

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования «Витебский государственный технологический  
университет»

## **РОВНИЧНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ХЛОПКА**

Методические указания к лабораторным работам  
для студентов дневной, заочной и сокращенной форм обучения  
по спец. 1-50 01 01 01 «Прядение натуральных волокон»

Витебск  
2010



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РОВНИЧНОЙ МАШИНЫ, УЗЛОВ ПИТАНИЯ И ВЫТЯЖНЫХ ПРИБОРОВ.....	5
2 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛЕЙ КРУТИЛЬНО-МОТАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА. УСТРОЙСТВО, РАБОТА И НАЛАДКА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА И МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ (ЗАМКА).....	24
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РОВНИЧНОЙ МАШИНЫ. ВЫРАБОТКА РОВНИЦЫ ЗАДАННОГО КАЧЕСТВА.....	43
3.1 Расчет частоты вращения веретен.....	43
3.2 Расчет вытяжки и числа зубьев вытяжных шестерен.....	44
3.3 Расчет крутки и числа зубьев крутильной шестерни.....	45
3.4 Определение числа зубьев сменной мотальной шестерни.....	48
3.5 Определение числа зубьев сменной подъемной шестерни.....	50
3.6 Расчет числа зубьев шестерен механизма управления.....	51
3.7 Определение частоты вращения и линейной скорости рабочих органов машины.....	53
3.8 Определение производительности машины.....	54
3.9 Определение массы ровницы на катушке.....	54
3.10 Определение времени наработки съема ровницы.....	55
3.11 Определение числа зубьев сменных шестерен при перезаправке....	55
Литература.....	57

## Введение

Лабораторные занятия проводятся параллельно с изучением теоретического курса. На лабораторных занятиях студенты изучают правила техники безопасности, устройство и принцип работы отдельных механизмов и машин в целом на неработающем и работающем оборудовании; разбирают отдельные механизмы, используя для этого лабораторные стенды; самостоятельно составляют технологические и кинематические схемы машин; выполняют полный технологический расчет; оценивают свойства полученного продукта; осуществляют наработку продукта, осваивая навыки заправки оборудования.

Технологические схемы машин студенты зарисовывают с машины с указанием направления вращения рабочих органов, изучают передачи движения рабочих органов, назначения сменных элементов на машине.

При выполнении лабораторных занятий студентам необходимо соблюдать правила техники безопасности. На работающем оборудовании запрещается: заходить в узкие проходы между машинами; открывать крышки на работающем оборудовании; отодвигать ограждения; касаться руками или предметами вращающихся органов машины; облачиваться на станину или другие части машины.

# 1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РОВНИЧНОЙ МАШИНЫ, УЗЛОВ ПИТАНИЯ И ВЫТЯЖНЫХ ПРИБОРОВ

## Цель лабораторной работы

Изучение правил техники безопасности при работе на ровничной машине; ознакомление с методикой снятия кинематической схемы и выяснение зависимости параметров технологического процесса от сменных органов на машине. Изучение устройства механизма водилки и способов изменения размаха движения водилки. Изучение вытяжных приборов ровничных машин.

## Задания

1. Изучить правила техники безопасности при работе на ровничной машине.
2. Усвоить назначение ровничной машины.
3. Начертить технологическую и кинематическую схемы ровничной машины.
4. Усвоить назначение сменных элементов.
5. Изучить питающие устройства ровничных машин.
6. Изучить конструкцию водилки, применяемой на машине Р-168-3.
7. Освоить способы изменения размаха водилки.
8. Изучить устройство вытяжных приборов различных типов.
9. Определить основные размеры деталей вытяжного прибора (цилиндров, валиков) и составить таблицу.
10. Усвоить требования, предъявляемые к цилиндрам и валикам вытяжных приборов.

## Основные сведения

### *Технологический процесс на ровничной машине*

Перед изучением технологии получения ровницы необходимо ознакомиться с основными правилами техники безопасности на работающем ровничном оборудовании: **запрещается** снимать мычку, намотавшуюся на цилиндр; касаться веретен, рогулек, катушек; чистить движущиеся части машины; выметать пух из-под машины; открывать крышки на работающем оборудовании; облокачиваться на станину или другие части машины.

На ровничной машине выполняются следующие процессы: вытягивание продукта для утонения, скручивание вытянутой ленточки-мычки для ее упрочнения и наматывание ровницы на катушку.

Для выполнения этих процессов на ровничной машине имеются питающий и вытяжной приборы, крутильный и мотальный механизмы.

Для получения ровницы разной линейной плотности применяют ровничные машины различных марок (типов): Р-260-5 и Р-260-3 для ровницы линейной плотности 0,182 – 1,43 ктекс; Р-192-5 и Р-192-3 – для ровницы 0,4 – 1,43 ктекс; Р-168-3 – для ровницы 0,1 – 1,43 ктекс; РТ-132 для ровницы 0,043 – 0,128 ктекс.

Технологическая схема ровничной машины Р-168-3 представлена на рис. 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 ровнице сообщается вследствие вращения веретена 8 с рогулькой 7. Ровница поступает в отверстие верхней части рогульки, надетой на быстровращающееся веретено, проходит внутри полой 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.

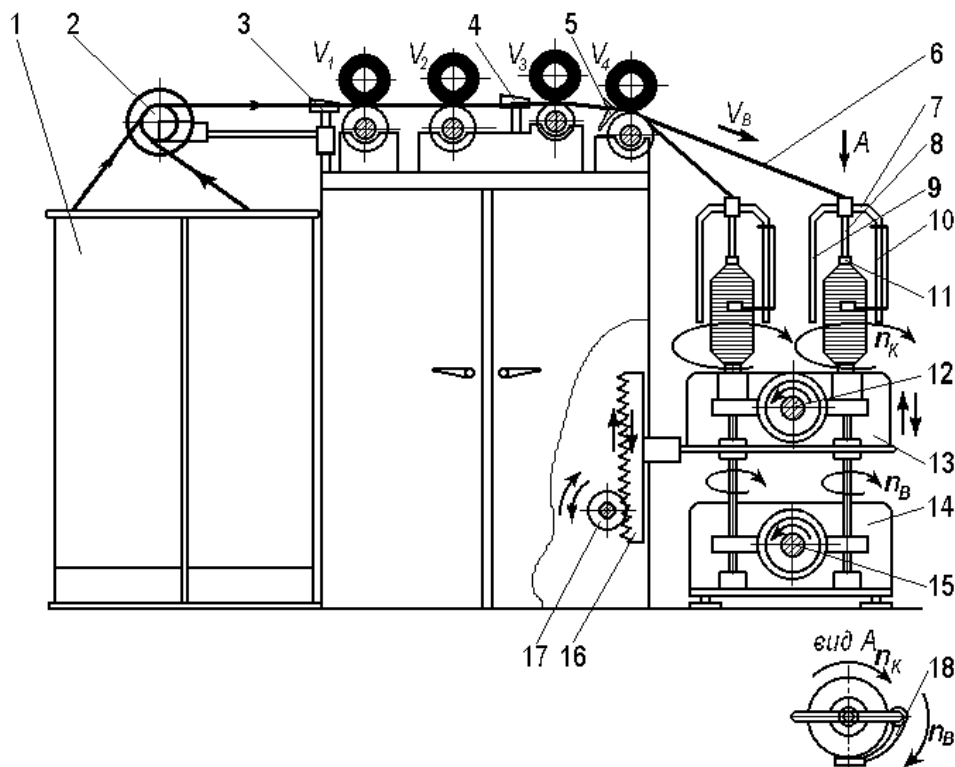


Рисунок 1 - Технологическая схема ровничной машины Р-168-3

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.

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

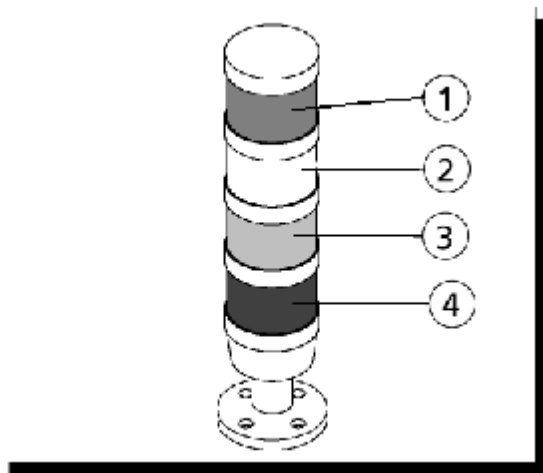
Ровничные машины всех марок имеют аналогичное устройство и отличаются главным образом размерами отдельных деталей (веретен, рогулек, катушек) и расстоянием между веретенами. Техническая характеристика ровничных машин представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика ровничных машин

Элемент характеристики	P-192-5	P-168-3	PA-192	Zinser Германия мод. 668
Линейная плотность ровницы, текс	182 – 1430	100 – 1430	125 1000	200 – 2222
Расстояние между веретенами, мм	192	168	192	260
Тип вытяжного прибора	Четырехцилиндровый или трехцилиндровый	Четырехцилиндровый двухзонный	Трехцилиндров. двухремешковый ф. SKF	3-х цилин. 2-х ремешк. 4-х цилин. 2-х ремешк
Вытяжка	2,4 – 18	3,4 – 30	4 – 30	3 – 15,8
Длина перерабатываемого волокна, мм	24/25 – 41/42	28/29 – 41/42	До 44	До 60
Частота вращения веретен, мин <sup>-1</sup>	700-1300	600-1200	1800	1500
Размеры паковки, мм высота диаметр	250; 300 125; 135	200; 250 100; 115; 130	300; 350 135; 155; 170	150 x 400 175 x 400
Диаметр пустой катушки, мм	41, 47	35, 41	41, 47	-
Масса вырабатываемой паковки, кг	1,05; 1,2	До 1,2	До 3	До 5
Диаметр питающих тазов, мм	400; 500	500	500 и выше	450; 500; 600

Ровничная машина имеет футляр, закрывающий передачу к вытяжному прибору, и ограждение по всей длине сзади машины ниже цилиндрического бруса, ограждения, закрывающие корень с задней стороны машины и зубчатую передачу в хвостовой части.

Все ограждения имеют блок-контакты, размыкающие электрическую цепь двигателя при открывании дверей ограждений. При незакрытых дверцах, щитах или неисправности механизмов машина автоматически останавливается и не может быть пущена. При этом зажигаются сигнальные лампы: 1 – красная; 2 – белая; 3 – желтая; 4 – синяя (рис. 2). В табл. 1.2 представлены значения подаваемых сигналов.



