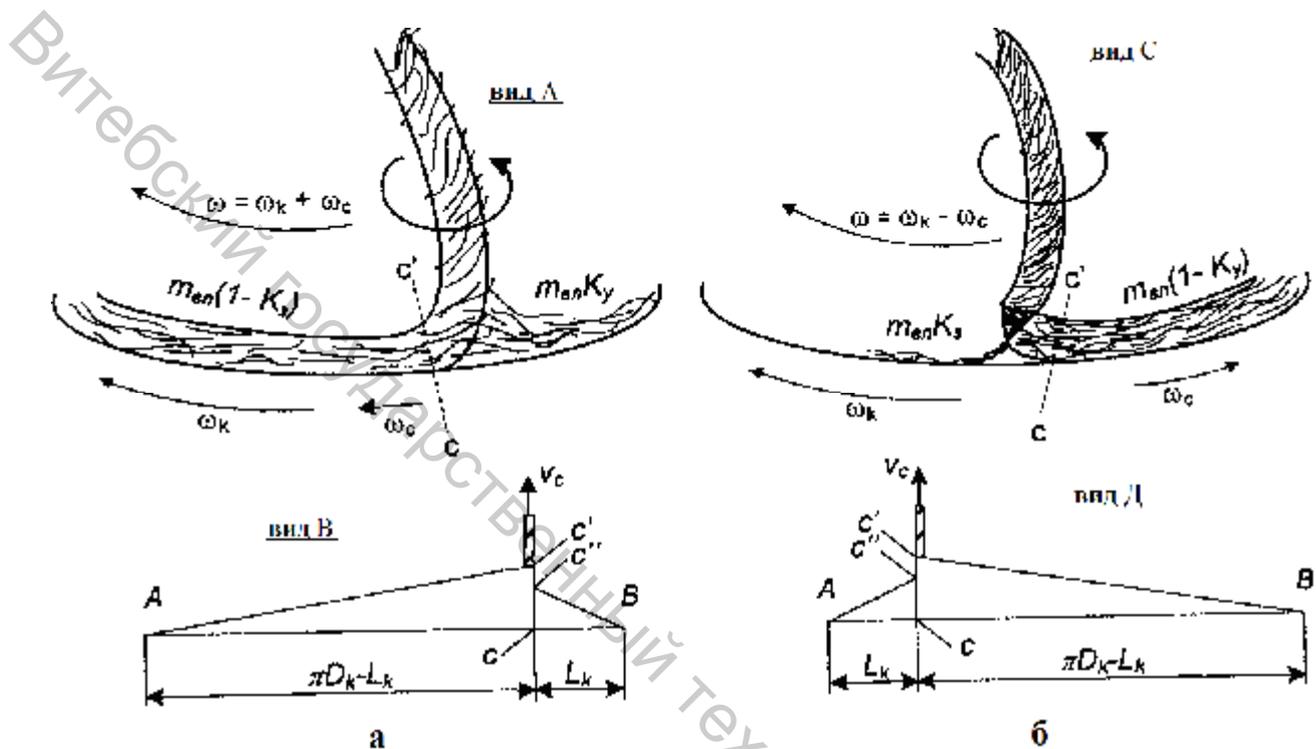


Рис. 4.17. Структура формирования волокнистой ленточки

Можно показать, что если питающий продукт образован из волокон одинаковой длины, равной средней длине l_{cp} волокон в реальном продукте, то коэффициент захвата:

$$K_3 = \frac{l_{cp}}{2p \cdot D_k}.$$

Часть волокнистой ленточки, получаемая из волокон основного клина, нормально скручивается, образуя внутреннюю стержневую часть пряжи, в которую волокна зарабатываются в таком взаиморасположении, в каком они были в волокнистой ленточке, находящейся в желобе камеры. Скручивание стержневой части волокнистой ленточки в момент ее съема с желоба происходит при малом натяжении. Структура стержневой части пряжи представляет собой скрученную ленточку. По форме она напоминает спиральную металлическую стружку, образующуюся при точении валика на токарном станке.

Волокна, располагающиеся в стержневой части пряжи, оказывая наибольшее сопротивление при ее разрыве, определяют главным образом прочность пряжи. Волокна второго BCC'' (короткого) клина ($CC'' = m_{вл} \cdot K_3$), попадающие во внешние слои пряжи, навиваются хаотически на ее стержневую часть, образуя внешний (обвивочный) слой и определяя ее пушистость. Эти волокна оказывают малое сопротивление при разрыве и являются «наполнителем» пряжи, доводящим ее толщину до номинала.

Такая структура является одной из причин меньшей прочности пряжи камерного пневмомеханического способа прядения.

Крутка стержневой части пряжи ($K_{СТ}$) соответствует номинальной (K_H) для вырабатываемой толщины пряжи, т.е. $K_{СТ} = K_H$. Так как толщина стержневой части в тексовых единицах измерения

$$T_{СТ} = T_{ПР}(1 - K_3), \quad (4.10)$$

то можно показать, что при условии $K_{СТ} = K_H$ коэффициент крутки стержневой части пряжи равен:

$$a_{СТ} = a_H \sqrt{1 - K_3}. \quad (4.11)$$

Таким образом, при выработке пневмомеханической пряжи с номинальным коэффициентом крутки стержневая часть пряжи будет иметь меньший коэффициент крутки и меньшую прочность. Поэтому пряжа пневмомеханического способа прядения всегда вырабатывается с большим коэффициентом кручения, чем пряжа с кольцепрядильных машин.

При захвате пряжей волокон из второго короткого волокнистого клина они скользят по поверхности желоба, увеличивая натяжение пряжи между ним и воронкой выводной трубки. Изменение числа волокон в малом клине $m_{вл}K_3$ обусловит колебания натяжения выходящей из камеры пряжи.

Если на участок малого клина попадает большой комплекс волокон, длина которого превышает установившуюся длину малого клина L_k , то сопротивление извлечению волокон из короткого клина становится больше, чем сопротивление извлечению волокон из длинного (основного) клина.

Вследствие этого часть волокнистой ленточки, образуемой из волокон основного клина, постепенно растаскивается до разрыва при съеме ее с желоба, и после этого съем и движение пункта съема начинаются в направлении, противоположном вращению прядильной камеры (рис. 4.17, вид С).

В этих условиях волокна малого клина $AC'C''$ (рис. 4.17, вид Д) будут образовывать стержневую часть пряжи с числом волокон в поперечном сечении, равном $m_{вл}K_3$ и толщиной, равной $T_{см} = T_{пр}$ текс. Коэффициент крутки этого стержня пряжи

$$a_{СТ} = a_H \sqrt{K_3}.$$

На стержневую часть пряжи в этих условиях будут навиваться волокна из основного (длинного) клина $BC'C''$ (рис. 4.17, вид D), образуя внешний слой пряжи с числом волокон в сечении:

$$m_{BH} = m_{BL}(1 - K_3). \quad (4.12)$$

В этих условиях получается очень рыхлая слабая пряжа, называемая пряжей «второго качества». Для предотвращения образования дефектной пряжи «второго качества» необходимо не допускать попадания в желоб комплексов волокон, т.е. в идеальных условиях дискретный поток не должен иметь в поперечном сечении более одного волокна. Кроме того, увеличение диаметра камеры способствует уменьшению K_3 и вероятности появления условий для получения пряжи «второго качества».

4.9. АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КРУЧЕНИЯ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ

Волокнистая ленточка, сформированная на сборной поверхности прядильной камеры, состоит из плохо распрямленных, не полностью разъединенных и слабо связанных друг с другом волокон. Слабая связь между волокнами и обуславливает малую прочность волокнистой ленточки. Поэтому волокнистую ленточку, для превращения в пряжу, скручивают.

При кручении пряжа испытывает натяжение и волокна, принимая винтообразную форму, также испытывают натяжение. Вследствие этого волокна стремятся расположиться по винтовым линиям меньшего диаметра и поэтому оказывают давление на волокна, которые находятся внутри, ближе к оси продукта.

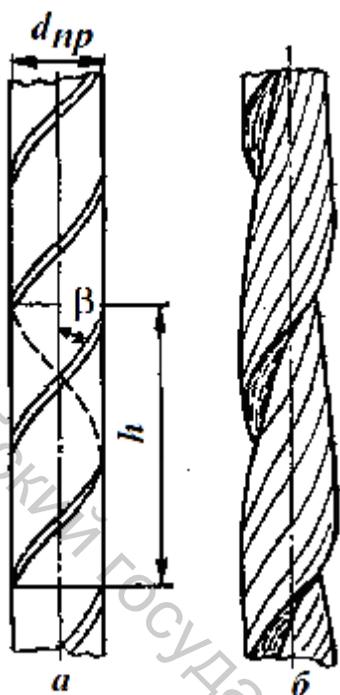


Рис. 4.18. Схематическое изображение пряжи:
a — кольцевой; *б* — пневмомеханической

С повышением крутки увеличивается натяжение, продукт

От нее, с одной стороны, зависят структура и свойства пряжи, а с другой — производительность прядильных машин и производительность труда прядильщиц.

Кроме того, она влияет на число прядильных машин, необходимых для выработки пряжи.

Интенсивность кручения находят разными способами: по углу между наружными волокнами и осью пряжи, крутке K и коэффициенту крутки a_T .

Угол b , называемый углом кручения, определяют непосредственным измерением с помощью микроскопа или по фотографии пряжи. Одновременно определяют диаметр пряжи d_{np} , а крутку K рассчитывают по формуле

$$K = 10^3 \operatorname{tg} b / (p d_{np}).$$

Если известен коэффициент крутки α_T , то крутка пряжи

$$K = \frac{a_{\text{ТЕКС}}}{\sqrt{T_{np}}} = \frac{a_T \cdot 100}{\sqrt{T_{np}}}, \quad (4.13)$$

где a_T — табличный коэффициент крутки, T_{np} — линейная плотность пряжи.

становится компактным, а из свернутой ленточки образуется пряжа, имеющая примерно цилиндрическую форму (рис. 4.18).

Под влиянием натяжения выравнивается плотность пряжи в поперечном сечении и исчезает пустота в центральных слоях.

По данным исследований поперечное сечение пряжи пневмомеханического прядения приближается к овальному. Тело пряжи содержит 75-87 % всех волокон, обвивочный слой — 3-5 %, а остальные волокна образуют ворсистый слой (мало выступающие кончики волокон).

Интенсивность, или степень, кручения является одной из основных характеристик прядильного производства.

Учитывая, что пряжа пневмомеханического прядения формируется из волокнистой ленточки с низкой параллелизацией волокон, при малом натяжении волокон в процессе кручения и при разной степени скручивания волокон основного и обвивочного слоев, коэффициент крутки a_T для нее берется в 1,2-1,5 раза больше, чем для пряжи кольцевого прядения.

При выборе коэффициента крутки следует учитывать линейную плотность вырабатываемой пряжи, качественные показатели используемого сырья, требования, предъявляемые к качеству пряжи, качество подготовки ленты и особенности технологического процесса прядения на пневмомеханических прядильных машинах. Чем длиннее и тоньше хлопковое волокно, тем меньшую крутку можно сообщить пряже. При выработке пряжи большой линейной плотности берут меньший коэффициент крутки, так как в ее поперечном сечении больше волокон и сцепление между ними будет большее.

Число кручений, получаемое пряжей на машине, можно определить из условия, что при переходе в воронку выводной трубки (участок CD ; см. рис. 4.16) пряжа в точке C имеет два движения: обегание по образующей воронки вокруг оси отверстия трубки и продольное поступательное движение через воронку.

Тогда число оборотов пряжи

$$n_{PP} = n_{П.К.} + n_{В.Л.}, \quad (4.14)$$

где $n_{П.К.}$ – частота вращения прядильной камеры (число кручений, сообщаемое пряже прядильной камерой); $n_{В.Л.}$ – число кручений, получаемое при сьеме волокнистой ленточки с желоба.

$$n_{В.Л.} = v_{OT} / (pd_{П.К.}), \quad (4.15)$$

где v_{OT} – скорость вывода пряжи оттяжными валиками.

Тогда, решая совместно уравнения (4.14) и (4.15), получим

$$n_{PP} = n_{П.К.} + v_{OT} / (pd_{П.К.}). \quad (4.16)$$

Для нахождения крутки K , приходящейся на единицу выпускаемой длины пряжи (1 м), разделим последнее уравнение на v_{OT} и получим

$$K = n_{PP} / v_{OT} = n_{П.К.} / v_{OT} + 1 / (pd_{П.К.} K_Y), \quad (4.17)$$

где K_Y – коэффициент укрутки.