**Рисунок 2 – Сигнальная лампа**

**Таблица 2 – Состояние сигнальной лампы**

Красная (1)	Непрерывное свечение	Машина остановлена
	Мигание	Осуществляется ручной съем
Белая (2)	Непрерывное свечение	Предупредительный сигнал конца катушки (начинает гореть приibl. за 5 мин до полной намотки катушек)
	Мигание	Обнаружен разрыв
Желтая (3)	Непрерывное свечение	Предупреждение
	Мигание	Отказ
Синяя (4)	Непрерывное свечение	Обрыв ленты (фотоэлемент в зоне впуска)
	Мигание	Разрыв ровницы (фотоэлемент на выходе вытяжного прибора)
Белая (2) и синяя (4)	Мигание	Замена тазов

В конструкции машин предусмотрены грузы для уравнивания верхней каретки. Рогульки, имеющие большую частоту вращения, по условиям эксплуатации не могут быть ограждены и поэтому требуют осторожного обращения. Для пуска и остановки машины имеются кнопки управления, расположенные спереди и сзади вдоль машины.

Во время работы ровничной машины запрещается: снимать мычку, намотавшуюся на цилиндр; касаться веретен, рогулек, катушек; чистить движущиеся части машины; выметать пух из-под машины.



### *Кинематическая схема ровничной машины*

На ровничных машинах отечественного производства всех марок передача движения рабочим органам однотипна. Некоторая разница наблюдается в размерах деталей, подборе сменных шкивов и шестерен и небольшом изменении кинематических передач.

Движение главному валу  $1$  на ровничной машине Р-168-3 (рис. 3) передается от электродвигателя  $D$  с помощью клиновидных ремней через сменные блоки  $D_1$  и  $D_2$ . Главный вал передает движение вытяжному прибору, веретенам и катушкам.

Звездочка  $Z = 24$ , сидящая на главном валу  $1$ , с помощью цепи передает движение звездочке  $Z = 24$  и шестерням  $Z = 51$  и  $Z = 68$  зуб. и прутковому валу  $2$ .

Прутковый вал  $2$  через винтовые шестерни  $Z = 32$  и  $Z = 21$  зуб. приводит в движение веретена  $3$ , которые вращаются с постоянной скоростью. Крутильная шестерня  $Z_{кр}$  через шестерню  $Z = 38$  зуб. (без учета паразитной шестерни) приводит в движение вал  $4$  верхнего конического барабанчика  $5$ , приводящего в движение нижний конический барабанчик  $6$ . Шестерни  $Z = 24$  и  $Z = 81$  зуб. от нижнего конического барабанчика передают движение валу  $7$ , шестерне  $Z = 52$  зуб., сменной мотальной  $Z_M$ , звездочке  $Z = 24$  зуб. и с помощью бесшумной цепной передачи другой звездочке  $Z = 24$  зуб. дифференциального механизма. В дифференциальном механизме производится сложение скоростей, и суммарная скорость звездочкой  $Z = 24$  зуб. передается прутковому валу  $8$ , а от него винтовым шестерням  $Z = 32$  и  $Z = 21$  зуб. и сидящим на них катушкам  $9$ .

Верхняя каретка  $10$  получает движение от нижнего конического барабанчика  $6$ , через шестерни  $Z = 24$  и  $Z = 81$  зуб., промежуточный вал  $7$ , трехзаходный червяк, шестерни  $Z = 30$  и  $Z = 16$  зуб., тарельчатые шестерни  $Z = 42$  зуб., сменную подъемную шестерню  $Z_{п}$ , далее через шестерни  $Z = 80, 16, 110$  зуб., подъемный вал  $11$ , реечной шестерни  $Z = 22$  зуб.

Вытяжной прибор получает движение от главного вала через сменную крутильную шестерню  $Z_{кр}$ , через шестерни  $Z = 38, 20$  и  $100$  зуб. (без учета паразитных шестерен) передает движение переднему цилиндру  $12$ . От переднего цилиндра через ряд шестерен получает движение третий вытяжной цилиндр  $14$ , от которого движение получает второй цилиндр  $13$  и четвертый цилиндр  $15$ . Движение питающим валам передается от четвертого цилиндра  $15$  с помощью цепной передачи.

Для выработки ровницы заданной линейной плотности на ровничной машине необходимо установить определенную частоту вращения веретен, обеспечить заданную прочность ровницы (с помощью крутки) и правильно намотать ее на катушку. Для выполнения этих требований на ровничной машине имеются следующие сменные шестерни: две вытяжные шестерни —  $Z_{в1}$  и  $Z_{в2}$ , крутильная  $Z_{кр}$ , подъемная  $Z_{п}$ , мотальная  $Z_M$ , две замковые шестерни —  $Z_{х1}$  и  $Z_{х2}$  и две конусные шестерни —  $Z_{х3}$  и  $Z_{х4}$ .

Вытяжные шестерни  $Z_{в1}$  и  $Z_{в2}$  служат для изменения линейной плотности вырабатываемой ровницы за счет изменения вытяжки в вытяжном приборе.



обратно пропорционально крутке. При выработке ровницы большей линейной плотности с меньшей круткой крутильную шестерню устанавливают с большим числом зубьев, и наоборот.

Подъемная шестерня  $Z_{\Pi}$  предназначена для изменения скорости верхней каретки, а, следовательно, и изменения плотности укладки витков ровницы на катушке по вертикали. При выработке ровницы большей линейной плотности устанавливают подъемную шестерню с большим числом зубьев, и наоборот.

Мотальная шестерня  $Z_M$  служит для изменения натяжения ровницы во время наработки первого слоя на пустую катушку. Эту шестерню меняют при изменении диаметра пустой катушки. Чтобы привести ее в соответствие с длиной ровницы, выпускаемой передним цилиндром, нужно увеличить число зубьев мотальной шестерни, так как она в передаче ведомая.

Замковые шестерни  $Z_{X1}$  и  $Z_{X2}$  служат для изменения величины передвижения ремня на конических барабанчиках. При выработке ровницы большей линейной плотности величина перемещения ремня на конических барабанчиках должна быть больше. Это достигается увеличением числа зубьев шестерни  $Z_{X1}$  или уменьшением числа зубьев шестерни  $Z_{X2}$ .

Конусные шестерни  $Z_{X3}$  и  $Z_{X4}$ , служат для изменения угла наклона конуса намотки на катушке. Чем меньше передаточное отношение  $\frac{Z_{X3}}{Z_{X4}}$ , тем больше угол наклона конуса, так как с уменьшением этого числа размах каретки будет уменьшаться медленнее.

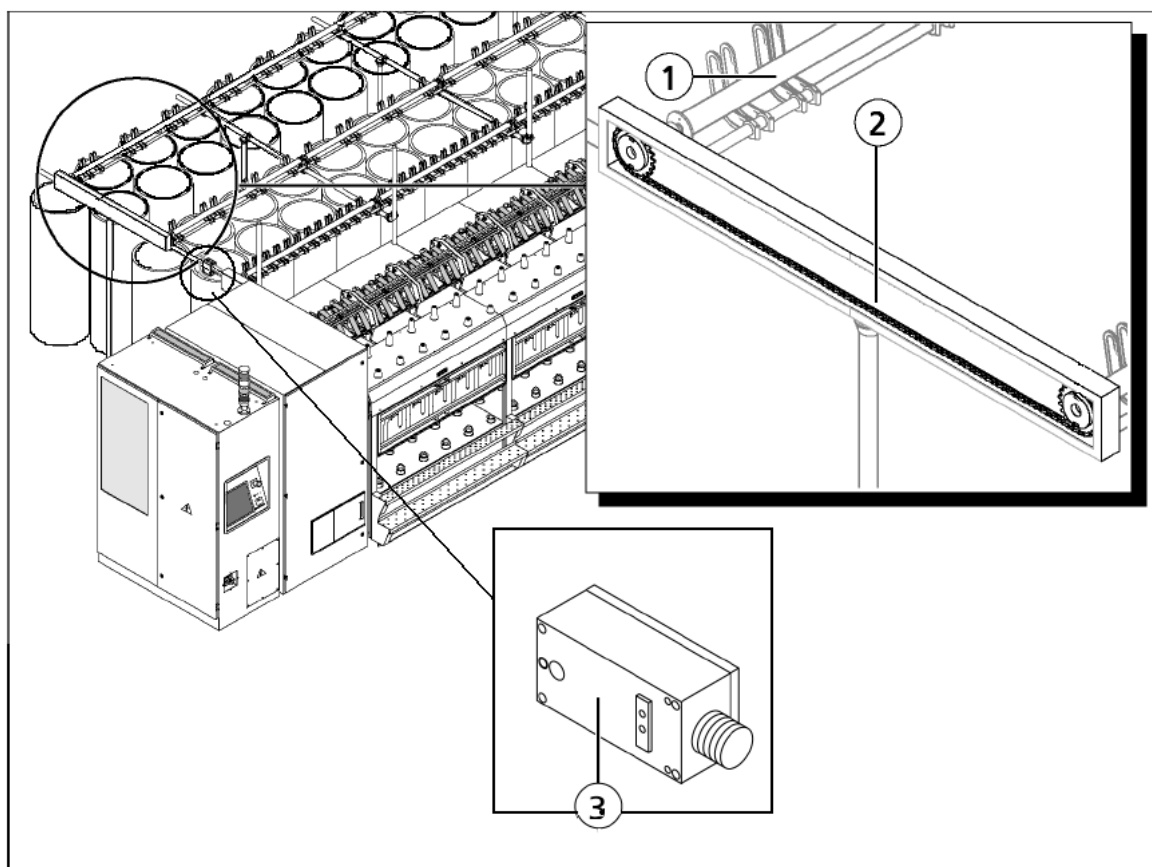
Для изменения частоты вращения веретен используют сменные блоки  $D_1$  и  $D_2$ , чаще для изменения частоты вращения веретен изменяют диаметр блока  $D_1$ .

### ***Питающие устройства***

Лента из тазов выбирается медленно вращающимися питающими валами. Для удобства обслуживания ровничных машин при использовании тазов большого диаметра, устанавливаемых в четыре ряда, два питающих вала монтируют на высоте 1770 мм непосредственно над тазами с лентой, третий крепят на станине. В этом случае позади машины между двумя рядами тазов остается проход, необходимый для обслуживания машины. Кроме того, такое расположение питающих валов уменьшает скрытую вытяжку. Привод питающих валов  $I$  осуществляется цепной передачей  $2$  от питающего цилиндра (рис. 4). На машинах с питающим устройством, расположенным высоко, имеется механизм автоматического останова при сходе или обрыве ленты, состоящий из реле (либо фотоэлемента поз. 3 на рис. 4) и сигнальных ламп, смонтированных на кронштейнах питающих валов. Если лента оборвалась или закончилась, ровничная машина останавливается.

Перед поступлением в вытяжной прибор лента проходит через водилку, которая, двигаясь возвратно-поступательно, перемещает ровницу вдоль цилиндров. Обеспечивает такое движение механизм водилки, расположенный в хвостовой части машины и закрытый ограждением.

Назначение механизма водилки — сообщить ровнице медленное возвратно-поступательное движение вдоль цилиндра и нажимного валика, чтобы предупредить быстрый и неравномерный износ их поверхностей.



**Рисунок 4 – Питающая рамка современной ровничной машины 668 фирмы Zinzer**

Величина и равномерность износа покрытий зависит от различных факторов: от материалов покрытий, их физико-механических свойств, свойств проходящего продукта и его тонины, величины нагрузки, скорости движения планки водилки, времени реверса и т.п.

К механизму водилки предъявляются следующие требования:

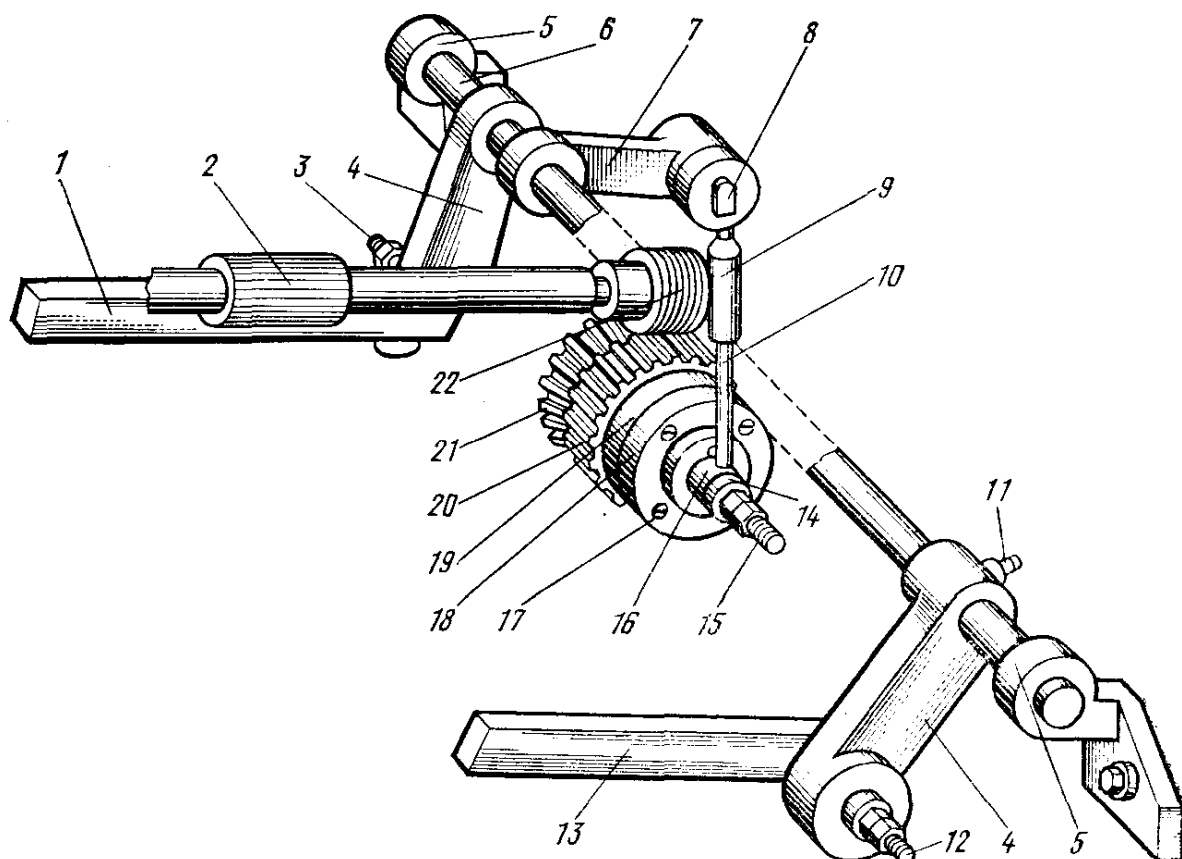
1) закон движения планки водилки должен быть таким, чтобы износ рабочей поверхности валика вследствие контакта с ровницей был по возможности равномерным по длине;

2) должна быть возможность регулировки максимального размаха и положения планки относительно цилиндров, что обеспечивает равномерный износ эластичных покрытий валиков.

По характеру движения различают водилки с постоянным и переменным размахом планки. На ровничных машинах применяют водилки обоих типов.

На рис. 5 показан червячно-эксцентриковый механизм водилки. На заднем цилиндре 2 (рис. 5) установлен червяк 22, передающий движение червячным шестерням 21 и 20; червячная шестерня 21 имеет 45 зуб., а червячная шестерня

20 – 44 зуб. Последняя свободно установлена на ступице червячной шестерни 21 и соединяется с помощью продольных пазов и пальца 17, имеющего винтовую нарезку, с фланцами 19 и 18, которые жестко соединены между собой. Фланец 19 установлен на эксцентрической ступице червячной шестерни 21 и его осевое смещение ограничено шайбой 14. В продольном пазу фланца 18 установлен винт 15, на который насажена втулка 16, являющаяся осью тяги (шатуна) 10 водилки. Перемещая по пазу фланца 18 винт 15 со втулкой 16 и тягой 10, изменяют эксцентриситет относительно оси вращения червячной шестерни 21, что приводит к изменению размаха водилки.



**Рисунок 5 – Механизм движения водилки ровничных машин**

Для уменьшения износа зажимной пары ход водилки сделан переменным. При этом сама водилка смещается постепенно вправо и влево на небольшую величину, так как она в крайних точках практически выстаивает и в них происходит более интенсивный износ эластичного покрытия нажимного валика. За счет переменного размаха хода водилки эти точки смещаются вдоль цилиндра, а износ поверхностей зажимных пар уменьшается.

Так как число зубьев червячных шестерен 21 и 20 разное, то во время работы эти шестерни смещаются относительно друг друга, что приводит к добавочному смещению водилки за счет изменения положения эксцентрической втулки червячной шестерни 21 относительно фланцев 19 и 18. Следовательно, полная амплитуда размаха водилки складывается из амплитуды, создаваемой

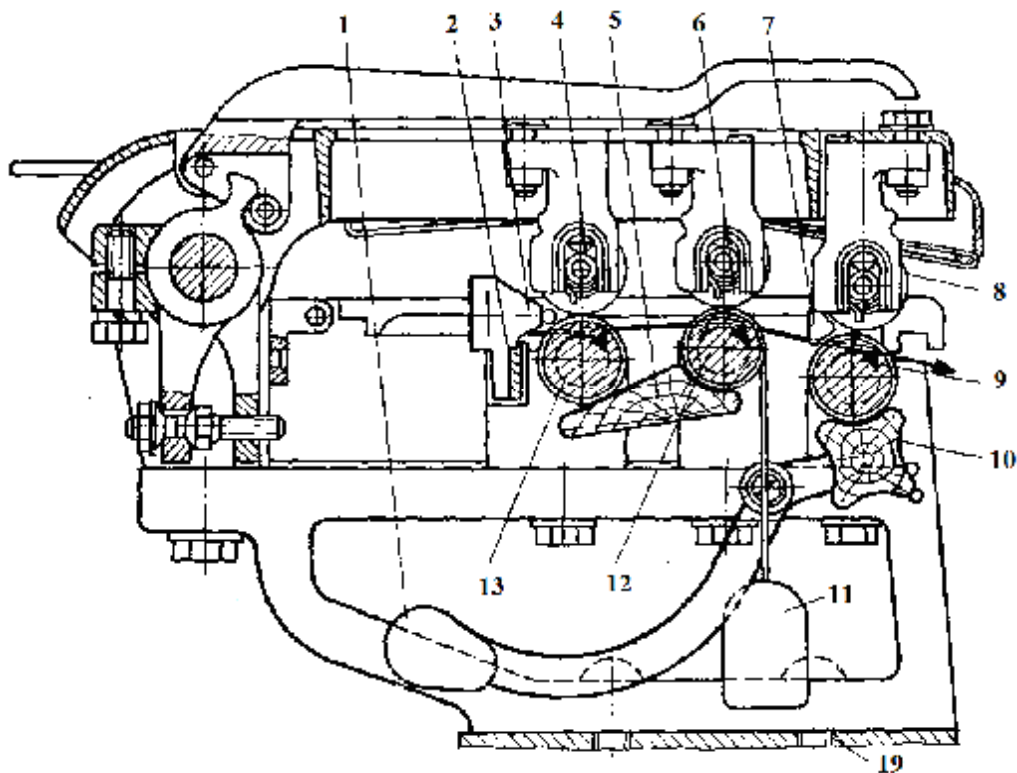
положением винта 15 на фланце 18, и амплитуды, зависящей от эксцентриситета ступицы червячной шестерни 21. Механизм водилки укрепляют на оси кронштейна. Кронштейн опирается на плиту, закрепленную на цилиндрическом бруске и имеющую поперечные пазы, позволяющие перемещать механизм водилки при изменении разводки цилиндров. Тяга 10 водилки соединена с планками уплотнителей специальной гайкой 9 и рычагами 7 и 4. Специальная гайка 9 и резьбовая часть тяги 10 служат для изменения установки рычагов и связанных с ними планок уплотнителей. Гайка 9 соединена с рычагом 7 с помощью пальца 8. Рычаги 7 и 4 закреплены винтами 11 на валике 6, установленном в кронштейнах 5. Кронштейн 5 крепится к корпусу механизма. Планки 1 и 13 уплотнителей соответственно ленты и мычки соединены рычагами 4 при помощи пальцев 3 и 12. Механизм водилки закрыт кожухом с крышками.