Второй член выражения (4.17) можно рассчитать при условиях $d_{П.К.} = 65$ мм, а $K_Y = 1$, тогда $1 / (pd_{П.К.} K_Y) = 1 / (3,14 \cdot 0,065) \approx 5$ кр./м, что составляет примерно 0,5 % общей крутки. Следовательно, крутка, получаемая при

обегании пряжи по воронке, значительно больше крутки, получаемой пряжей при продольном движении ее через воронку. Без учета этой крутки получим

$$K = n_{п.к.} / v_{от}.$$

Следовательно, крутка пряжи на пневмомеханических прядильных машинах определяется отношением частоты вращения камеры к скорости оттяжки пряжи.

Расчетная крутка пряжи отличается от крутки, определяемой на круткомере. Это объясняется тем, что при раскручивании отрезка пряжи волокна обвивочного слоя раскручиваются не полностью.

Определить фактическую крутку пряжи традиционными методами не представляется возможным вследствие того, что волокна внешнего слоя, хаотически связанные со стержневым, препятствуют снятию крутки (раскручиванию пряжи) со стержневого слоя с винтовым расположением волокон. Определение крутки пряжи по стандартным методам показало заниженные величины найденных круток относительно расчетных, причем с повышением расчетного коэффициента крутки разница увеличивается.

Фактическую крутку пряжи можно определить непосредственно на работающей пневмомеханической прядильной машине, если представляется возможным измерение: $n_{п.к.}$ – частоты вращения камеры и n_c – числа оборотов радиального отрезка пряжи, вращающегося в камере. При этом используется формула

$$K_{\phi} = \frac{n_c}{pD_{п.к.} (n_c - n_{п.к.}) K_y}. \quad (4.18)$$

Величина крутки оказывает большое влияние на производительность машин. Поэтому необходимо снижать крутку при увеличении длины и линейной плотности перерабатываемого волокна, при уменьшении засоренности и неровноты питающей ленты, при уменьшении в ленте количества коротких волокон.

Анализ работы ряда предприятий показывает, что с целью повышения разрывной нагрузки пряжи и снижения обрывности в процессе прядения на предприятиях чрезмерно завышают заправочную крутку пряжи, что приводит к значительной потере производительности машин.

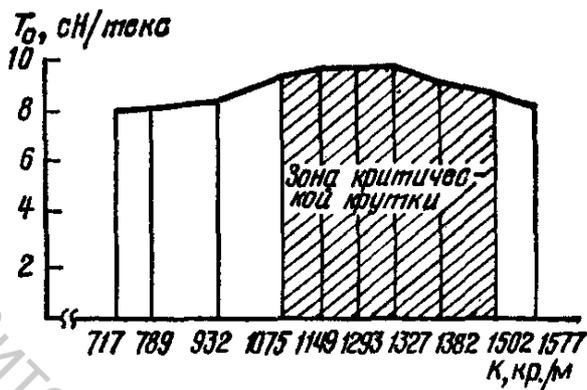


Рис. 4.19. Зависимость относительной прочности пряжи от крутки

Кривая носит пологий характер, и максимальная относительная нагрузка наблюдается в довольно большой области круток от 1075 до 1502 кр./м. Эта область круток будет критической.

Следовательно, пряжа пневмомеханического прядения характеризуется широким диапазоном критических круток, которым соответствует максимальная прочность. Это лишний раз подтверждает необходимость тщательного обоснования выбора крутки. Как показывают исследования, результаты которых приведены в таблице 4.12, пряжа, выработанная с круткой выше критической, имеет больше пороков и меньшую длину волокон.

Величину крутки на пневмомеханической прядильной машине можно изменять, увеличивая или уменьшая скорость оттяжки пряжи, или частоту вращения прядильных камер. Оба способа изменения крутки приводят к аналогичным изменениям свойств пряжи, однако при увеличении крутки за счет снижения скорости оттяжки происходит также изменение структуры волокнистой ленточки.

Установлено, что снижение крутки в допустимых пределах не приводит ни к существенному снижению разрывной нагрузки, ни к увеличению обрывности.

На рисунке 4.19 показано влияние крутки на относительную разрывную нагрузку пряжи линейной плотности 25 текс. С повышением крутки относительная разрывная нагрузка сначала растет до определенного предела, а затем уменьшается.

Таблица 4.12.

Влияние крутки на качественные показатели пряжи

Показатель	Крутка, кр./м									
	717	789	932	1075	1149	1293	1327	1382	1502	1577
Относительная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс	8,15	8,26	8,54	9,46	9,90	9,93	9,96	9,50	8,84	7,81
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	11,1	11,0	10,2	9,4	9,2	8,7	7,9	8,8	9,54	10,2
Число пороков на 1000 м	-	-	660	-	-	1014	-	-	-	1206
Коэффициент распрямленности мычки	0,72	0,72	0,73	0,76	0,72	74	74	75	73	72
Средняя длина волокон в мычке, мм	-	-	-	-	-	-	-	22,9	-	-

4.10. ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРУЮЩЕ-КРУТИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

4.10.1. Определение частоты вращения прядильной камеры в минуту

При заданной угловой скорости прядильной камеры, диаметр которой известен, для получения пряжи определенной крутки K и известном значении коэффициента K_y скорость выпуска пряжи в соответствии с уравнением (4.16) должна быть:

$$V_{\text{ПР}} = \frac{n_{\text{П.К.}}}{K - \frac{C}{\rho D_{\text{П.К.}}}}, \quad (4.19)$$

где $C = \frac{1}{K_y}$.

При заданной скорости выпуска пряжи и крутке частота вращения камеры в минуту, имеющей диаметр $D_{\text{П.К.}}$, определяется из уравнения (4.19):

$$n_{\text{П.К.}} = V_{\text{ПР}} \left(K - \frac{C}{\rho D_{\text{П.К.}}} \right). \quad (4.20)$$

Возможную частоту вращения камеры можно определить из условия оптимального соотношения прочности пряжи и натяжения ее при формировании.

Учитывая только центробежные силы, действующие на участок пряжи V (рис. 4.16), можно показать, что натяжение пряжи в пункте входа в воронку пряжевыходной трубки определяется по формуле [27]:

$$P_K = \frac{V_{\text{П.К.}}^2 \cdot T_{\text{ПР}}}{70632000} cH, \quad (4.21)$$

где $V_{\text{П.К.}} = V_{\text{СЛ}}$ – окружная скорость камеры, м/мин; $T_{\text{ПР}}$ – линейная плотность выпускаемой пряжи, текс.

Как указывалось выше, пряжа контактирует с воронкой пряжевыходной трубки при ее обегании. Для приближенных расчетов натяжения пряжи полагаем, что на выходе из выводной трубки оно будет равно натяжению на входе, т.е. $P_K = P_{\text{ПР}}$. Для обеспечения стабильной работы прядильного устройства полагаем, что при определении частоты вращения прядильной камеры коэффициент резерва прочности пряжи необходимо принять равным:

$$K_p = \frac{Q_{\text{ПР}}}{P_{\text{ПР}}},$$

где $Q_{\text{ПР}}$ – разрывная нагрузка одиночной пряжи, сН.

На основании этого можно написать:

$$\frac{Q_{\text{ПР}}}{K_p} = \frac{p^2 \cdot D_{\text{П.К.}}^2 \cdot n_{\text{П.К.}}^2 \cdot T_{\text{ПР}}}{70632000} \quad (4.22)$$

и поэтому частоту вращения камеры в минуту можно принять равной:

$$n_K = \sqrt{\frac{70632000 \cdot Q_{\text{ПР}}}{K_p \cdot p^2 \cdot D_{\text{П.К.}}^2 \cdot T_{\text{ПР}}}}. \quad (4.23)$$

Относительная разрывная нагрузка пряжи:

$$L_{\text{ПР}} = \frac{1000 \cdot Q_{\text{ПР}}}{T_{\text{ПР}}}. \quad (4.24)$$

Учитывая это, формула (4.23) принимает вид:

$$n_{\text{П.К.}} = \frac{84.6}{D_{\text{П.К.}}} \sqrt{\frac{L_{\text{ПР}}}{K_p}}. \quad (4.25)$$

При хорошей дискретизации питающего продукта, обеспечивающей высокую ровноту дискретного потока и отсутствие в нем комплексов волокон, а также при хорошей подготовке питающего продукта в отношении очистки волокон от посторонних примесей и хорошего разъединения их, натяжение пряжи в прядильной камере будет равномерным, и при этих условиях, рассчитывая $n_{\text{П.К.}}$, коэффициент резерва K_p возможно снизить, т.е. брать $K_p < 10$.

Приведенная формула (4.25) для расчета допустимой частоты вращения прядильной камеры является приближенной.

Необходимо иметь в виду, что повышение скорости камеры ограничивается не только натяжением пряжи в камере, но и другими условиями, например, образованием пряжи «второго качества» и др.

4.10.2. Определение линейной плотности слоя волокон, укладываемого за каждый оборот камеры

Для обеспечения идеальных условий формирования основного волокнистого клина и снятия с желоба волокнистой ленточки желательного, чтобы слой волокон, укладываемый в желоб за каждый оборот камеры, имел в сечении не более одного волокна, т.е.:

$$0 \leq m_{\text{сл}} \leq 1.$$

Это условие выполняется, если общая вытяжка в дискретизирующем устройстве $E_{\text{д}}$ и в зоне транспортирования дискретного потока $E_{\text{тр}}$ была более или равна числу волокон в сечении питающего продукта прядильной машины, т.е.:

$$E_{\text{д}} E_{\text{тр}} = \frac{V_{\text{п.к.}}}{V_{\text{п.ц.}}} = \frac{T_{\text{л}}}{T_{\text{сл}}} \gg m_{\text{л}} = \frac{T_{\text{л}}}{T_{\text{в}}}, \quad (4.26)$$

где $T_{\text{в}}$ – линейная плотность волокон, текс; $T_{\text{сл}}$ – линейная плотность слоя волокон подаваемого в прядильную камеру, текс; $m_{\text{л}}$ – число волокон в сечении питающего продукта на входе машины.

Из (4.26) следует:

$$T_{\text{сл}} = \frac{T_{\text{л}}}{E_{\text{д}} E_{\text{тр}}} \leq T_{\text{в}}. \quad (4.27)$$

Из условия (4.26) можно написать:

$$V_{\text{сл}} \cdot T_{\text{сл}} = V_{\text{пр}} \cdot T_{\text{пр}}.$$

Подставляя сюда значения $V_{\text{сл}} = V_{\text{п.к.}} = pD_{\text{п.к.}} \cdot n_{\text{п.к.}}$ и $V_{\text{пр}}$ из формулы (4.19), находим, что линейная плотность слоя, укладываемого в желоб камеры за один оборот:

$$T_{\text{сл}} = \frac{V_{\text{пр}} T_{\text{пр}}}{V_{\text{сл}}} = \frac{T_{\text{пр}}}{\left(K - \frac{C}{pD_{\text{п.к.}}}\right) pD_{\text{п.к.}}} = \frac{T_{\text{пр}}}{K - \frac{C}{pD_{\text{п.к.}}}}. \quad (4.28)$$

Число волокон в сечении этого слоя:

$$m_{\text{сл}} = \frac{T_{\text{сл}}}{T_{\text{в}}}. \quad (4.29)$$

Учитывая последних три соотношения, условие (4.27) получает вид:

$$\frac{T_{\text{пр}}}{K - \frac{C}{pD_{\text{к}}}} \leq T_{\text{в}}, \quad m_{\text{сл}} \leq 1. \quad (4.30)$$

Для оценки степени дискретизации слоя волокон, укладываемого в желоб камеры за один ее оборот, введем параметр, который назовем коэффициентом дискретизации. Этот коэффициент характеризует толщину слоя волокон

относительно линейной плотности волокна в соответствии с формулами (4.28-4.30):

$$K_D = \frac{T_B(K \cdot pD_{п.к.} - C)}{T_{ПР}} \quad (4.31)$$

Анализ заправочных машин и действующих станков камерного пневмомеханического способа прядения показывает, что $K_D = 1,5 \div 2,3$ для пряжи средних линейных плотностей и $K_D = 2,5 \div 4,5$ - для пряжи малых линейных плотностей.