### ***Вытяжные приборы***

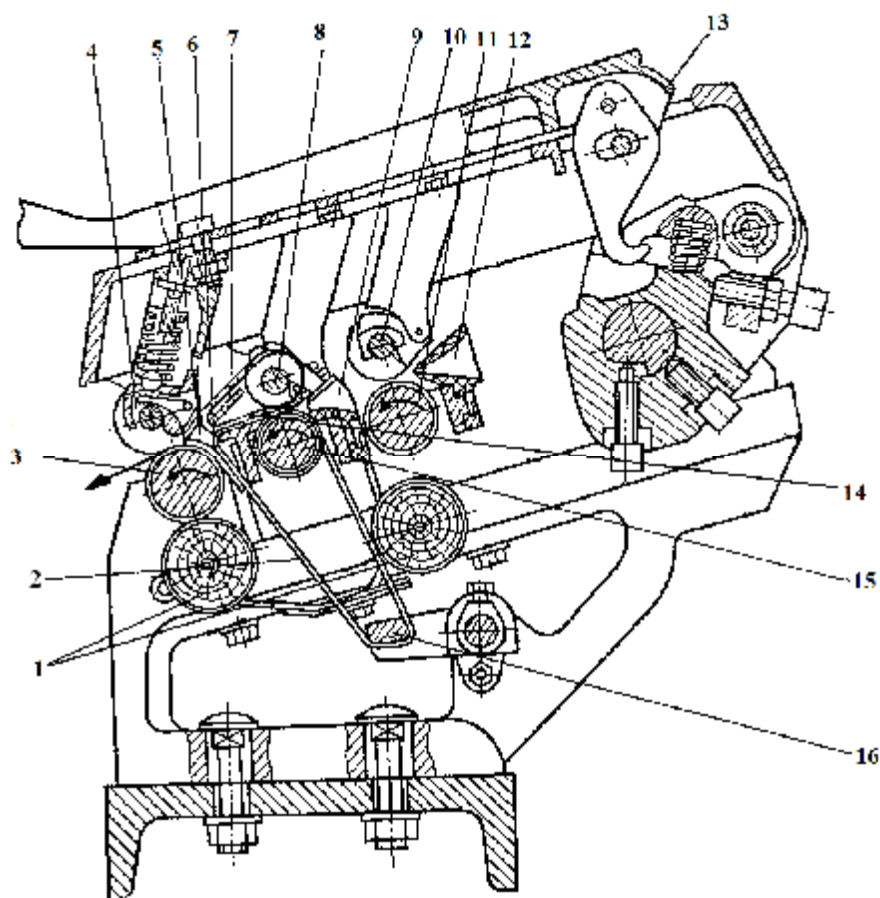
На ровничных машинах различных марок устанавливают следующие вытяжные приборы: трехцилиндровые на машине Р-260-3 и Р-192-3, четырехцилиндровые с последовательно возрастающими частными вытяжками на машине Р-132-3, четырехцилиндровые двухзонные на машинах Р-168-3 и Р-192-3, трехцилиндровые двухремешковые на машинах Р-260-5 и Р-192-5.

Трехцилиндровый вытяжной прибор. Прибор имеет уплотнитель в основной зоне вытягивания и навесную пружинную систему нагрузки нажимных валиков. Вытяжной прибор (рис. 6) имеет три вытяжные пары, состоящие из рифленых цилиндров 9, 12, 13 и нажимных валиков 8, 6, 4 с эластичным покрытием. Лента в вытяжной прибор поступает в третью (заднюю) пару 13, 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. Выпускной цилиндр очищается чистительным валиком 10, 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 11. Нагрузка на верхние валики 8, 6, 4 осуществляется рычагом с помощью навесной системы нагрузки и составляет на две мычки в каждой линии 80 – 100 Н. При общей вытяжке 2,41 – 7,45 частные вытяжки составляют: между выпускной и второй парами 2,2 – 7,7, между второй и третьей 1,07 – 1,87. Разводки при диаметрах цилиндров 32, 28 и 32 мм соответственно 32 – 43 и 39 – 55 мм. Диаметр нажимных валиков по покрытию составляет 30 мм.

Двухремешковый вытяжной прибор. Вытяжной прибор двухзонный, двухремешковый с прямыми полями вытягивания, состоит из трех линий цилиндров 3, 15, 11 и нажимных валиков 4, 8, 10, зафиксированных в откидном рычаге 13 (рис. 7).

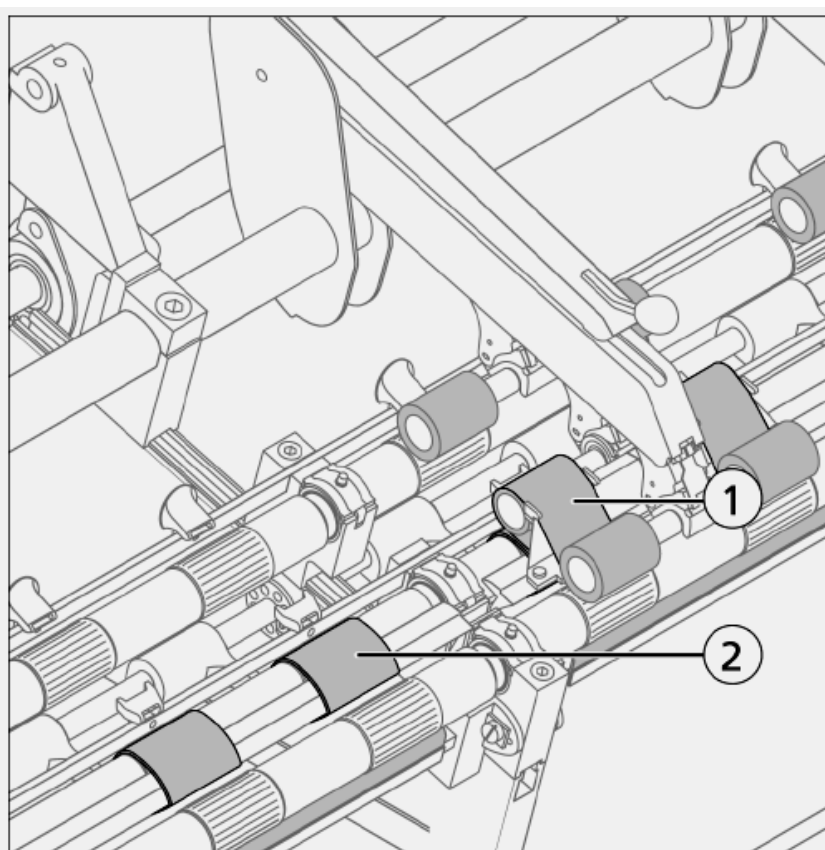


**Рисунок 6 – Трехцилиндровый вытяжной прибор с уплотнителем в основной зоне**



**Рисунок 7 – Трехцилиндровый двухремешковый вытяжной прибор**

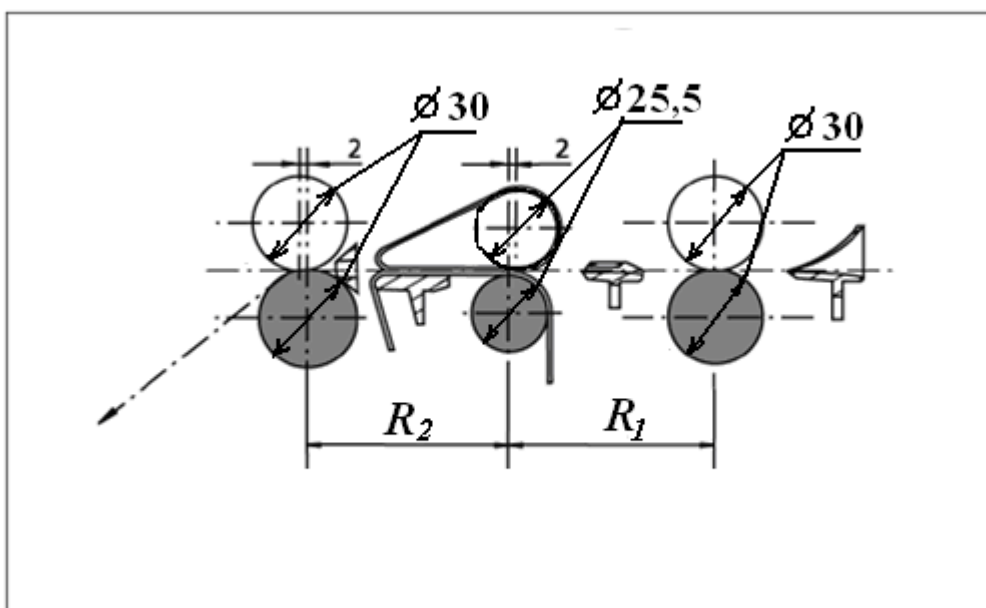
Нагрузка на валики пружинная, индивидуальная для каждого валика. Для лучшего контроля волокна в передней зоне имеются два ремешка: верхний 14 и нижний 2. Натяжение нижних ремешков осуществляется подпружиненными кронштейнами 16. Перед каждой вытяжной парой установлены уплотнители 5, 9, 12. Разводка между планками 7 нижнего и верхнего ремешков производится с помощью сменных упоров в зависимости от линейной плотности перерабатываемого продукта. Вытяжные пары очищаются от пуха чистителями 1. Диаметры цилиндров и нажимных валиков составляют 32, 25 и 32 мм. Разводка между передним и вторым цилиндрами составляет 50 мм; между вторым и задним — 47 – 55 мм. Нагрузка на нажимные валики следующая: передний — 160 Н, второй — 120 Н, задний — 140 Н. Общая вытяжка составляет до 20. Общий вид двухремешкового трехцилиндрового вытяжного прибора представлен на рис. 8.



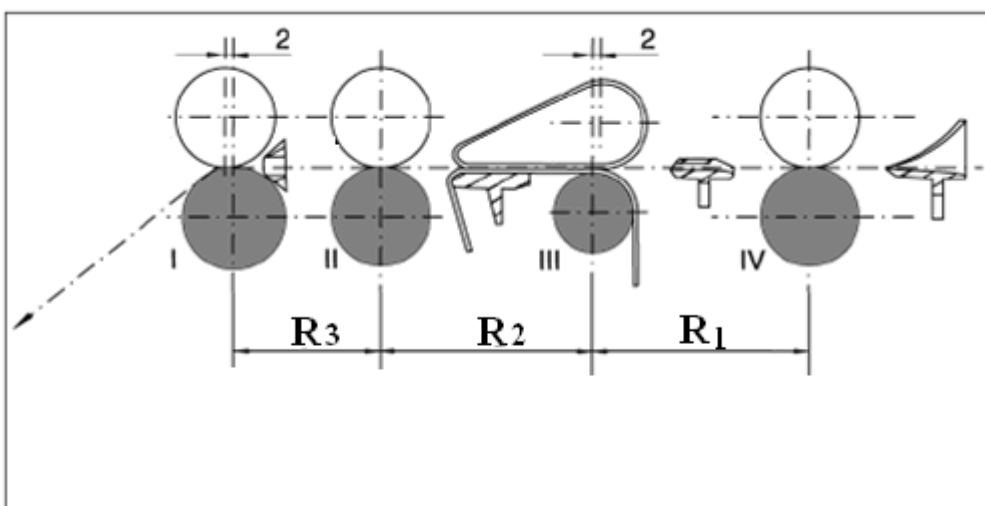
**Рисунок 8 – Общий вид трехцилиндрового двухремешкового вытяжного прибора**

На машине мод. 668 ф. Zinser могут устанавливаться трехцилиндровый двухремешковый (рис. 9) и четырехцилиндровый двухремешковый вытяжные приборы (рис. 10).





**Рисунок 9 – Трехцилиндровый двухрешковый вытяжной прибор на ровничной машине мод. 668 ф. Zinser**



**Рисунок 10 – Четырехцилиндровый двухрешковый вытяжной прибор на ровничной машине мод. 668 ф. Zinser**

В табл. 3 представлены значения разводов по зонам вытягивания в вытяжных приборах машины мод. 668.

Таблица 3 – Разводки по зонам вытягивания в вытяжных приборах ровничной машины ф. Zinser мод. 668

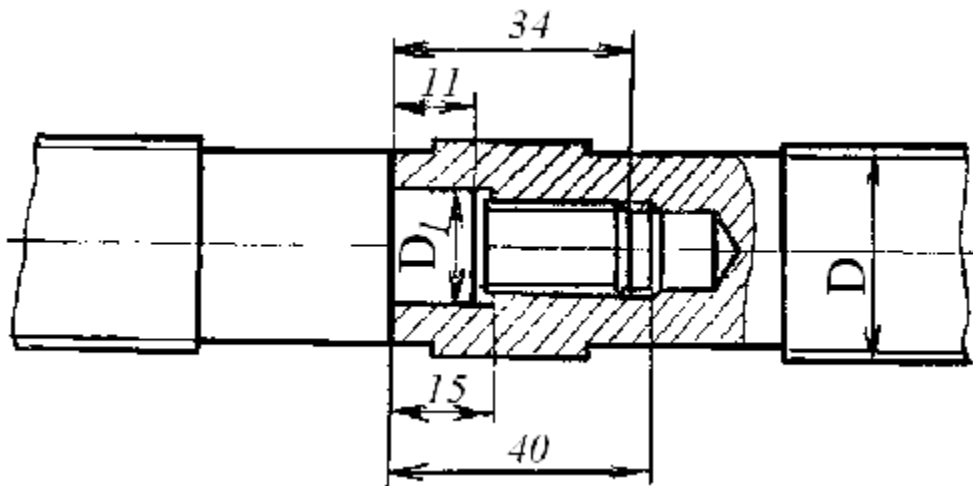
Длина волокна	Величина разводки, мм		
Трехцилиндровый двухремешковый вытяжной прибор с длинным нижним ремешком с использованием зубчатого уплотнителя SKF			
До 45 мм	$R_1 = 65$ мм	$R_2 = 51$ мм	
До 54 мм	$R_1 = 75$ мм	$R_2 = 61$ мм	
До 63 мм	$R_1 = 85$ мм	$R_2 = 76$ мм	
Трехцилиндровый двухремешковый вытяжной прибор с длинным нижним ремешком с использованием двойного уплотнителя			
До 45 мм	$R_1 = 65$ мм	$R_2 = 49$ мм	
До 54 мм	$R_1 = 75$ мм	$R_2 = 58$ мм	
До 63 мм	$R_1 = 85$ мм	$R_2 = 72$ мм	
Четырехцилиндровый двухремешковый вытяжной прибор с коротким нижним ремешком			
До 30 мм	$R_1 = 65$ мм	$R_2 = 49$ мм	$R_3 = 36...38$ мм
32...34 мм	$R_1 = 65$ мм	$R_2 = 49$ мм	$R_3 = 40$ мм
более 34 мм	$R_1 = 65$ мм	$R_2 = 49$ мм	$R_3 = 42$ мм

### *Детали вытяжного прибора*

*Рифленые цилиндры* являются основными деталями вытяжного прибора. Они смонтированы в виде линий, состоящих из отдельных звеньев, соединенных между собой резьбой (рис. 11). Длина звена равна расстоянию между цилиндрическими стойками и колеблется от 504 до 576 мм. Число звеньев в линии зависит от числа веретен на машине и может быть от 10 до 26. Длина цилиндра в собранном виде достигает 13 м, поэтому при недостаточной твердости его угол закручивания может превысить допустимую величину, и вращение цилиндров будет неравномерным. Вибрация цилиндра может вызываться износом опор и увеличенным трением в них, а также вследствие недостаточной твердости самих цилиндров.

Для обеспечения прочного зажима волокон цилиндры делают рифлеными. Рифли имеют переменный шаг (расстояние между соседними рифлями), а диаметры цилиндра и лежащего на нем валика неодинаковы, благодаря чему при вращении цилиндр и валик соприкасаются не в одних и тех же точках, и на эластичной поверхности валика не образуются углублений (канавок) от рифлей. Профиль (форма поперечного сечения) рифлей должен обеспечивать более глубокое проникание рифлей в продукт.

На современных ровничных машинах отечественных заводов звенья цилиндров соединяются с помощью резьбы. Рифленые цилиндры на машинах правой руки имеют левую резьбу, а на машинах левой руки — правую, чтобы избежать развинчивания мест соединений звеньев при вращении цилиндров.

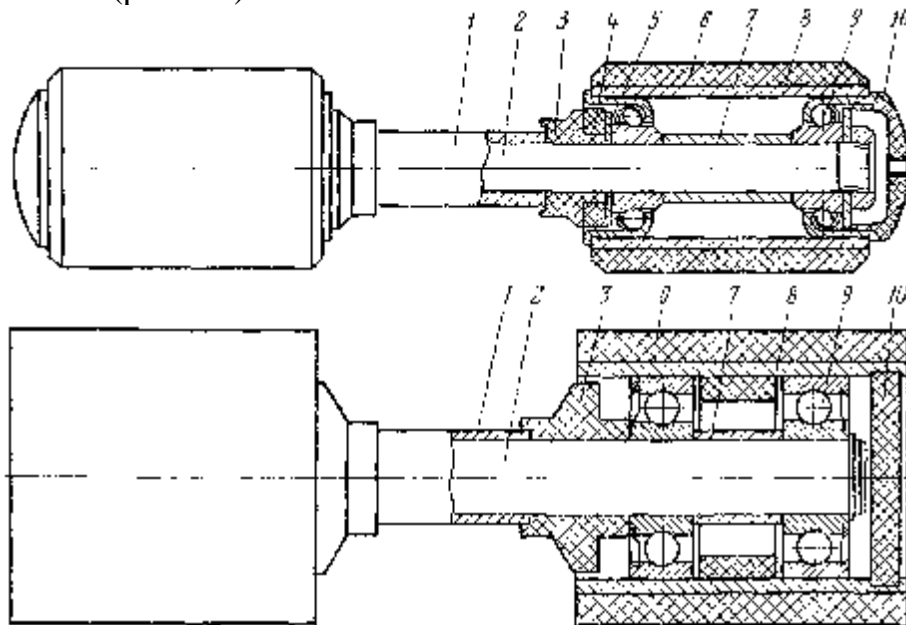


**Рисунок 11 - Соединение цилиндров:  $D = 32, 35$  мм;  $D_1 = 19$  мм**

*Нажимные валики* (рис. 12) изготавливают из чугуна и обтягивают эластичным покрытием.

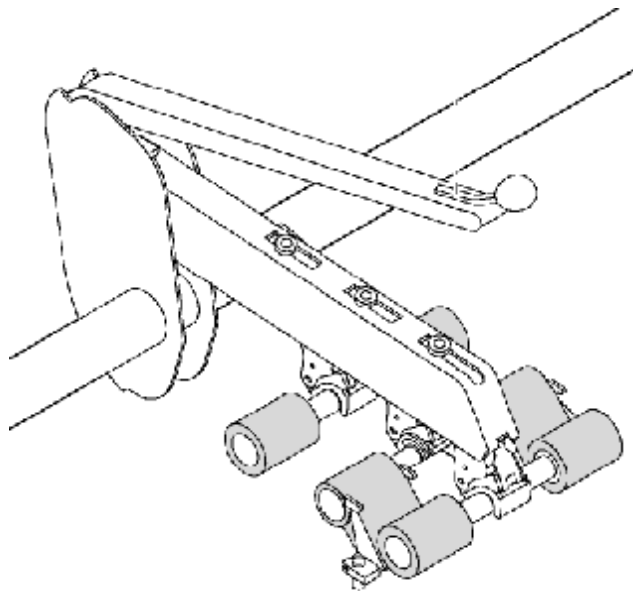
Если нажимной валик имеет эксцентриситет, он вращается неравномерно, происходит его биение, что нарушает правильное вытягивание продукта. Увеличение нагрузки на валик способствует уменьшению его проскальзывания.

В последнее время распространение получил пружинный способ нагружения валиков, который имеет ряд преимуществ: компактность механизма и значительное уменьшение массы машины; легкость обслуживания, так как разгрузка и нагрузка всех валиков производится одновременно простым поворотом разгрузителя (рис. 13).



**Рисунок 12 – Конструкция нажимных валиков:**

- 1 – втулка; 2 – шпindelь; 3 – распорное кольцо; 4 – прокладка;  
5 – шайба; 6 – покрытие; 7 – распорная втулка; 8 – втулка;  
9 – шарикоподшипник; 10 – колпак

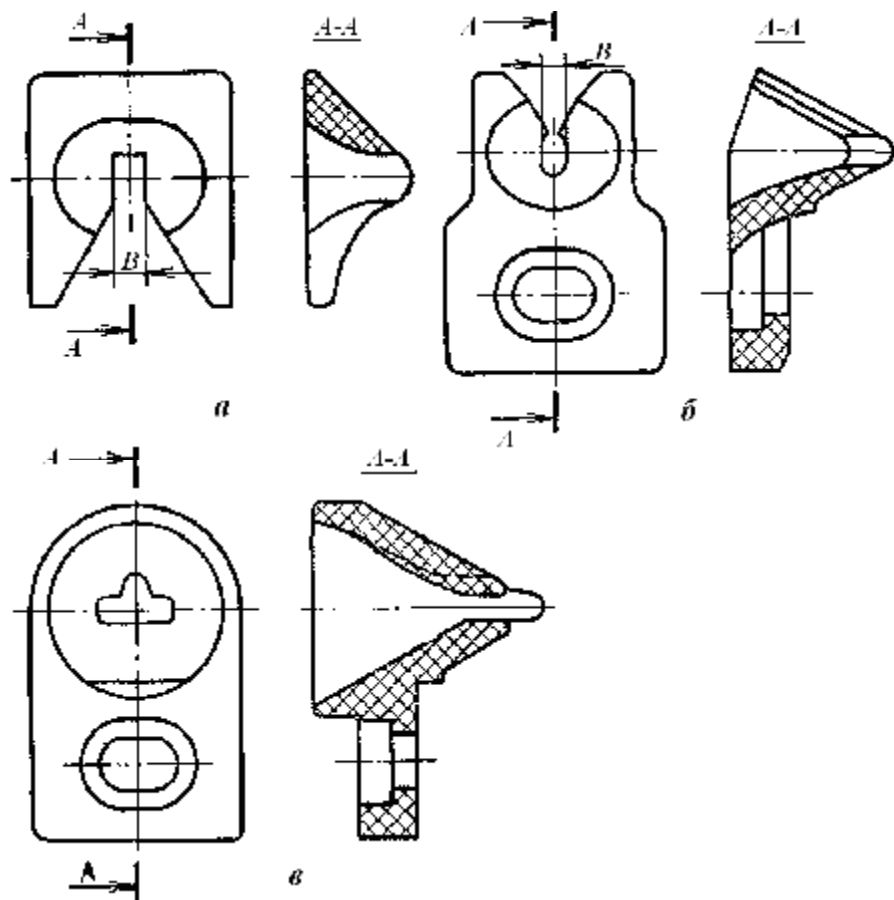


**Рисунок 13 – Рычаг нагрузки для прижима валиков к цилиндрам**

*Уплотнители* улучшают процесс вытягивания ровницы. Назначение уплотнителей — сузить, уплотнить мычку, выходящую из задней зоны, не нарушая при этом параллельности волокон. При этом волокна сближаются, уменьшается количество «плавающих» волокон.