Как указывалось, при $m_{сл} > 1$ увеличивается вероятность попадания в желоб камеры комплексов волокон, что обуславливает формирование более неравномерной волокнистой ленточки в пункте ее съема из желоба и, соответственно, пряжи, а также увеличение вероятности образования пряжи «второго качества».

Здесь необходимо отметить, что условия (4.27) и (4.30) являются достаточными, когда в дискретном потоке отсутствуют комплексы волокон.

4.10.3. Определение числа слоев в процессе циклического сложения

При формировании волокнистой ленточки в желобе камеры толщиной $T_{сл}$ из d слоев волокон, укладываемых в желобе за каждый оборот камеры, осуществляется циклический процесс сложения этих слоев.

Число слоев, из которых образуется волокнистая ленточка в пункте съема, или число оборотов камеры, необходимое для формирования этой ленточки, равно:

$$d = \frac{T_{ВЛ}}{T_{СЛ}} \quad (4.32)$$

Подставив сюда значение $T_{СЛ}$ из формулы (4.28), получим:

$$d = \frac{T_{ВЛ}(K \cdot pD_{п.к.} - C)}{T_{ПР}} = (K \cdot pD_{п.к.} - C)K_y \quad (4.33)$$

Число волокон в сечении снимаемой с желоба волокнистой ленточки

$$m_{ВЛ} = \frac{T_{ВЛ}}{T_B} = \frac{K_y T_{ПР}}{T_B} \quad (4.34)$$

Учитывая условие (4.27) и сопоставляя формулы (4.33) и (4.34), находим:

$$d \geq m_{ВЛ} \quad (4.35)$$

Таким образом, для обеспечения идеальных условий формирования волокнистой ленточки в желобе камеры необходимо, чтобы число

складываемых слоев в процессе циклического сложения было не менее числа волокон в сечении волокнистой ленточки. Анализ заправочных параметров прядильных устройств камерного пневмомеханического способа прядения показывает, что в зависимости от линейной плотности вырабатываемой пряжи, крутки, диаметра камеры и др. число сложений d при формировании волокнистой ленточки в желобе камеры бывает от 160 до 400.

Известно, что в процессе сложения происходит эффективное выравнивание образуемого продукта — волокнистой ленточки по линейной плотности и структуре, а также смешивание волокон при одновременном увеличении толщины продукта.

Случайная неровнота $C_{СЛ}$ дискретного потока волокон, укладываемого в виде слоя в желоб за каждый оборот камеры, уменьшается примерно в \sqrt{d} раз, т.е. квадратическая неровнота $C_{ВЛ}$ волокнистой ленточки, образуемой в заправках камерных пневмомеханических прядильных машин, показывает, что эффективность выравнивания в процессе циклического сложения определяется по формуле:

$$C_{ВЛ} = \frac{C_{СЛ}}{\sqrt{d}} = \frac{C_{СЛ}}{\sqrt{K \cdot pD_{П.К.} - C}} = \frac{C_{СЛ}}{\sqrt{\left(\frac{100 \cdot a_T}{T_{ПР}} pD_{П.К.} - C \right) K_y}} \quad (4.36)$$

и меняется в пределах от 12 до 20.

Из приведенных выше формул следует, что эффективность выравнивания увеличивается с увеличением диаметра камеры D_K и коэффициента крутки a_T пряжи и уменьшением линейной плотности вырабатываемой пряжи.

Неровнота волокнистой ленточки и пряжи уменьшается с увеличением эффективности выравнивания и с уменьшением неровноты дискретного потока волокон, укладываемого слоями в желоб камеры за каждый ее оборот.

Уменьшение этой неровноты может быть достигнуто повышением эффективности процесса дискретизации питающего продукта, т.е. получением дискретного потока без комплексов волокон, а также формированием питающего продукта с минимально возможной неровнотой по толщине и структуре. Значение структурной неровноты продукта можно уяснить из следующего расчета.

Время снятия волокнистой ленточки с периметра желоба камеры:

$$t_C = \frac{pD_{П.К.}}{V_{ВЛ}},$$

где $V_{ВЛ}$ - скорость волокнистой ленточки, м/мин.

За это время в прядильное устройство поступит питающий продукт, длина которого:

$$L_{\Pi} = V_{\Pi.Ц.} \cdot t_c = \frac{V_{\Pi.Ц.} \rho D_{\Pi.К.}}{V_{ВЛ}}. \quad (4.37)$$

Используя условие материального баланса в разных пунктах прядильного устройства

$$V_{\Pi.Ц.} T_{\Pi\Pi} = V_{СЛ} T_{СЛ} = V_{ВЛ} T_{ВЛ} = V_{\Pi\Pi} T_{\Pi\Pi} = const, \quad (4.38)$$

где $V_{\Pi.Ц.}$, $T_{\Pi\Pi}$ – соответственно скорость подачи (м/мин) в устройство питающего продукта и его линейная плотность (текс); $V_{СЛ}$, $T_{СЛ}$ – соответственно окружная скорость желоба камеры и линейная плотность дискретного потока волокон, размещаемого в желобе камеры за каждый оборот камеры и образующего один слой; $V_{ВЛ}$, $T_{ВЛ}$ – скорость съема волокнистой ленточки и ее линейная плотность в пункте съема, соответственно; $V_{\Pi\Pi}$ – скорость выпуска пряжи, м/мин; $T_{\Pi\Pi}$ – линейная плотность пряжи, текс.

находим:

$$\frac{V_{\Pi\Pi}}{V_{ВЛ}} = \frac{T_{ВЛ}}{T_{\Pi\Pi}}.$$

Используя это соотношение в (4.37), получим:

$$L_{\Pi} = \frac{\rho D_{\Pi.К.}}{E_0} K_y; \quad E_0 = \frac{T_{\Pi\Pi}}{T_{\Pi\Pi}} = \frac{V_{\Pi\Pi}}{V_{\Pi.Ц.}}, \quad (4.39)$$

где E_0 – общая вытяжка в пневмомеханическом прядильном устройстве.

При условии, что питающий продукт структурно равномерный и состоит из волокон одинаковой длины l , можно определить процент волокон из сечения этого продукта, которые образуют волокнистую ленточку длиной $\rho D_{\Pi.К.}$ по формуле:

$$Z = \frac{100 \cdot L_{\Pi}}{l} = 100 \frac{\rho D_{\Pi.К.} \cdot K_y}{E_0 l}. \quad (4.40)$$

Расчеты показывают, что $L_{\Pi} = 1-2$ мм и $Z = 4-5$ %, если питающий продукт – лента.

Таким образом, наличие структурной неровноты в питающем продукте обуславливает неровноту пряжи по массе коротких отрезков.

4.10.4. Определение угловой скорости пункта съема волокнистой ленточки

При нормальном процессе прядения пункт съема волокнистой ленточки из желоба камеры движется в направлении вращения прядильной камеры (рис. 4.26,*a*), и поэтому угловая скорость пункта съема:

$$w = w_{п.к.} + w_c, \quad (4.41)$$

где $w_{п.к.} = \frac{pn_{п.к.}}{30}$ – угловая скорость прядильной камеры; $w_c = \frac{pn_c}{30}$ – угловая скорость съема (вывода) волокнистой ленточки из желоба камеры.

Используя формулу (4.19), получим:

$$w_c = \frac{V_{пп}}{30K_y D_{п.к.}} = \frac{pn_{п.к.}}{30K_y (KpD_{п.к.} - C)}.$$

Подставляя сюда значение d из формулы (4.33), находим:

$$w_c = \frac{pn_{п.к.}}{30d}. \quad (4.42)$$

Подставляя соответствующее значение в (4.41), имеем:

$$w = \frac{pn_{п.к.}}{30} \left(1 + \frac{1}{d}\right).$$

Таким образом, радиальный участок пряжи в прядильной камере вращается с угловой скоростью w и имеет прогиб в баллоне в пункте съема в противоположную сторону его движения (рис. 4.17,*a*).

В случае ненормального процесса прядения, когда вырабатывается дефектная пряжа, т.е. пряжа «второго качества», пункт съема движется в обратную сторону с угловой скоростью w и имеет прогиб в баллоне в противоположную сторону его движения, а в пункте съема — в эту же сторону (рис. 4.17,*б*).

4.11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ПРЯЖИ В ПРЯДИЛЬНОЙ КАМЕРЕ И ВЫВОДНОЙ ТРУБКЕ

Формирование пряжи в камере и последующее ее кручение происходит при определенном натяжении. Величина натяжения волокнистой ленточки, а затем пряжи создается силами, обусловленными вращательным движением камеры n_K и продольным движением пряжи при оттяжке ее из камеры со

скоростью v_{PP} . Натяжение мычки при отрыве ее от сборной поверхности в точке B (см. рис. 4.16) можно определить, если учесть, что сборная поверхность камеры, на которой находится точка съема пряжи, вращается со скоростью камеры n_K . В этом случае можно считать, что сила отрыва определенной массы волокнистой ленточки равна центробежной силе T_1 .

$$T_1 = mv_K^2 / r_K, \quad (4.43)$$

где m – масса элемента мычки, снимаемого с желоба камеры, кг; r_K – расстояние от центра камеры до центра тяжести участка снимаемой с желоба мычки, м; v_K – скорость мычки, м/с (примерно равна скорости камеры).

$$v_K = pd_{П.К.} n_{П.К.} / 60.$$

Выразим массу элемента через линейную плотность пряжи:

$$m = T_{PP} l / 1000.$$

При выработке пряжи 25 текс со сборной поверхности камеры за один ее оборот снимается 1 мм мычки, поэтому $l = 0,001$ м.

Тогда

$$T_1 = [T_{PP} l / (1000 \cdot r_K)] (pd_{П.К.} n_{П.К.} / 60)^2$$

или

$$T_1 = T_{PP} \cdot l \cdot r_K \cdot n_{П.К.}^2 / (9 \cdot 10^4).$$

При $l = 0,001$ м, $r_K = 0,0325$ м и $n_{П.К.} = 35000$ мин⁻¹ получим $T_1 = 11$ сН.

Натяжение пряжи T_2 на ее участке BC (см. рис. 4.16) между точкой съема и входным отверстием выводной трубки определим, считая, что масса волокон этого участка сосредоточена в середине радиуса вращения прядильной камеры. Тогда

$$T_2 = [T_{PP} l \cdot 2 / (1000 \cdot r_K)] (p \cdot 0,5 d_{П.К.} n_{П.К.} / 60)^2.$$

При $l = r_K$ получим

$$T_2 = T_{PP} \cdot 2r_K^2 \cdot n_{П.К.}^2 \cdot p^2 / (1000 \cdot 3600)$$

или

$$T_2 = T_{PP} \cdot r_K^2 \cdot n_{П.К.}^2 / (18 \cdot 10^5).$$

После подстановки численных значений получим

$$T_2 = 25 \cdot 0,0325^2 \cdot 35000^2 / (18 \cdot 10^5) = 175 \text{ сН.}$$

Натяжение нити T_3 в выводной трубке (участок *СД*; см. рис. 4.16) определим по формуле Л. Эйлера, учитывая, что пряжа движется по поверхности отводящей воронки и изменяет направление движения в точке *С* на 90° . Тогда

$$T_3 = (T_1 + T_2)(e^{ma} - 1),$$

где m – коэффициент трения; a – угол обхвата пряжей поверхности воронки.

Если принять $m = 0,2$, а $a = 90$, то

$$T_3 = (175 + 11)(e^{0,2 \cdot 0,5p} - 1) = 69 \text{ сН.}$$

Натяжение пряжи между выводной трубкой и оттяжными валиками

$$T_4 = (T_1 + T_2 + T_3)(e^{ma} - 1).$$

При $a = 90^\circ$ и $m = 0,2$ получим

$$T_4 = (11 + 175 + 69)(e^{0,314} - 1) = 95 \text{ сН.}$$

В расчетах не учитывалось сопротивление воздуха. Общее натяжение по выходе пряжи из прядильной камеры

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 11 + 175 + 69 + 95 = 350 \text{ сН.}$$

Натяжение пряжи при формировании ее на кольцевых прядильных машинах равно примерно 423 сН. Следовательно, на пневмомеханических прядильных машинах натяжение пряжи в зоне кручения значительно меньше. Меньшее натяжение пряжи в процессе кручения приводит к меньшей плотности пряжи, что оказывает влияние на диаметр пряжи, ее объемность.

Однако при значительном увеличении частоты вращения прядильной камеры (например, 60000 мин^{-1} и более) диаметр камеры уменьшают. Это позволяет снизить возросшее натяжение пряжи и уменьшить расход энергии.

4.12. МЕХАНИЗМЫ ОТТЯГИВАНИЯ И НАМАТЫВАНИЯ ПРЯЖИ

На современных пневмомеханических прядильных машинах оттягивание пряжи из прядильной камеры обеспечивается оттяжными металлическими цилиндрами 1 и нажимными валиками 2 (рис. 4.20) [19]. Прижимной валик с самозаводящим зубцом прилегает к оттягивающему валу и обеспечивает оттягивание пряжи с постоянной скоростью.

Оттяжные цилиндры изготавливают звеньями для каждой секции. Звенья соединяются зубчатыми муфтами, которые фиксируются стопорными кольцами.

Нажимные валики находятся в заправочном рычаге, имеют эластичное покрытие с высоким сроком службы. При повреждении поверхности валики шлифуют обычным способом.

Наличие оттяжного устройства позволяет производить съём наработанной бобины, установку пустой катушки и заправку пряжи на пустую катушку на ходу машины. Прижим валика осуществляется с помощью пружины.

Усилие прижима нажимных валиков составляет примерно 19 Н, что предупреждает проскальзывание пряжи в зажиме.

На распределительных планках 3 закреплены нитеводители 4, которые обеспечивают раскладку пряжи на бобине. Готовая пряжа наматывается крестовой намоткой на цилиндрический патрон диаметром 56 мм и длиной 98 мм, образуя бобину диаметром 240 мм, длиной 90 мм и массой примерно 1,5-2 кг в зависимости от вида перематываемого сырья.

Витебский государственный технологический университет

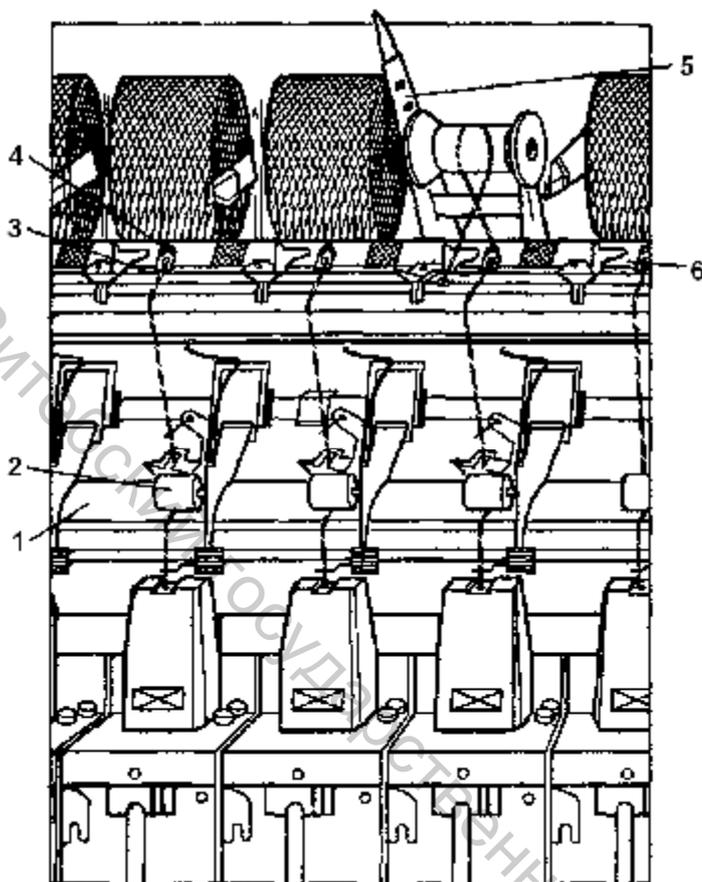


Рис. 4.20. Устройство для оттягивания и наматывания пряжи

При наматывании бобина прижимается с определенным усилием к мотальному валу 6 и за счет трения получает от него вращение. Прижим бобины производится бобинодержателем 5. Патрон закреплен во фланцах, вращающихся в шарикопод-шипниках, смонтированных в рычаги. Бобинодержатель прижимается к мотальному валу рычажно-пружинным механизмом, который обеспечивает по мере наработки бобины постоянный прижим независимо от массы паковки и фиксирование бобины в откинутом положении при перезаправке или ликвидации обрыва.

Расчет скорости и вытяжки при наматывании пряжи

$$V_H = \sqrt{V_{M.B}^2 + V_{НИТ}^2},$$

$$V_{M.B.} = p \cdot d_{M.B.} \cdot n_{M.B.},$$

где $V_{M.B}$ – скорость мотального валика, м/мин; $d_{M.B}$ – диаметр мотального валика, мм; $n_{M.B}$ – частота вращения мотального валика, мин⁻¹.

$$V_{НИТ} = 2b \cdot n_{НИТ},$$

где $V_{НИТ}$ – средняя скорость нитевода, м/мин; b – размах нитевода, определяемый шириной бобины или шагом канавки эксцентрика, мм, (90 мм); $n_{НИТ}$ – число ходов нитевода в мин.

Теоретическая производительность машины, кг/ч

$$P_T = v_{OT} T_{PP} \cdot 60 \cdot 200 / (1000 \cdot 1000), \quad (4.44)$$

где 200 – число прядильных камер на машине.

Учитывая, что $K = n_{П.К} / v_{OT}$, получим

$$P_T = n_{П.К} \cdot T_{PP} \cdot 60 \cdot 200 / (K \cdot 1000 \cdot 1000). \quad (4.45)$$

Подставив числовые значения, получим производительность всей машины

$$P_T = 100000 \cdot 25 \cdot 60 \cdot 200 / (935 \cdot 1000 \cdot 1000) = 32,08 \text{ кг/ч.}$$

Производительность одного выпуска

$$P_{T(1)} = \frac{P_T}{200} = \frac{32,08}{200} = 0,1604 \text{ кг/ч.}$$

При увеличении крутки производительность машины уменьшается, а разрывная нагрузка пряжи увеличивается. Это увеличение происходит до некоторого предела (критического) и более медленно, нежели снижение производительности. Поэтому важно правильно выбрать крутку. При выборе крутки нужно знать зону критической крутки и не заходить в нее.

Следовательно, основным средством увеличения производительности пневмомеханических прядильных машин является повышение частоты вращения прядильных камер. Это будет возможным при повышении качественных показателей питающей ленты (особенно ее чистоты), улучшении обслуживания, наладки и содержания машин.

На пневмомеханических прядильных машинах работы, связанные со сменой таза питающей ленты и со снятием готовой продукции (бобин), производятся на ходу машины. Работы, связанные с ликвидацией обрывов пряжи и запряжкой машины при пуске, автоматизированы.

Поэтому КПВ учитывает: а) остановки машины из-за текущего ремонта, профилактического осмотра, чистки, запряжки прядильных камер и пуска машины; б) остановки прядильных камер из-за ликвидации обрывов пряжи и ленты, ремонта отдельных камер и ухода работницы по личным надобностям.

Коэффициент полезного времени изменяется от 0,88 до 0,95. Принимая КПВ равным 0,94, найдем норму производительности

$$P_H = P_T K_{П.В}. \quad (4.46)$$

В нашем случае $P_H = 32,08 \cdot 0,94 = 30,15 \text{ кг/ч.}$

Фактическая производительность, кг/ч:

$$P_{\phi} = P_T K_{И.М}, \quad (4.47)$$

где $K_{И.М}$ – коэффициент использования машины.

$$K_{И.М} = K_{П.В} K_{Р.О}, \quad (4.48)$$

где $K_{Р.О}$ – коэффициент работающего оборудования, учитывающий капитальный и средний ремонты, генеральную чистку и другие плановые простои.

Для пневмомеханических прядильных машин плановые простои можно принять равными 6 %, тогда $K_{Р.О} = 0,94$; $K_{И.М} = 0,94 \cdot 0,94 = 0,855$. Тогда $P_{\phi} = 32,08 \cdot 0,855 = 27,43$ кг/ч.

Время наработки бобины массой 1,5 кг

$$t = m_B / P_{T(1)}, \quad (4.49)$$

где m_B – масса бобины; $P_{T(1)}$ – теоретическая производительность одной прядильной камеры.

$$t = 1,5 / 0,1604 = 9,4 \text{ ч.}$$

4.13. МЕХАНИЗМ ОТКЛЮЧЕНИЯ ПИТАНИЯ ПРИ ОБРЫВЕ ПРЯЖИ

Датчик обрыва — это электромагнитное устройство, которое выполняет следующие функции:

- прекращает подачу ленты в прядильную камеру и подает световой сигнал о выключении прядильного устройства при обрыве пряжи;
- позволяет производить заправку отдельного прядильного устройства и всей машины после ее пуска;
- предохраняет пряжу от раскручивания и удерживает в прядильном устройстве конец пряжи, необходимый для пуска машины после ее останова.

Датчик обрыва собран на пластмассовом основании 1 (рис. 4.21), которое двумя винтами крепится к крышке прядильного устройства. На оси 5 закреплены плечо 2, кронштейн 3 и постоянный магнит 8. Верхний конец оси 5 вращается в отверстии основания 1, а нижний конический опирается на винт 7 внутренним конусом. Винтом 7 регулируется легкость вращения оси 5. Положение винта 7 фиксируется гайкой 6. Постоянный магнит 4 создает усилие нажима плеча 2 на выходящую из прядильного устройства пряжу 10. При обрыве пряжи плечо 2 перемещается из положения С в положение В. При этом прекращается подача ленты в прядильное устройство и загорается сигнальная лампа 11.

При останове машины часть пряжи не выводится из прядильного устройства. Эта часть необходима для последующего автоматического процесса прядения при пуске машины. Во избежание раскручивания эта часть пряжи плечом 2 прижимается к стенке крышки датчика. При последующем пуске машины эта часть пряжи должна продвинуться в зону формирования для соединения с волокнистой ленточкой, полученной в прядильной камере, но движению мешает плечо 2.

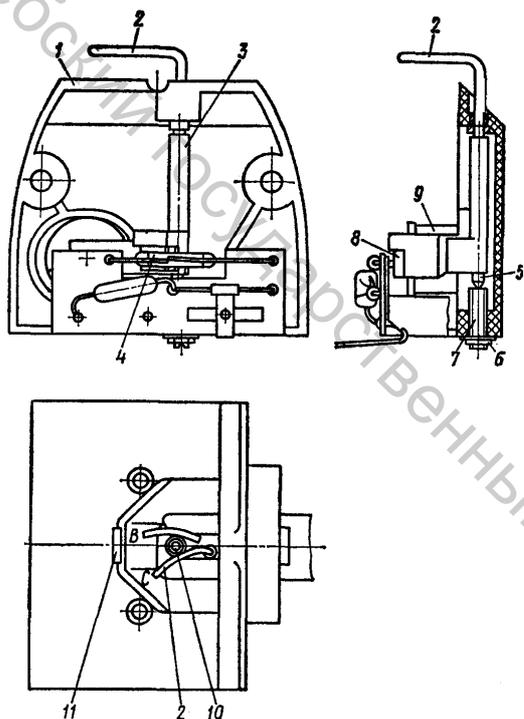


Рис. 4.21. Датчик обрыва отключения

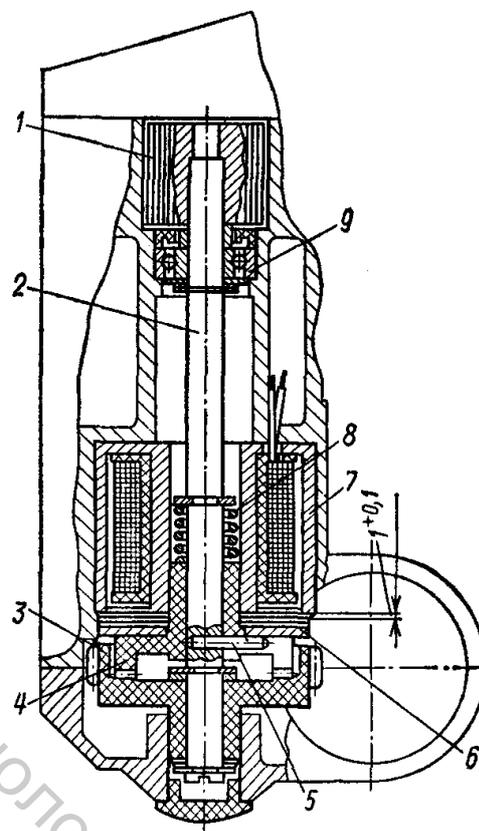


Рис. 4.22. Механизм питания

Поэтому перед подачей пряжи в камеру необходимо отвести плечо 2 в положение С. Это выполняется электромагнитом 9. При установке плеча в положение С включается питание, и после заправки электромагнит 9 выключается.