Уплотнители, изготовленные из стойких к истиранию пластмасс, устанавливаются на планке водилки и вместе с ней перемещаются вдоль цилиндра. Они могут быть различной формы.

На рис. 14, *а* показан навесной уплотнитель с вогнутым профилем нижней стенки, кривизна которой соответствует радиусу цилиндра. Уплотнитель устанавливается перед передним цилиндром. Размер *В* зависит от линейной плотности ровницы.



**Рисунок 14 – Уплотнители**

Уплотнитель, представленный на рис. 14, б, устанавливают в межзональном пространстве между вторым и третьим цилиндрами и прикрепляют к планке водилки.

На рис. 14, в показан уплотнитель для ленты, устанавливаемый перед вытяжным прибором. Форма и размеры входных и выходных отверстий должны быть такими, чтобы проходящий продукт достаточно уплотнялся.

### Методические указания

Определить непосредственно на ровничной машине опасные места, усвоить порядок ее пуска и останова, изучить правила безопасной работы.

При изучении конструкции машины сначала сравнивают образцы ленты и ровницы, определяют визуально разницу в числе волокон в поперечном сечении того и другого продукта, а затем делают заключение о необходимости скручивания ровницы и изменения формы паковки.

Изучить технологическую схему ровничной машины, найти все механизмы.

Передачу движения ко всем рабочим органам изучают непосредственно на машине, на которой предварительно снимают все футляры и ограждения, закрывающие шестерни, валы, конические барабанчики.

Сначала изучают передачу движения к вытяжному прибору, затем к веретенам, верхней каретке и катушкам. После этого составляют кинематическую схему.

В кинематической схеме движения следует отметить места расположения сменных шестерен и шкивов, которые меняют в зависимости от заправки машины и ее скоростного режима.

Выясняют назначение и привод направляющих валов, разделителей ленты и изучают их конструкцию. При изучении питающей рамки выясняют возможность изменения ее конструктивных размеров.

Рассматривают конструкцию механизма движения водилок и способ регулирования размаха, рассматривают соединение отдельных деталей. Устанавливают связь водилки с уплотнителями ленты и мычки. Устанавливают пределы отклонения глазков водилки от середины нажимного валика в обе стороны.

Для замера полного перемещения ровницы водилкой предварительно наносят мелом полосу по образующей валика. Пускают в работу машину с заправленной ровницей. После того как водилка совершит полный цикл, включающий нарастание и убывание ее размаха, машину останавливают и по величине стертого ровницей участка меловой полосы определяют полное перемещение ровницы вдоль валика.

Изучают вытяжные приборы всех типов. При этом необходимо разобрать и собрать по одной секции вытяжных приборов нескольких типов и начертить их технологические схемы, а также схемы передачи движения в вытяжном приборе, начиная от переднего цилиндра. Далее рассматривают цилиндрические стойки,

способ их крепления к брусу, подшипники, вкладыши, возможность и необходимость перемещения подшипников в цилиндрических стойках.

Изучают конструкцию цилиндров, рифлей, чистителей цилиндров и валиков, диаметры цилиндров на машинах в зависимости от длины перерабатываемого волокна, способ соединения цилиндров.

Затем определяют размеры звеньев цилиндров и длину рифленой тумбочки в зависимости от типа машины и составляют таблицу по форме 1.

Форма 1

Машина	Расстояние между веретенами (РМВ), мм	Длина звена, мм	Число рифленых тумбочек в звене	Длина рифленой тумбочки, мм	Число рядов сзади машины

Изучают конструкцию нажимных валиков, требования, предъявляемые к валикам. Рассчитывают шаблоны. Разводку между цилиндрами устанавливают в зависимости от длины перерабатываемого волокна.

При данной длине волокна  $L_{шт}$  и определенном типе вытяжного прибора рассчитывают необходимые шаблоны для установки разводки

$$Ш = R - \frac{d_1 + d_2}{2},$$

где  $Ш$  – размер шаблона, мм;  $R$  – разводка (расстояние между центрами цилиндров), мм;  $d_1$  и  $d_2$  – диаметры цилиндров, мм.

Все полученные данные сводят в таблицу по форме 2.

### План отчета

1. Кратко описать назначение ровничной машины, назвать основные марки машин и их характеристики.
2. Начертить технологическую схему ровничной машины с указанием направления вращения рабочих органов.
3. Начертить кинематическую схему ровничной машины с указанием сменных элементов.
4. Кратко описать назначение сменных органов.
5. Дать сравнительный анализ конструктивных особенностей ровничных машин отечественных производителей и зарубежных фирм.
6. Описать питающие устройства ровничных машин, используемых при разных условиях питания машин полуфабрикатом.
7. Начертить схему механизма движения водилки и график перемещения водилки. Описать способ регулирования движения водилки.

Машина					Диаметры, мм												
Тип вытяжного прибора					цилиндров												
	передний - I	II	III	IV	нажимных валиков по покрытию												
					Место установки уплотнителей												
					на переднем цилиндре												
					на II												
					на III												
					на IV												
					на переднем цилиндре												
					на II												
					на III												
					на IV												
					I-II												
					II-III												
					III-IV												
					передний												
					II												
					III												
					IV												
					общая												
					I-II												
					II-III												
					III-IV												

8. Начертить технологические схемы вытяжных приборов различных типов.
9. Заполнить таблицу по форме 1.
10. Рассчитать размер шаблонов по заданной длине волокна.
11. Заполнить таблицу по форме 2.

## **2 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛЕЙ КРУТИЛЬНО-МОТАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА. УСТРОЙСТВО, РАБОТА И НАЛАДКА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА И МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ (ЗАМКА)**

### **Цель лабораторной работы**

Изучение деталей крутильного механизма; освоение методики определения крутки ровницы и исследование результатов кручения.

Изучение структуры катушки, дифференциальных механизмов различных конструкций, освоение методики расчета дифференциалов.

Изучение назначения и устройства механизма управления (замка), усвоение его функций, способов регулирования отдельных элементов намотки.

### **Задания**

1. Изучить детали крутильного механизма.
2. Замерить размеры веретен и составить сравнительную таблицу для ровничных машин различных марок.
3. Уяснить назначение распространителей крутки.
4. Определить расчетные и фактические параметры заправки машины.
5. Замерить высоту первого и последнего слоев на катушке, замерить длину витка в первом и последнем слоях, подсчитать число витков ровницы на 1 см высоты и радиуса намотки.
6. Изучить работу дифференциальных механизмов, подсчитать передаточные числа.
7. Изучить функции механизма управления.
8. Усвоить узлы механизма управления, связанные с выполнением отдельных его функций.

### **Основные сведения**

#### ***Кручение ровницы***

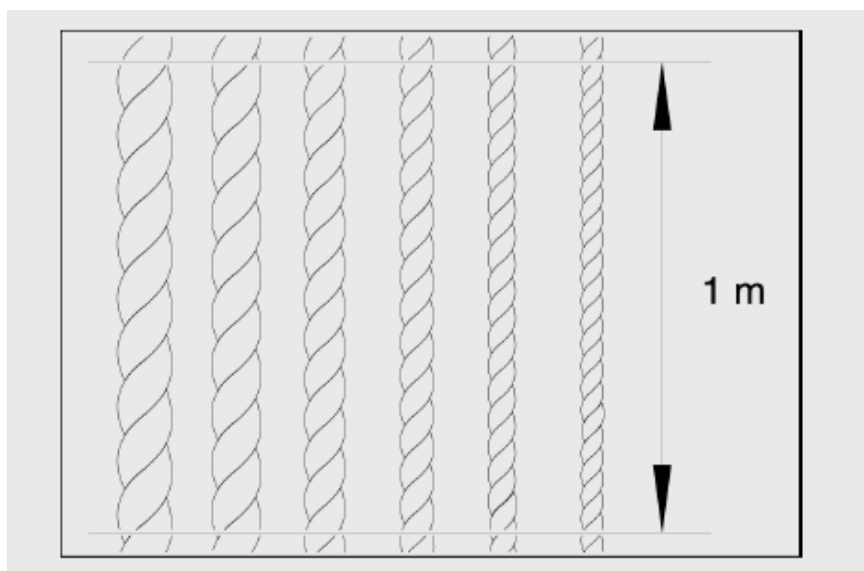
Формирование ровницы на ровничных машинах осуществляется с помощью процесса кручения. Мычка, выходящая из вытяжного прибора ровничной машины, состоит из сравнительно небольшого количества распрямленных волокон, расположенных параллельно. Прочность ее, обуславливаемая только сцепляемостью волокон, настолько мала, что такую мычку нельзя намотать на катушку, не нарушив ее строения и не оборвав ее. Поэтому мычку укрепляют



скручиванием. Если свободный конец мычки закрутить на один оборот (один раз), мычка получает одно кручение, расположенное по всей ее длине, и в ней образуется один виток. Чем больше закручивается мычка, тем большее число кручений она получает, тем больше она уплотняется. Соответственно этому повышается до известного предела и прочность мычки. Слегка скрученная на ровничных машинах мычка называется ровницей.

Выходящая из передней вытяжной пары мычка скручивается. Мерой кручения является крутка  $K$ , т.е. число кручений, приходящихся на единицу длины. Крутка может быть двух разных направлений. Если витки крутки идут снизу слева вверх направо, то такая крутка называется правой круткой и обозначается буквой  $Z$ . При левой крутке, обозначаемой буквой  $S$ , витки идут снизу справа вверх налево. На отечественных ровничных машинах применяется только правая крутка  $Z$ .