Если заправка не произошла и нить вышла из прядильного устройства, плечо поворачивается в положение В, подавая сигнал об обрыве пряжи и выключая питание прядильного устройства. Далее процесс заправки на этом прядильном устройстве производится вручную.

Механизм отключения питания показан на рисунке 4.22.

Питающий цилиндр 1 расположен на валу 2. На другом конце вала посажена косозубая шестерня 3, сцепляющаяся с червяком.

Внутри шестерни находится зубчатый венец муфты. Другая половина муфты в виде шестерни 4 крепится на валу 2 штифтом 5 и может перемещаться вдоль оси вала. Шестерня 4 изготовлена из пластмассы. Шестерня имеет стальной диск 6.

Соосно с валом 2 в корпусе закреплен электромагнит 7. Зазор между диском и электромагнитом равен 1 мм. Пружина 5 прижимает шестерню 4 к шестерне 3 так, что их зубья находятся в зацеплении. В этом положении вращение от червячного вала передается питающему цилиндру, последний подает ленту в прядильное устройство.

При обрыве пряжи в магнит подается электрический ток, и диск 6 вместе с шестерней 4 притягивается к магниту. Зубья шестерен 3 и 4 выходят из зацепления, и шестерня 3 свободно вращается на валу 2. Питающий цилиндр останавливается, и подача ленты в прядильное устройство прекращается.

Если плечо 2 датчика обрыва перевести в положение С (см. рис. 4.21), то ток перестает поступать в электромагнит, пружина 8 вновь прижимает шестерню 4 к шестерне 3 (см. рис. 4.22), и питающий цилиндр начинает вращаться, подавая ленту в прядильное устройство. Опорами питающему цилиндру внизу служит шестерня 3, вверху — шарикоподшипник 9.

4.14. ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Рабочие органы пневмомеханической прядильной машины ППМ-120А1М приводятся в движение от семи электродвигателей. Электродвигатели Д1 и Д2 (рис. 4.23) приводят во вращение прядильные камеры 3 через передачи тангенциальными ремнями. От электродвигателя Д1 движение получают также питающие 1, выпускные цилиндры 4 и мотальные валы 5 обеих сторон машины. Дискретизирующие барабанчики 2 получают вращение от тангенциальных ремней, приводимых в движение электродвигателями Д4 и Д5.

Электродвигатели Д3 и Д6 используются для привода вентиляторов систем сороочистки 7 и нитеотвода 8. Электродвигатель Д7 через ременную передачу и редуктор приводит в движение транспортер для бобин с пряжей.

Сменные элементы кинематической схемы обеспечивают возможность изменения скоростных параметров рабочих органов машины. В качестве сменных элементов на машине используются шкивы и шестерни.

Сменные шкивы D_a и D_r предназначены для изменения частоты вращения прядильных камер. С увеличением их диаметра прядильные камеры вращаются быстрее.

Сменные шкивы D_b и D_c обеспечивают возможность изменения частоты вращения питающих цилиндров, а также выпускных и мотальных валов. При изменении частоты вращения этих органов меняется скорость движения

волокнистого материала через машину и, следовательно, ее производительность.

Сменные двухступенчатые шкивы D_n и D_s предназначены для изменения частоты вращения дискретизирующих барабанчиков.

Сменная шестерня $g(Z_{выт}) = 31...80$ зуб. предназначена для изменения общей вытяжки на машине и расположена в передаче к питающим цилиндрам, при увеличении числа ее зубьев общая вытяжка уменьшается.

Сменная шестерня $d(Z_{кр}) = 31...80$ зуб. предназначена для изменения крутки пряжи, при уменьшении ее числа зубьев крутка увеличивается.

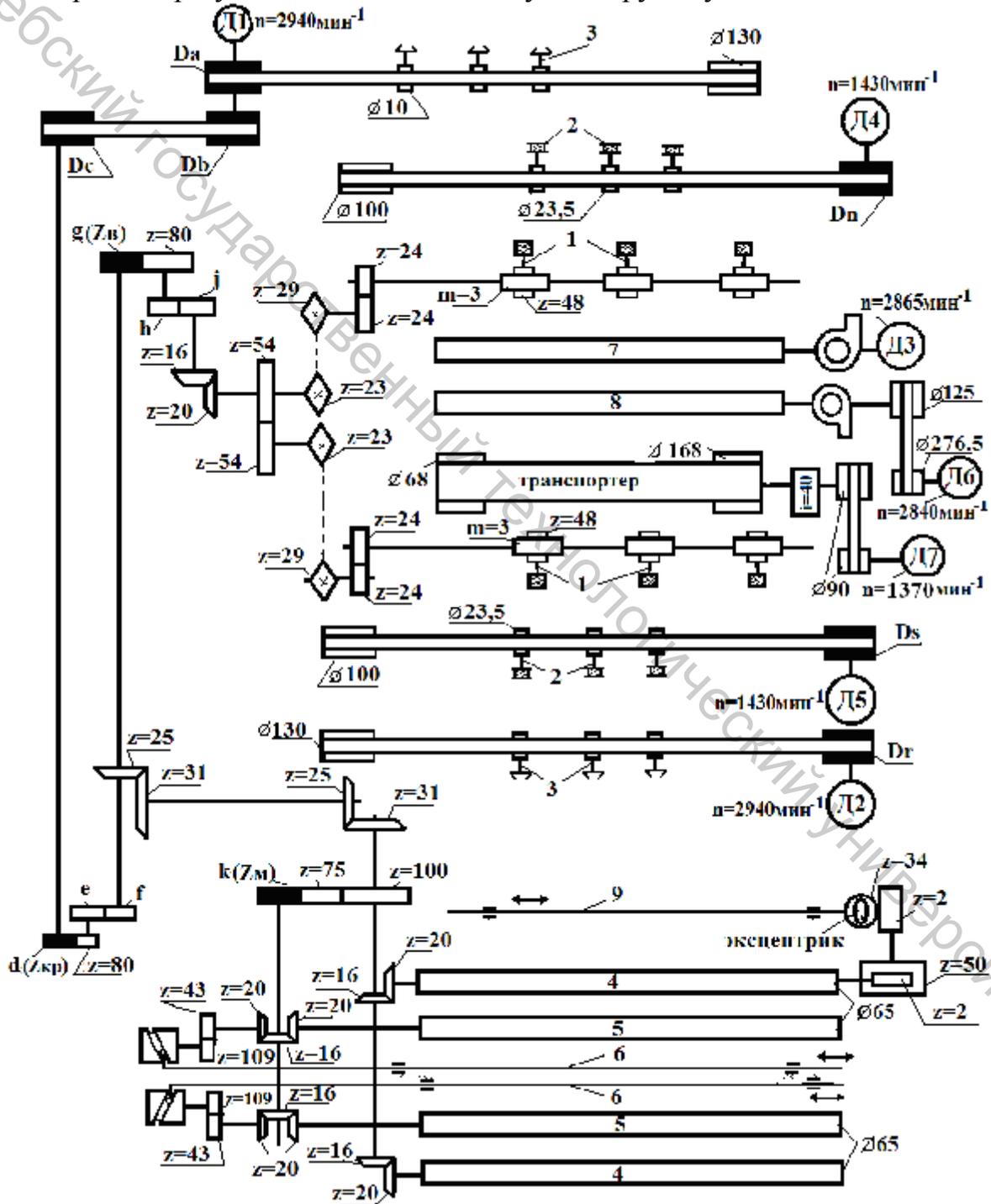


Рис. 4.23. Кинематическая схема пневмомеханической прядильной машины ППМ-120А1М:

1 – питающий цилиндр; 2 – дискретизирующий барабанчик; 3 – прядильная камера; 4 – выпускной вал; 5 – мотальный вал; 6 – нитераскладчик; 7 – воздухопровод сороочиститель; 8 – пневмоканал (нитеотвод); 9 – распределительный вал (водилка)

Сменная шестерня $k(Z_{мот}) = 100 \dots 110$ зуб. предназначена для изменения плотности намотки, для увеличения плотности намотки число зубьев сменной мотальной шестерни увеличивают.

На современных машинах используется привод ротора от общего тангенциального ремня через две пары опорных обрезиненных валиков. На машине *Autocoro 360* применяется магнитная система фиксации положения ротора *MRPS* (рис. 4.24) с усиленным углеволокном тормозом 1 ротора, за счет чего снижается потребление энергии, увеличивается долговечность роторов.

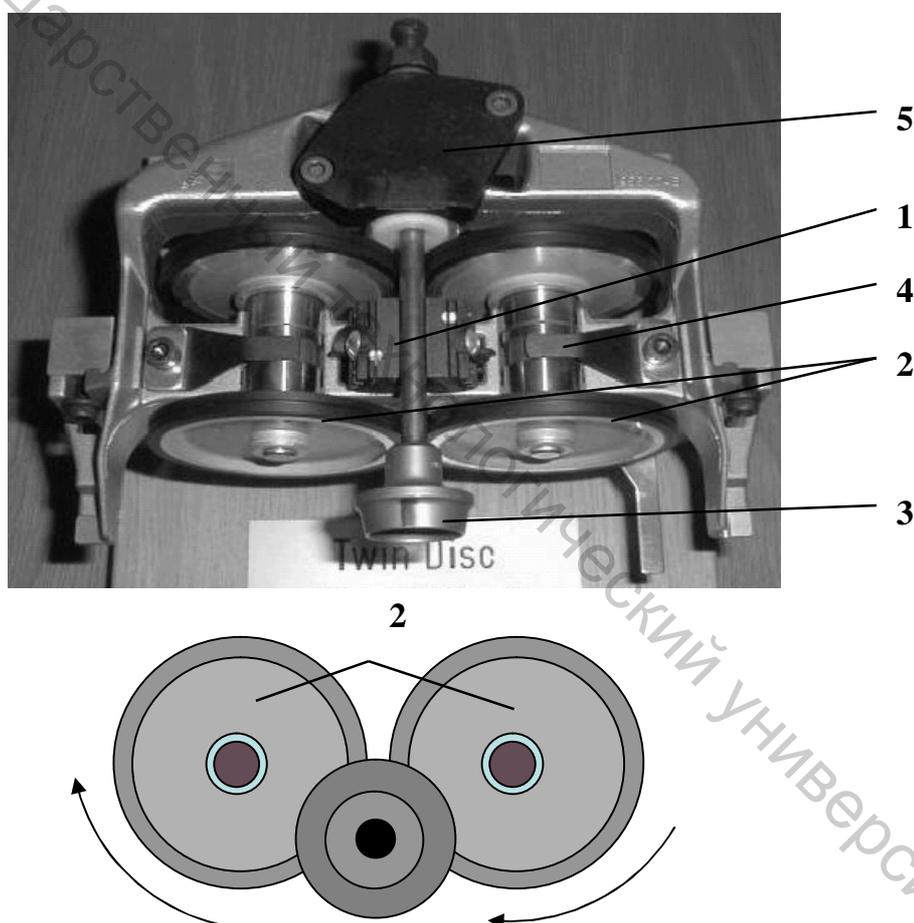


Рис. 4.24. Магнитная система фиксации ротора прядильной камеры

Постоянные магниты 2 надежно удерживают ротор 3 в нужном положении. На машинах применяются подшипники 5 привода ротора на воздушной подушке. В подшипник вместо жидкой смазки подается сжатый

воздух. Система работает без касания с другими элементами. Окружающее прядильную камеру пространство остается свободным от выбросов масла и консистентной смазки. Магнитные опоры не требуют смазки, регулировки, технического обслуживания. Применение магнитных опор обеспечивает снижение биения ротора на величину менее 0,5 мкм, что крайне важно при частоте их вращения свыше 100000 мин⁻¹.

Имеющаяся в прядильной камере плоская пружина 4 толщиной 0,8 мм определяет усилие прижима к тангенциальному ремню, проходящему под фрикционными дисками и приводящему их в движение. Более низкое давление, создаваемое новой пружиной, обуславливает меньшее усилие прижима к тангенциальному ремню, что уменьшает потребление энергии отдельного прядильного места. Пружина пригодна для применения с ротором любого диаметра.

4.15. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В ЦЕХЕ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН

Необходимым условием получения пряжи высокого качества является правильно организованный, хорошо и регулярно действующий технический контроль в прядильном производстве. Технический контроль в цехе проводит мастер, начальник цеха, отдел технического контроля (ОТК) и фабричная лаборатория в соответствии с инструкциями и методиками по плану.

Линейную плотность, разрывную нагрузку пасмой, относительную разрывную нагрузку и неровноту по линейной плотности пасмой контролирует лаборатория. Контроль проводится каждый день и каждой машины, при большом числе машин — с разбивкой по группам. С машины берут 10 бобин и отматывают с каждой бобины на мотовиле по 3 пасмы длиной 100 м. На всех машинах прядильные места должны быть пронумерованы. Отбираемые для контроля бобины нумеруют теми же номерами, что и прядильные места.

Разрывную нагрузку одиночной нитью, относительную разрывную нагрузку и неровноту по разрывной нагрузке одиночной нитью контролирует лаборатория 1 раз в месяц на всех машинах по пряже каждой линейной плотности, сортировке и плану прядения. Общее число машин (например, вырабатывающих пряжу одной линейной плотности) разбивают на группы так, чтобы число машин было не более 10. Число бобин отбирают так, чтобы число испытаний в группе было 100. Например, в группе 10 машин, тогда отбирают с каждой машины 10 бобин и с каждой бобины делают по 10 испытаний.

Крутку пряжи и коэффициент крутки пряжи контролирует лаборатория 1 раз в неделю уточную пряжу и при перезаправке — основную. Крутку определяют 3 раза, в целом по пряже каждой линейной плотности проводится 30 испытаний.

Влажность пряжи определяют ежедневно по пряже всех линейных плотностей и сортровок.

Общую обрывность пряжи на пневмомеханических машинах определяет лаборатория 1 раз в месяц на каждой машине. Продолжительность наблюдения — не менее 3 ч на всех машинах, обслуживаемых одной работницей. Число обрывов подсчитывают на 1000 камер в час по формуле

$$R = B \cdot 1000 / (nt),$$

где B – общая обрывность пряжи на машине; n – число работающих камер; t – время наблюдения за обрывностью, мин.

Обрывность на 1000 камер должна находиться в пределах 20-30 обрывов в час.

Общую обрывность с классификацией обрывов по причинам определяют по заданиям и при проведении исследовательских работ.

Класс по засоренности пряжи определяют для каждой партии и по заданиям. Сравнивая пряжу с эталоном, устанавливают, к какому классу ее можно отнести.

Сорт пряжи находят по показателю качества, полученному: 1) как частное от деления относительной разрывной нагрузки на коэффициент вариации по разрывной нагрузке одиночной пряжи; 2) или по частному от деления относительной разрывной нагрузки, полученной при разрыве пряжи пасмой, на коэффициент вариации по массе пасм. Найденный показатель сравнивают с показателями государственного стандарта на пряжу и определяют сорт пряжи.

4.16. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЯДЕНИЯ

Машина оснащена системой цифрового мониторинга *Corolab XQ* (рис. 4.25), обеспечивающей постоянный контроль качества вырабатываемой пряжи путем ее сканирования. Датчики содержат все программные компоненты для оценки качества пряжи (рис. 4.26). Внутри датчиков находится всё электронное обеспечение, что позволяет устанавливать их на оборудовании беспроводным способом. В системе *Corolab XQ* оптические датчики имеют в 5 раз большее разрешение по сравнению с предыдущими аналогами, что позволяет исключить возможность ложных остановов машины для удаления дефектных мест. Инфракрасным лучом система измеряет абсолютный диаметр пряжи с точностью 0,01 мм в измерительном поле длиной 2 мм и удаляет пороки пряжи.

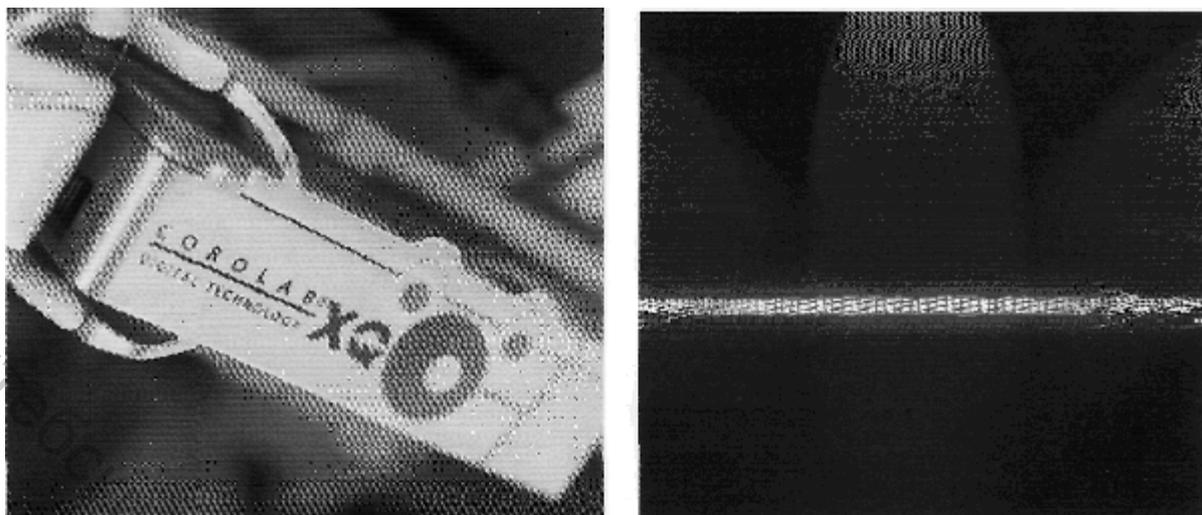


Рис. 4.25. Система контроля качества Corolab XQ



Рис. 4.26. Электронное обеспечение системы Corolab XQ

Для контроля качества пряжи в компьютер вносят наиболее важные функции датчика:

- контроль тонких и толстых мест;
- контроль пороков ленты;
- отклонение по линейной плотности ленты;
- наличие инородных волокон;
- определение муара;
- функция оповещения.

На машине используются прямоугольные тазы с лентой вместимостью до 25 кг, что уменьшает объем работ и время на транспортировку тазов (рис. 4.27). Применение прямоугольных тазов позволяет существенно экономить время на их смену в течение года (рис. 4.28). На графике видно, что количество смен уменьшается вдвое при выработке пряжи большой линейной плотности.

Наиболее эффективно применение машины *Autocoro 360* с тремя или четырьмя автосъемниками в следующих случаях:

- при выпуске мягкой пряжи для вязания с низкой круткой;
- при переработке сильно засоренного сырья и отходов производства;
- при малом диаметре прядильных камер;
- при выпуске пряжи большой линейной плотности с частой сменой паковок;
- при большом количестве срезов нитей нитеочистителями, например, при удалении посторонних волокон.

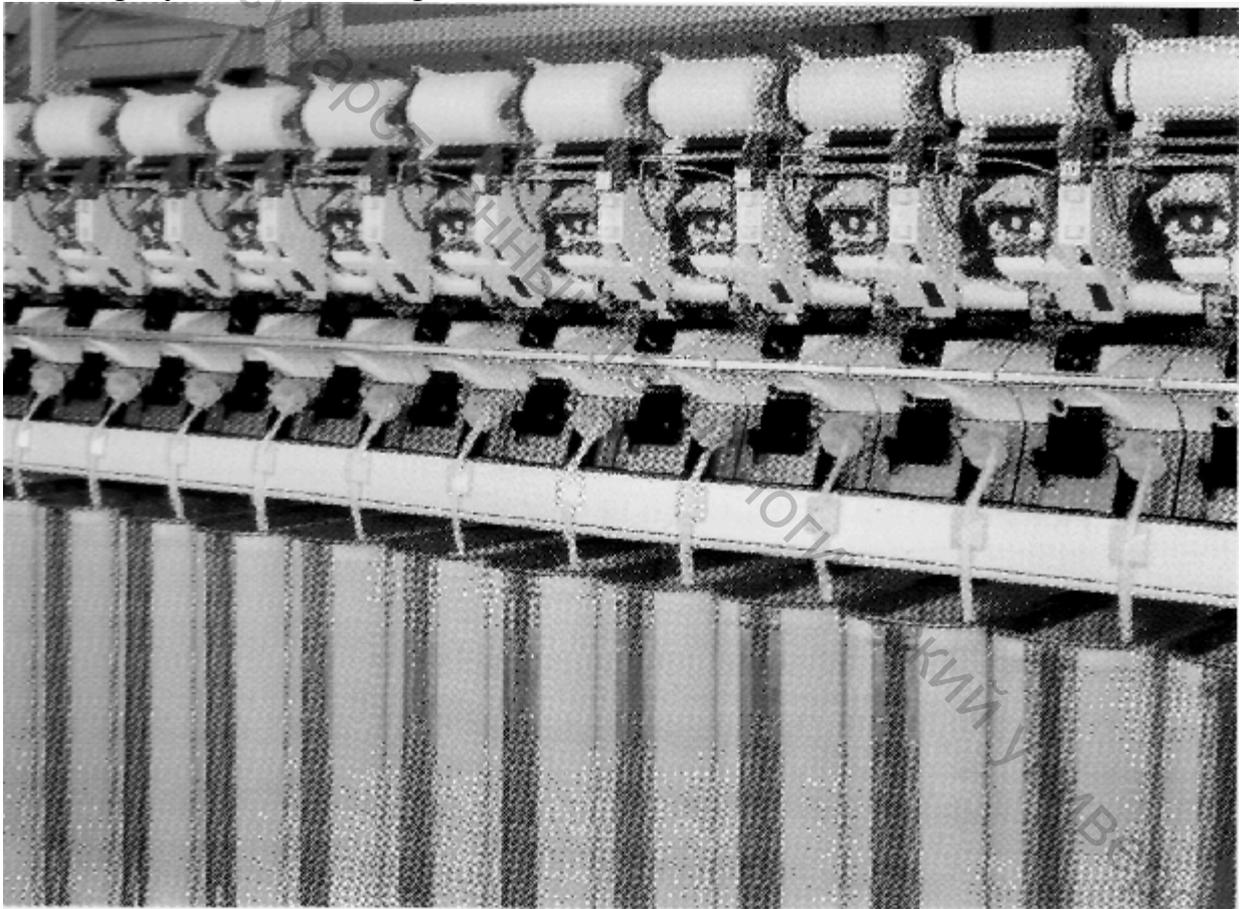


Рис. 4.27. Прядильная машина Autocoro S360

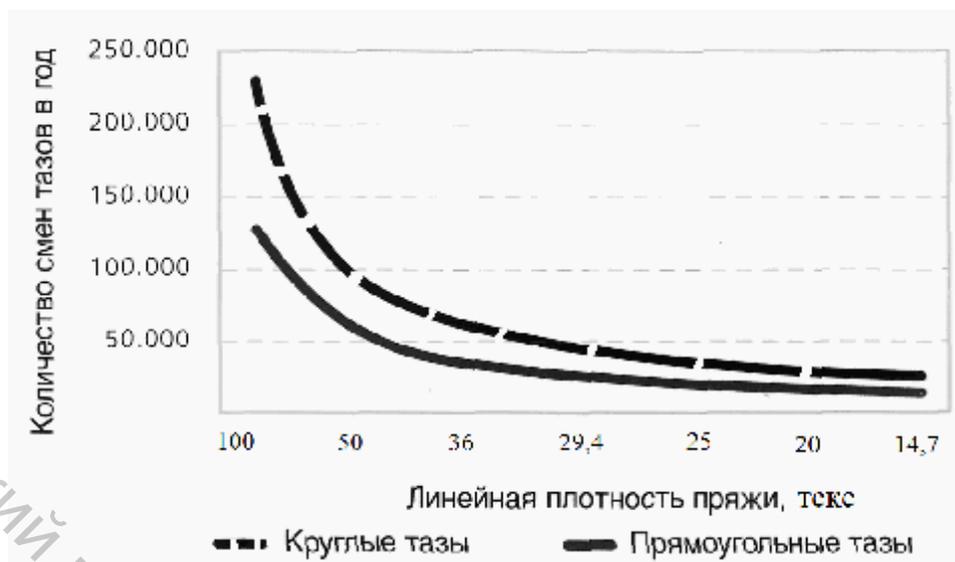


Рис. 4.28. Количество смен тазов в год в зависимости от линейной плотности пряжи

Координирует движение и работу автосъемников система *EIS*.