На рис. 15 представлен продукт (ровница) одинаковой линейной плотности, имеющий разную интенсивность кручения.



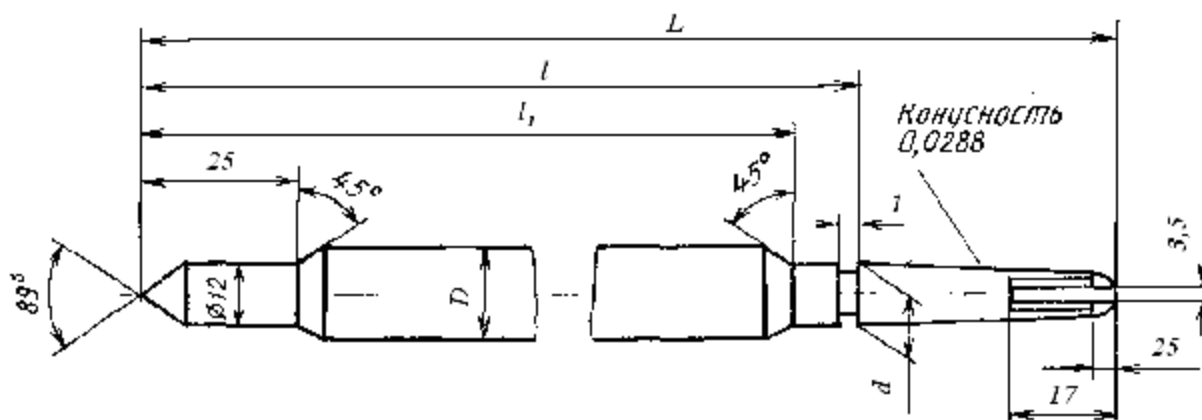
**Рисунок 15 – Крученая ровница**

Коэффициент крутки ровницы выбирают в зависимости от ее линейной плотности и свойств перерабатываемого волокна.

На ровничных машинах для кручения мычки используют веретено с рогулькой.

Веретено (рис. 16) представляет собой круглый цилиндрический стальной стержень, верхний конец которого выточен соответственно размерам верхнего канала втулки рогульки и имеет сквозную осевую прорезь. В эту прорезь входит шпилька рогульки, за счет чего рогулька прочно закрепляется на веретене и легко снимается при съеме наработанных катушек. Средняя цилиндрическая часть веретена проходит через канал втулки, закрепленной на верхней каретке, и удерживается ею в вертикальном положении. Нижняя часть веретена имеет коническую заточку и опирается на подпятник, размещенный в нижней карет-

ке. Веретена на ровничных машинах расположены в два ряда в шахматном порядке. Основные условия нормальной работы веретен: уравновешенность рогулек и веретен, совпадение осей веретен, втулок и подпятников, отсутствие биения.



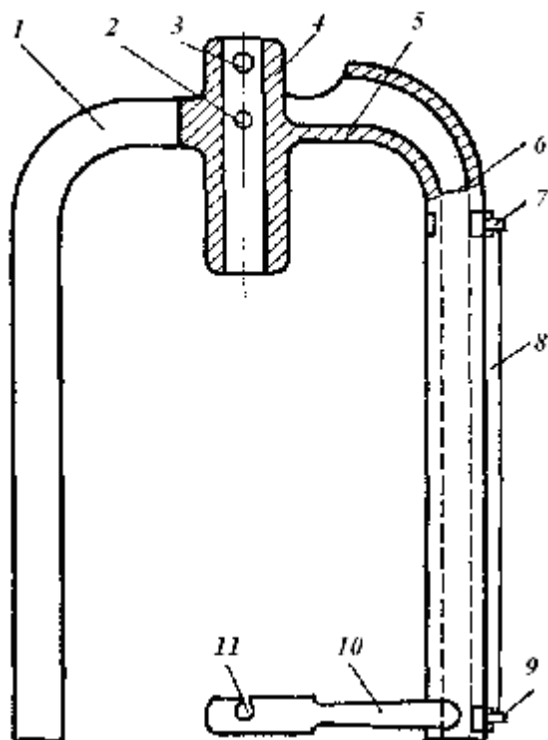
**Рисунок 16 – Конструкция веретена**

На современных ровничных машинах используют рогульки разных конструкций. Наибольшее распространение на отечественных машинах имеют стальные штампованные рогульки. Рогулька состоит из цилиндрической втулки 4 (рис. 17) и двух ветвей 1 и 5. На втулке 4 имеется продольное коническое отверстие, с помощью которого рогулька надевается на коническую часть веретена. Наличие этого конуса обеспечивает плотное соединение рогульки с веретеном, не допускающее качки рогульки во время работы машины. На втулке имеется штифт 2, который входит в прорезь веретена и закрепляет рогульку. Втулка имеет поперечное отверстие 3, через которое ровницу заправляют и пропускают из втулки 4 в полую или рабочую ветвь. Ровницу в полую ветвь 5 рогульки заправляют через криволинейную прорезь 6, которая предохраняет ровницу от вылетания из полости полой ветви вследствие центробежной силы, развиваемой при вращении рогульки. Снаружи на полую ветвь 5 надевается рычажок 10, называемый лапочкой и предназначенный для направления выходящей из рогульки ровницы на катушку. Лапочка состоит из вертикального стержня 8 и двух хомутиков 7 и 9, с помощью которых она надевается на полую ветвь рогульки, и горизонтальной криволинейной части лапочки 10, вокруг которой обматывается ровница при переходе ее из рогульки на катушку.

На горизонтальной части лапочки, прижимающейся к катушке, находится отверстие 11, через которое пропускается ровница и наматывается на катушку.

Верхний хомутик лапочки расположен в специальном гнезде, образованном двумя выступами полой ветви рогульки. Гнездо удерживает лапочку на полой ветви и ограничивает угол ее поворота.

При вращении рогульки горизонтальная часть лапочки отбрасывается от оси вращения и надавливает на ровницу, наматывающуюся на катушку. При этом уплотняется наматываемая паковка.



**Рисунок 17 – Рогулька**

Вибрация веретен вызывает большую обрывность ровницы и сильное изнашивание деталей машины, поэтому для уравнивания полой ветви рогульки используют сплошную ветвь рогульки, для уравнивания лапочки – стальной стержень 8.

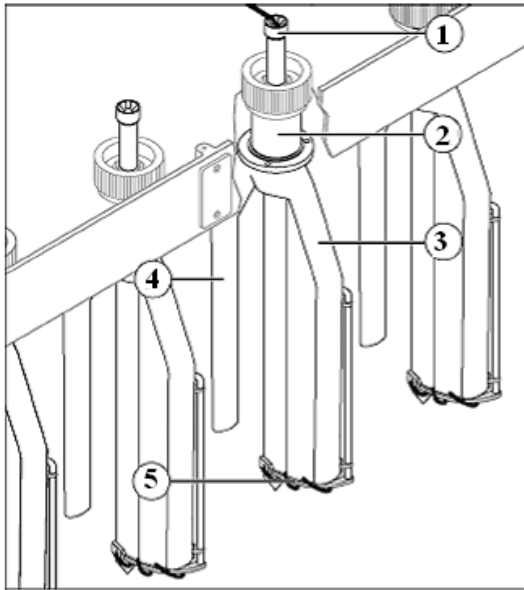
Рогульки и лапочка имеют полированную поверхность, что уменьшает трение ровницы о нее; при большом трении ровницы о поверхность рогульки и лапочки увеличивается обрывность ровницы и выделяется большое количество пуха.

В соответствии с требованиями государственного стандарта рогулька должна быть тщательно отполирована по всей поверхности; ее масса должна быть наименьшей; рогулька должна быть тщательно сбалансирована статически и динамически; упругая дефор-

мация при вращении рогульки не должна быть выше допустимого предела; остаточная деформация ветвей не допускается; возникающие при вращении напряжения не должны превышать пределов усталости; момент инерции массы рогульки относительно оси вращения должен быть наименьшим, чтобы уменьшить время пуска и останова машины.

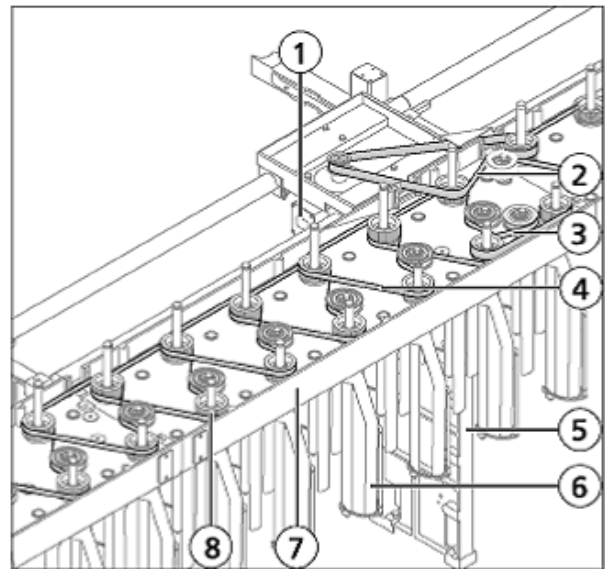
Подвесная рогулька устанавливается на современных ровничных машинах (рис. 18) допускает частоту вращения веретен до  $2240 \text{ мин}^{-1}$ . Каждая ветвь рогульки по всей длине сварена из двух штампованных щек. В верхней части рогульки вварена втулка с коническим отверстием для посадки рогульки на веретено. В верхней части рогульки запрессовано зубчатое колесо, которое приводится в движение от зубчатых ремней и передает вращение рогульке (рис. 19). Привод рогулек осуществляется от индивидуального электродвигателя, на котором находится датчик приращений, определяющий частоту вращения рогулек. Датчик создает электроимпульсы, анализируемые преобразователем частоты и используемые для регулировки частоты вращения рогулек.

Широкое применение получили распространители крутки, которые повышают прочность ровницы на участке между цилиндром и рогулькой, снижают обрывность ровницы, увеличивают плотность ровницы. В результате повышаются масса паковки и производительность машины. Распространители крутки представляют собой насадки различных видов, запрессованные в головке рогульки (рис. 20). Распространители крутки работают по принципу вьюрка, создавая ложную крутку.