Прядильные камеры, дискретизирующие барабанчики и питающие цилиндры приводятся в движение от отдельных электродвигателей, поэтому частота вращения роторов, вытяжка и крутка могут изменяться бесступенчато через центральный компьютер при работающей машине.

Абсолютным преимуществом перед конкурентами являются неотличимые от основной пряжи места присучивания на *Autocoro 360*, выполняемые даже при частоте вращения роторов 150 тыс. мин⁻¹. Прочность мест присучивания достигает 90% от прочности пряжи. Высокодинамичные приводы систем подачи ленты и выпуска пряжи обеспечивают высокую точность выполнения присучивания. С помощью современных фотодиодов лазерный фотоэлемент измеряет частоту вращения ротора в процессе разгона. Управление всем процессом присучивания от торможения ротора до передачи нити к мотальному валу осуществляется строго по времени, перед присучиванием волокна дополнительно расчесываются и параллелизуются. Это повышает прочность, равномерность и удлинение места присучки. Электронное устройство контроля присучивания обеспечивает точность до миллиметра. Перед присучиванием чистящая головка в *Soromat* удаляет отложения из ротора. Дополнительное устройство *Navelcleaner* очищает пряжевыводную воронку и трубку [24].

Машина модели *BD 380* ф. *Saurer Czech a.s.* – полуавтоматическая, отличительной особенностью которой является наличие узла *SDSI* – индивидуального контроля подачи ленты к каждому питающему устройству. Наличие устройства *Burmester BM2* позволяет автоматически отмерять

необходимую длину пряжи для заправки и заводит конец внутрь прядильной камеры. Все контролируется с ЭВМ, при повышенных скоростях устройство уменьшает длину участка в месте соединения конца пряжи с волокнистой ленточкой при ее съеме.

Автоматическая система *JSI* позволяет снизить потери производительности при пуске машины; уменьшает скорость всех рабочих органов при заправке по всей машине при установленных параметрах; осуществляет очистку камеры от волокна при ее заправке.

Очистительное устройство прежней конструкции имело 2 различных зафиксированных входных отверстия для подачи воздуха. Новое очистительное устройство на *BD 380* укомплектовано из одного воздуховода. Разделение воздушного потока на поток к соросборному каналу и поток в конфузоре производится с помощью различных заглушек в виде клиньев.

На машине выполнен новый профиль пряжевыводных воронок – внутри выполнены насечки, углубления, спирали. Профиль воронки определяет структуру пряжи – компактная или более объемная. Воронки изготавливают из керамического материала, повышающего срок эксплуатации на 25 %, полируют.

Внутреннюю поверхность роторов прядильных машин покрывают алмазникелевым или борийным покрытием. На оси вращения установлены подшипники *TEXPart* позволяющие увеличить срок службы, снизить затраты на ремонт и обслуживание машины, отлично работают при частотах вращения более 100 тыс. оборотов [23].

Фирма *Elitex* (Чехия), которая вошла в корпорацию *Rieter*, серийно выпускает пневмомеханические прядильные машины марок *BT 903*, *BT 904*, *BT 905* и *BT 923*.

Машина *BT 903* оснащена двигателями со встроенными трансформаторами частоты тока для настройки и изменения скорости подачи ленты и скорости оттягивания пряжи с пульта управления на ходу машины. Автоматическая сигнализация предупреждает обслуживающий персонал в случае многочисленных обрывов на прядильном месте и останавливает его после достижения допустимого предела обрывности пряжи.

Машина *BT 903* позволяет вырабатывать широкий диапазон линейных плотностей пряжи при одинаковом диаметре роторов, что является важным экономико-ценовым фактором с учетом потери времени на замену роторов, а также необходимостью закупки роторов различного диаметра. Пряжа, выработанная на этих машинах с применением нитеочистителя, не требует перемотки и дополнительной очистки, и, таким образом, экономятся значительные финансовые средства на процессе перематывания.

Машины *BT 903* и *BT 905* выпускаются с прядильными камерами с вентиляционными отверстиями и без них. Применение камер без

вентиляционных отверстий позволило повысить их частоту вращения до 100000 мин⁻¹.

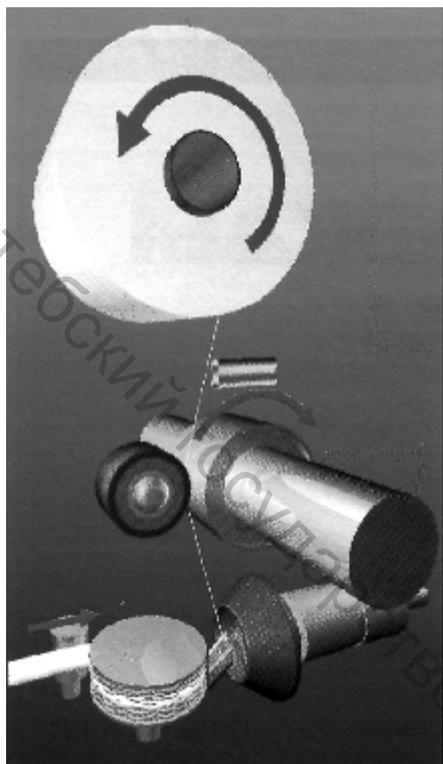


Рис. 4.29. Принцип присучивания на основе технологии AMIspin

Машина *BT 923* имеет полностью новое оснащение и является лидером среди полуавтоматических пневмопрядильных машин, устанавливая новые стандарты.

Практическая скорость роторов достигает 110000 мин⁻¹ и скорость выпуска до 200 м/мин приводят к значительному увеличению производительности.

Машина может иметь до 320 прядильных мест. По сравнению с другими полуавтоматическими машинами скорость может быть повышена в зависимости от типа пряжи от 10 до 15%. На машине реализована полуавтоматическая присучка с участием оператора: ведущий принцип присучивания с электронным управлением на основе функции *AMIspin*. В сочетании с технологией *Qtop* обеспечивается равномерность и стабильность места присучки, а также более быстрый пуск машины после простоя.

AMIspin очень точно управляет началом подачи ленты и началом отвода пряжи оттяжным валиком.

Присучивание на основе этих двух принципов обеспечивает точное соответствие параметров присучки требуемым (рис. 4.29).

Для достижения наилучшего качества пряжи и присучки даже при высокой скорости выпуска – 200 м/мин – машина *BT 923* оснащается системой вакуумной компенсации длины нити. При разгоне паковки до требуемой скорости после пуска ротор вырабатывает небольшой резерв пряжи. С помощью системы выравнивания петель этот резерв пряжи всасывается соплом, так что пряжа наматывается на паковку без образования петель и повреждений (рис. 4.30).

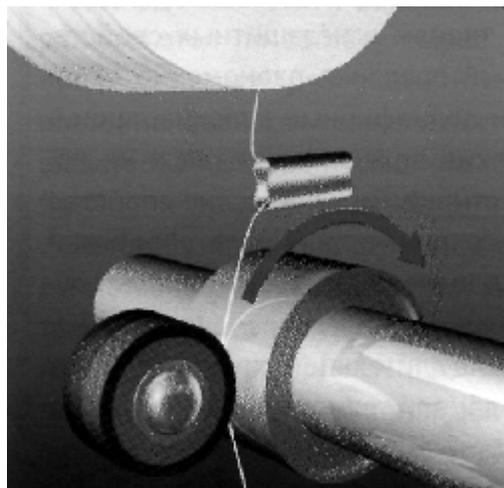
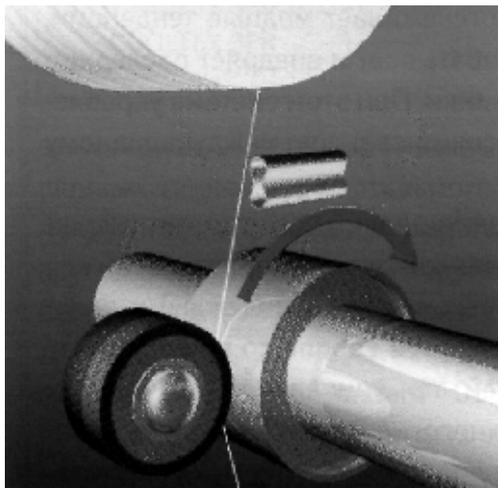


Рис. 4.30. Система вакуумной компенсации длины нити

Система *Qtop* обеспечивает высокое качество присучивания при выработке пряжи малой линейной плотности. Поврежденные волокна удаляются из ленты с помощью системы *Qtop* при расчесывании пневматическим способом через точно определенный отрезок времени, благодаря чему присучивание производится с использованием только что поданных волокон требуемой длины.

Машина *BT 923* оснащена двумя транспортерами. Этим резко снижается нагрузка на обслуживающий персонал. Данная конструкция исключает возможность перепутывания паковок, если на каждой сторонке вырабатывается пряжа разного типа. Оба транспортера могут служить для промежуточного хранения готовых паковок (рис. 4.31).

Для того чтобы сделать машину максимально гибкой, разработана новая прядильная камера *C120*, на которой все рабочие операции выполняются быстрее, без инструментов и шаблонов. Новый узел базируется на принципе центральной системы всасывания для технологического воздуха и роторов без отверстий.

Керамический подшипник ротора позволяет при высоких скоростях ротора иметь низкую обрывность и продолжительные отрезки времени работы без простоя.

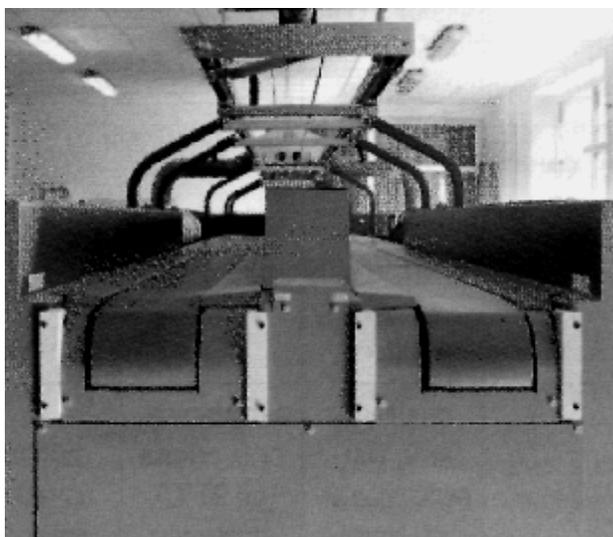


Рис. 4.31. Два транспортировочных конвейера на машине *BT 923*

Благодаря новой технологии отделения загрязнений, а также улучшенной конструкции воронки и потоку волокон к стенке ротора пряжа имеет улучшенные физико-механические показатели и меньшее количество загрязнений.

Особенностью пневмомеханической прядильной машины *R40* фирмы *Rieter* (Швейцария) являются простота обслуживания прядильных камер и сниженное на 7 % энергопотребление.

Машина оснащена роботом, осуществляющим за время менее 5 секунд присучивание пряжи с образованием оптически незаметных соединительных участков.

Наличие новой прядильной камеры *SC-R* способствует повышению стабильности прядения и дает возможность оснащения ее специальными вставками (*SPEEDpaas*) в каналы, позволяющими увеличить поток воздуха, особенно в зоне дискретизирующего барабанчика.

Конструкция машины позволяет использовать большое количество ленточных тазов и вырабатывать паковки больших размеров (массой до 5 кг), что существенно (на 20 %) экономит время на смену тазов и паковок. Перед процессом наматывания пряжа парафинируется при контакте с парафинирующим валиком *1* диаметром 75 мм для придания ей дополнительной гладкости (рис. 4.32).

Съем наработанных паковок может осуществляться двумя способом: ручным (в конце наработки съема паковки вручную сбрасываются на транспортер) либо автоматическим. Благодаря *REDIpac*® можно легко обнаружить конец пряжи на полной паковке.

Машина оснащена системой *Uster Quantum* – электронным нитеочистителем, удаляющим имеющиеся на пряже дефекты, пороки и сорные примеси (рис. 4.33).

Машина оснащена универсальной системой *UNIfeed* –транспортером наработанных паковок (рис. 4.34) [25].

Держатель паковок предусмотрен для транспортирования до 310 паковок различных размеров. Транспортировка паковок с пряжей осуществляется ленточным конвейером.

На машине предусмотрена автоматическая транспортная система *SERVOpac* для подачи прямоугольных тазов с лентой от ленточных машин к пневмомеханическим прядильным машинам, позволяющая автоматически заменять пустые тазы на полные.

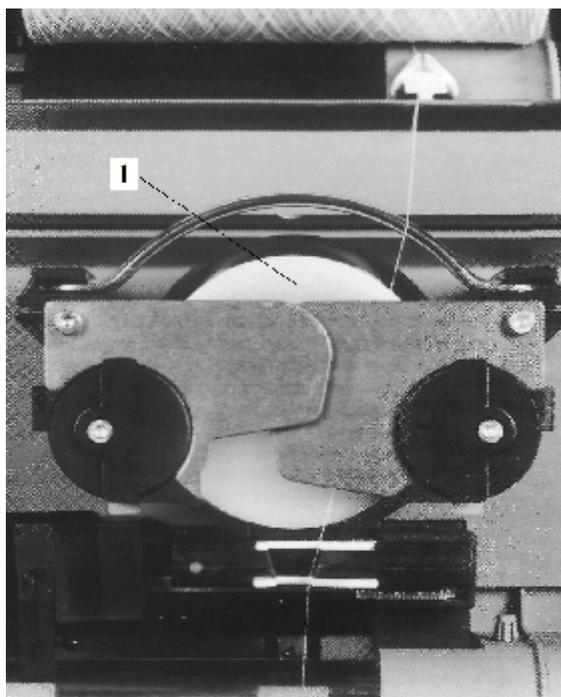


Рис. 4.32. Парафинирование

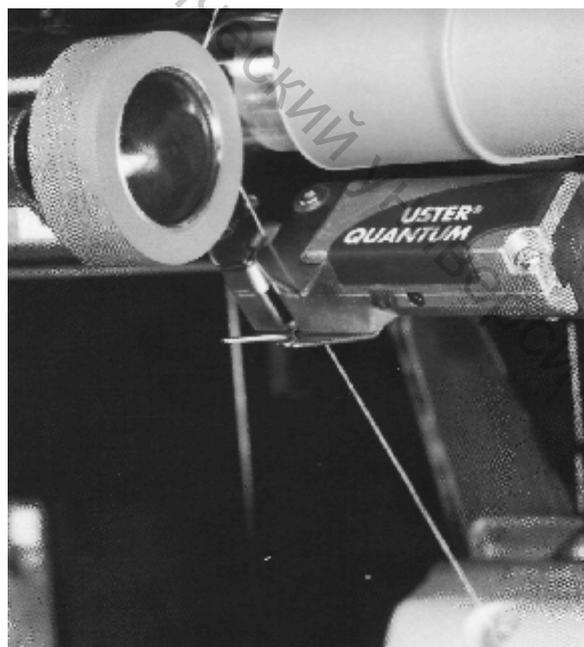


Рис. 4.33. Электронный

Практически на всех современных ППМ автоматизированы следующие технологические процессы:

- автоматический останов питающего цилиндра при обрыве пряжи;
- автоматическое устранение обрыва (присучивание) и очистка прядильных камер от возникающих на них отложений;
- автоматическая смена наработанных паковок, транспортирование наработанных паковок на следующий технологический переход, заправка машины пустыми патронами;
- автоматическое устранение дефектов на пряже (утолщений, инородных и цветных волокон и др.);
- автоматический контроль над диаметром и неровной пряжи по линейной плотности;
- контроль управления технологическими параметрами процесса прядения и работой машин осуществляется с ЭВМ (изменение скорости рабочих органов, разрежения воздуха, параметров намотки, работа автосъемников и др.).

Однако, развитие техники постоянно совершенствуется. Поэтому в последнее десятилетие пневмомеханический способ прядения продолжает усовершенствоваться по следующим направлениям:

- повышение частоты вращения прядильной камеры до 150000 мин^{-1} и скорости выпуска пряжи до 300 м/мин ;
- уменьшение коэффициента крутки пряжи;

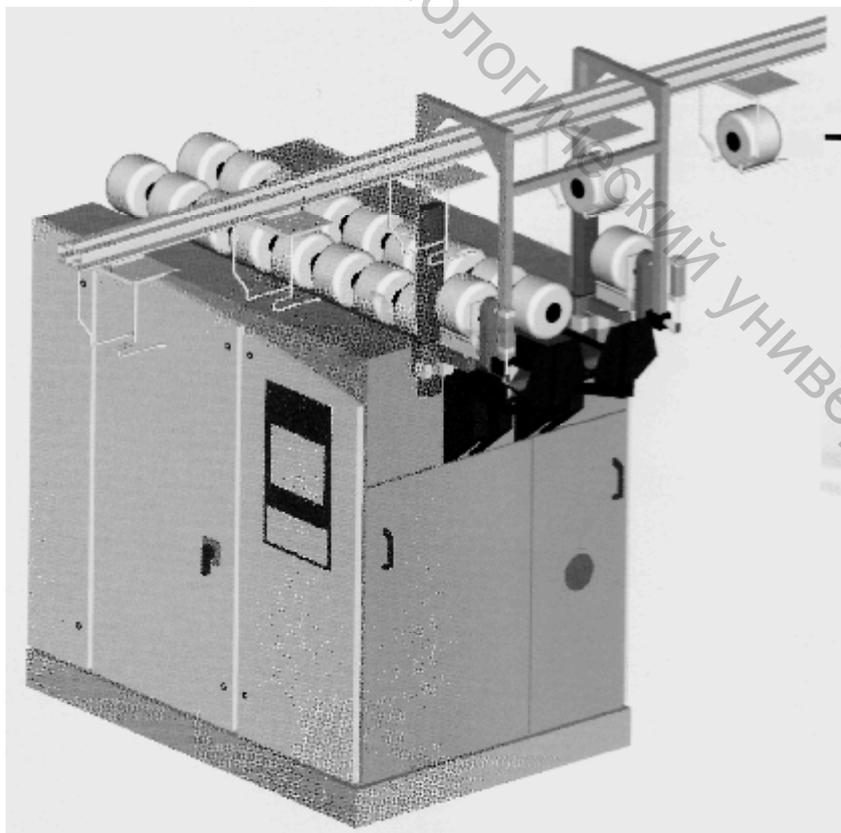


Рис. 4.34. Транспортёр паковок UNIfeed на машине R40

- выработка пряжи малой линейной плотности (до 10 текс);
- повышение универсальности машин, т.е. способность перерабатывать волокна различных видов и разной длины;
- увеличение массы выходной паковки до 6 кг;
- полная автоматизация процесса прядения и снижение числа обслуживающего персонала.

Из практического опыта следует, что только повышение частоты вращения прядильных камер на 10 % позволяет снизить издержки производства пряжи приблизительно на 12,8 %, а снижение коэффициента крутки на 10 % способствует дальнейшему снижению издержек производства еще на 9 %.

В пневмомеханическом прядении увеличение производительности за счет повышения частоты вращения ротора достигается в основном путем уменьшения его диаметра. Несмотря на технологические преимущества, которые обеспечивает малый диаметр ротора (до 28 мм), а также высокое число его оборотов, особое значение приобретают правильный выбор сырья и эффективная подготовка полуфабриката в процессе предпрядения.

Список используемых источников

1. Информация об отечественных и зарубежных достижениях науки, техники и производства текстильной промышленности. Вып. 3 / Печатный аналог фрагментов банка данных ЦНИИТЭИлегпрома. – Москва : ЦНИИТЭИЛП, 1994 г.
2. Борзунов, И. Г. Прядение хлопка и химических волокон (изготовление ровницы, суровой и меланжевой пряжи, крученных нитей и ниточных изделий) / И. Г. Борзунов [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1996. – 392 с.
3. Бадалов, К. И. Сборник задач по прядению хлопка и химических волокон : учебное пособие для вузов / К. И. Бадалов, Т. А. Дугинова – Москва : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2004. – 448 с.
4. Коган, А. Г. Новое в технике прядильного производства : учебное пособие для студентов спец. «Технология тканей, трикотажа и нетканых материалов», «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» вузов / А. Г. Коган, Д. Б. Рыклин, С. С. Медвецкий ; УО «ВГТУ», под. ред. А. Г. Когана. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 195 с.
5. Гончаров, В. Г. Устройство и обслуживание ленточных и ровничных машин : учебник для проф.-техн. учеб. заведений / В. Г. Гончаров, С. С. Маркарьян. – Москва : Легпромбытиздат, 1985. – 248 с.
6. Финкельштейн, И. И. Процесс сложения и формирования продукта на ровничных машинах / И. И. Финкельштейн. – Москва : Легкая индустрия, 1972. – 190 с.
7. Жоховский, В. В. Ленточные и ровничные машины хлопчатобумажной промышленности : учебник для проф.-техн. учеб. заведений текстильной пром-сти / В. В. Жоховский. – Москва : «Легкая индустрия», 1974. – 224 с.
8. Широков, В. П. Справочник по хлопкопрядению / В. П. Широков [и др.]. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1985. – 472 с.
9. Малафеев, Р. М. Машины текстильного производства / Р. М. Малафеев, Ф. Ф. Светик. – Москва : Изд. «Машиностроение», МГФ «Знание». 2002 – 496 с.
10. Информация о достижениях науки, техники и производства в текстильной промышленности в СССР и за рубежом. Вып. 2 / Фрагмент банка данных «ИНФО-ЦИМРО». – Москва : ЦНИИТЭИЛП, 1989.
11. Информация об отечественных и зарубежных достижениях науки, техники и производства текстильной промышленности. Вып. 2 / Печатный аналог фрагментов банка данных ЦНИИТЭИлегпрома. – Москва : ЦНИИТЭИЛП, 1992 г.
12. Миловидов, Н. Н. Прядение хлопка. Ч. 2 : учебник для средн. спец. учебных заведений текстильной пром-сти / Н. Н. Миловидов [и др.]. – Москва : Легкая индустрия, 1977.
13. Труевцев, Н. И. Механическая технология волокнистых материалов / Н. И. Труевцев и [и др.]. – Москва : Легкая индустрия, 1969.
14. Балясов, П. Д. Лабораторный практикум по прядению хлопка и химических волокон / П. Д. Балясов, П. М. Конюхов, Н. А. Смелкова. – Москва : Легкая индустрия, 1967.
15. Усенко, В. А. Прядение химических волокон : учеб. для вузов / В. А. Усенко [и др.] под ред. В. А. Усенко. – Москва : РИО МГТА, 1999. – 472 с.
16. Влияние массы бегунка на натяжение нити на кольцевой прядильной машине / Ю. К. Бархоткин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003. – № 1. – С. 44-47.
17. Новое крутильное устройство / Ю. К. Бархоткин, Ю. В. Павлов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004. – № 1. – С. 29-32.
18. Смирнов, А. С. История текстильной науки и техники. Часть I. История хлопкопрядения в России : учебное пособие для вузов / А. С. Смирнов. – Москва : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2005. – 416 с.
19. Павлов, Ю. В. Опыт производственного освоения пневмомеханического прядения / Ю. В. Павлов, О. М. Никифорова, В. А. Юркова. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 184 с.

20. Коган, А. Г. Новое в технике прядильного производства : учебное пособие для студентов спец. «Технология тканей, трикотажа и нетканых материалов» , «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» вузов / А. Г. Коган, Д. Б. Рыклин, С. С. Медвецкий ; УО «ВГТУ», под. ред. А. Г. Когана. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 195 с.
21. Almanac SKF / SKF Textimaschinen – Komponenten G-mbH.
22. www.zinser-texma.com.
23. Новая машина ВТ 923 – концепция будущего устанавливает новые стандарты / В. Степанска // Текстильная промышленность. – 2005. – № 9. – С. 36-37.
24. www.Schlafhorst.oerlikontextile.com.
25. <http://www.Rieter.com>.
26. www.Suessen.de.
27. Бадалов, К. И. Проектирование технологии хлопкопрядения : учебник для вузов / К. И. Бадалов [и др.]. – Москва : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2004. – 601 с.
28. www.Jwme.com.
29. www.Marsoli.it.

Витебский государственный технологический университет

Учебное издание

Коган Александр Григорьевич
Скобова Наталья Викторовна

**Технология и оборудование
для производства
ровницы и пряжи**

Учебное пособие

Редактор Рыклин Д.Б.
Технический редактор Санковская А.И.
Корректор Богачева Е.М.
Компьютерный набор и верстка Скобова Н.В., Санковская А.И.

Подписано в печать 10.03.2009 Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная № 1.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ.л. 14,95. Уч.-изд.л. 15,0. Тираж 265 экз. Заказ № 128.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический
университет».

210035, Витебск, Московский проспект, 72.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Витебский государственный
технологический университет». Лицензия № 02330/0494384 от 16.03.2009 г.