**Рисунок 18 – Конструкция подвесной рогульки:**

*1 – распространитель крутки (вьорок); 2 – опора; 3 – полая ветка рогульки; 4 – уравнивающая ветка рогульки; 5 – лапка.*



**Рисунок 19 – Привод рогулек:**

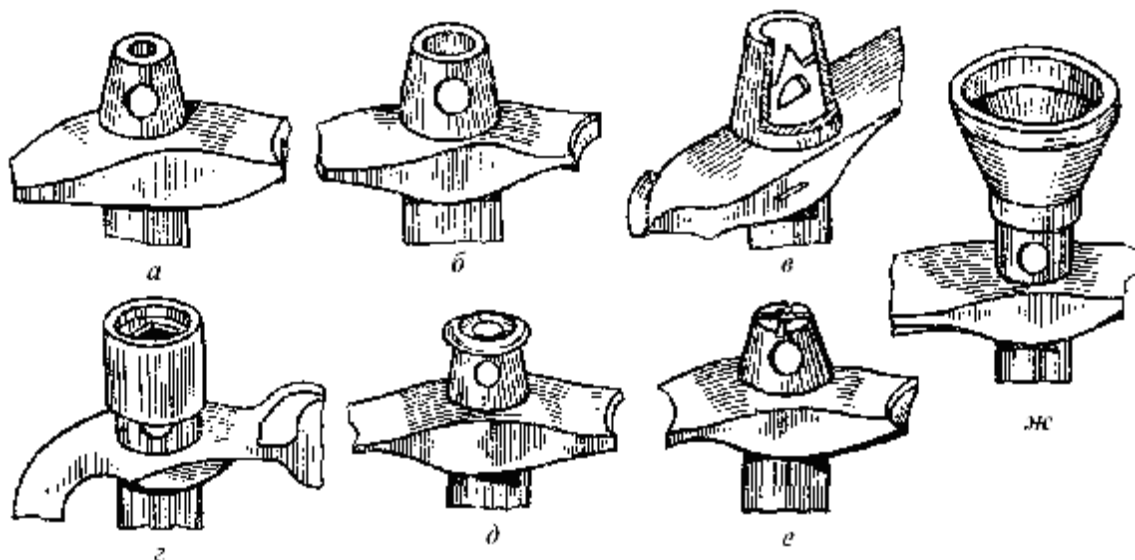
*1 – электродвигатель, 2 – зубчатый ремень двигателя, 3, 4 – зубчатый ремень рогулек, 5 – промежуточная стойка, 6 – рогулька, 7 – рогулечный стол (верхняя каретка), 8 – зубчатое колесо*

На современных ровничных машинах используются следующие виды вьюрков (рис. 21):

1) 1-464.00.0065(HZ 12 GRA) — стандарт (имеет сверху гладкий радиус и хорошо заметное зубчатое зацепление) используется для переработки ровницы линейной плотности 500 текс из кардочесального хлопка, смесей хлопка с химическими волокнами;

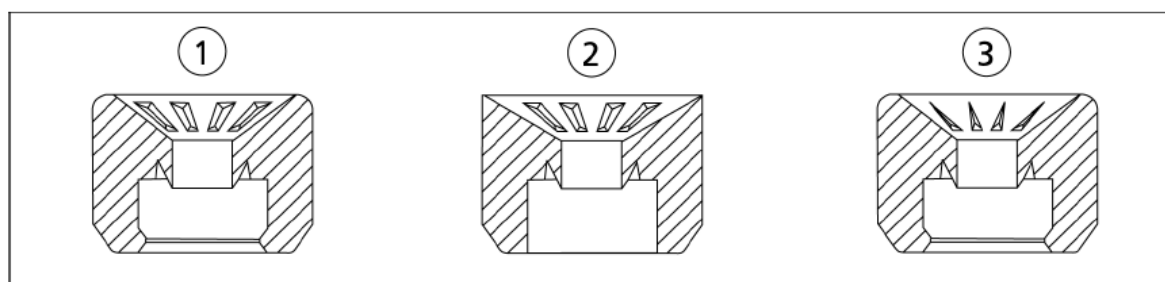
2) 1-464.00.0140(HZ 12 G2) — опция (сверху без радиуса и имеет острое зубчатое зацепление) используется для переработки ровницы линейной плотности 1000 текс и более из кардочесального хлопка, вискозных волокон, синтетических волокон;

3) 1-464.00.0125(HZ 12 GR) — опция (имеет сверху радиус и несильное зубчатое зацепление) используется для переработки ровницы линейной плотности не более 500 текс из чесаного хлопка и хлопковых смесей.



**Рисунок 20 – Распространители крутки:**

*а – без выюрка; б – с увеличенным диаметром втулки; в – пластинчатый выюрка; г – цилиндрическая насадка с квадратным отверстием; д – резиновая насадка; е – с четырьмя радиальными углублениями на головке; ж – воронкообразная резиновая насадка*



**Рисунок 21 – Конструкция выюрков на современных ровничных машинах**

### ***Наматывание ровницы***

На ровничных машинах применяют цилиндрическую намотку с уменьшающейся высотой каждого последующего слоя.

Угол  $\varphi$  (рис. 22) влияет на устойчивость намотки на конусах катушки и ее объем, а, следовательно, и длину ровницы в полной намотке катушки. При малом угле  $\varphi$  объем намотки уменьшается, при слишком большом угле  $\varphi$  возможно сползание витков. Витки ровницы располагаются по цилиндрической винтовой линии с постоянным шагом  $h$ , который выбирают так, чтобы витки укладывались вплотную друг к другу.

В результате сплющивания ровницы шаг витков намотки по вертикали  $h$  оказывается в несколько раз больше толщины слоя  $\delta$ . Приблизительно  $h$  и число витков на 1 см высоты намотки катушки  $S_u$  определяют по формулам:

$$h = \frac{C \cdot \sqrt{T_P}}{31.6}; S_y = \frac{31.6 \cdot B}{\sqrt{T_P}},$$

где  $T_P$  – линейная плотность ровницы, текс;  $C$  и  $B$  – эмпирические коэффициенты, зависящие от линейной плотности ровницы и плотности ее намотки.

Число слоев ровницы на 1 см диаметра намотки катушки  $S_x$  определяют по формуле

$$S_x = \frac{31.6 \cdot A}{\sqrt{T_P}},$$

где  $A$  – эмпирический коэффициент.

С изменением линейной плотности ровницы от 588 до 100 текс коэффициент  $A$  изменяется от 13,8 до 10,2.

При постоянной толщине слоев текущий диаметр намотки

$$d_n = d_k + 2k \cdot \delta,$$

где  $k$  – число слоев;  $\delta$  – толщина ровницы.

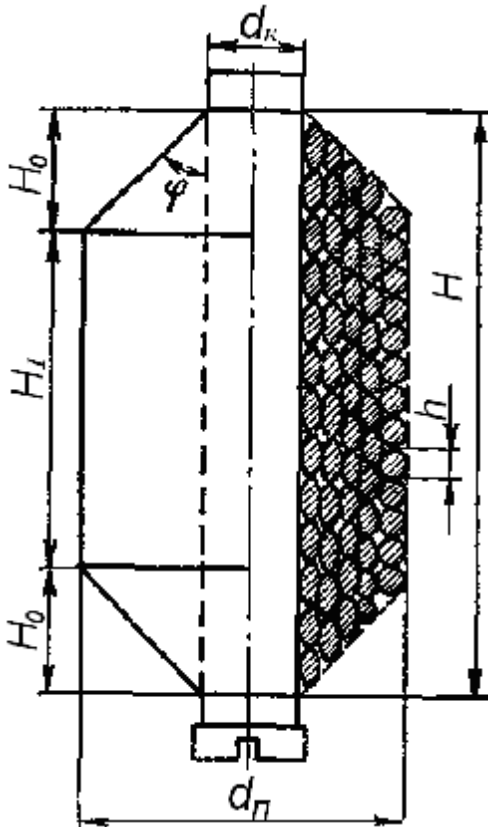


Рисунок 22 – Структура катушки

Но на текущий диаметр намотки  $d$  влияют изменение натяжения в процессе наматывания, крутка ровницы и ее упругие свойства, сплющивание ровницы и др.

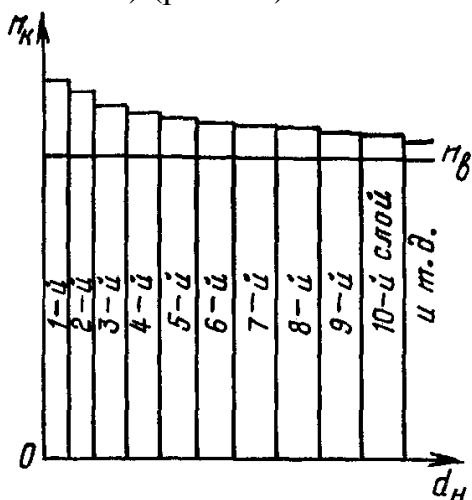
Ровница наматывается на катушку благодаря разности между частотой вращения катушки  $n_k$  и рогульки  $n_g$ .

*Первое условие наматывания.*

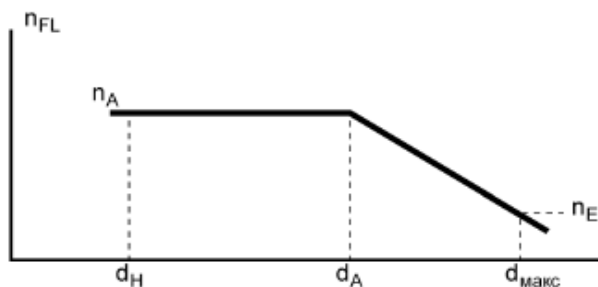
С увеличением диаметра наматывания  $d_n$  при постоянных частоте вращения веретена  $n_v$  и частоте вращения выпускного цилиндра вытяжного прибора  $n_{\psi}$  частота вращения катушки  $n_k$  уменьшается:

$$n_k = n_g + \frac{d_{\psi} \cdot n_{\psi}}{d_n}.$$

На отечественных ровничных машинах изменение частоты вращения катушки происходит за счет смещения ремня по коноидам в механизме управления (ступенчато) (рис. 23), на современных машинах — уменьшением частоты вращения асинхронных двигателей, приводящих в движение катушки (бесступенчато) (рис. 24).



**Рисунок 23 – Ступенчатое изменение частоты вращения катушки при ее формировании**



**Рисунок 24 – Бесступенчатое изменение частоты вращения катушки:**

$n_A$  – начальная частота вращения;  
 $n_E$  – конечная частота вращения;  
 $d_H$  – диаметр патрона;  $d_A$  – диаметр намотки, с которого начинает уменьшаться частота вращения;  $d_{\max}$  – максимальный диаметр намотки

*Второе условие наматывания.*

С увеличением диаметра наматывания  $d_H$  при постоянных частоте вращения выпускного цилиндра вытяжного прибора  $n_y$  и шаге витков намотки  $h$  скорость каретки  $V_k$  уменьшается:

$$V_k = \frac{h \cdot n_y \cdot d_y}{d_H}.$$

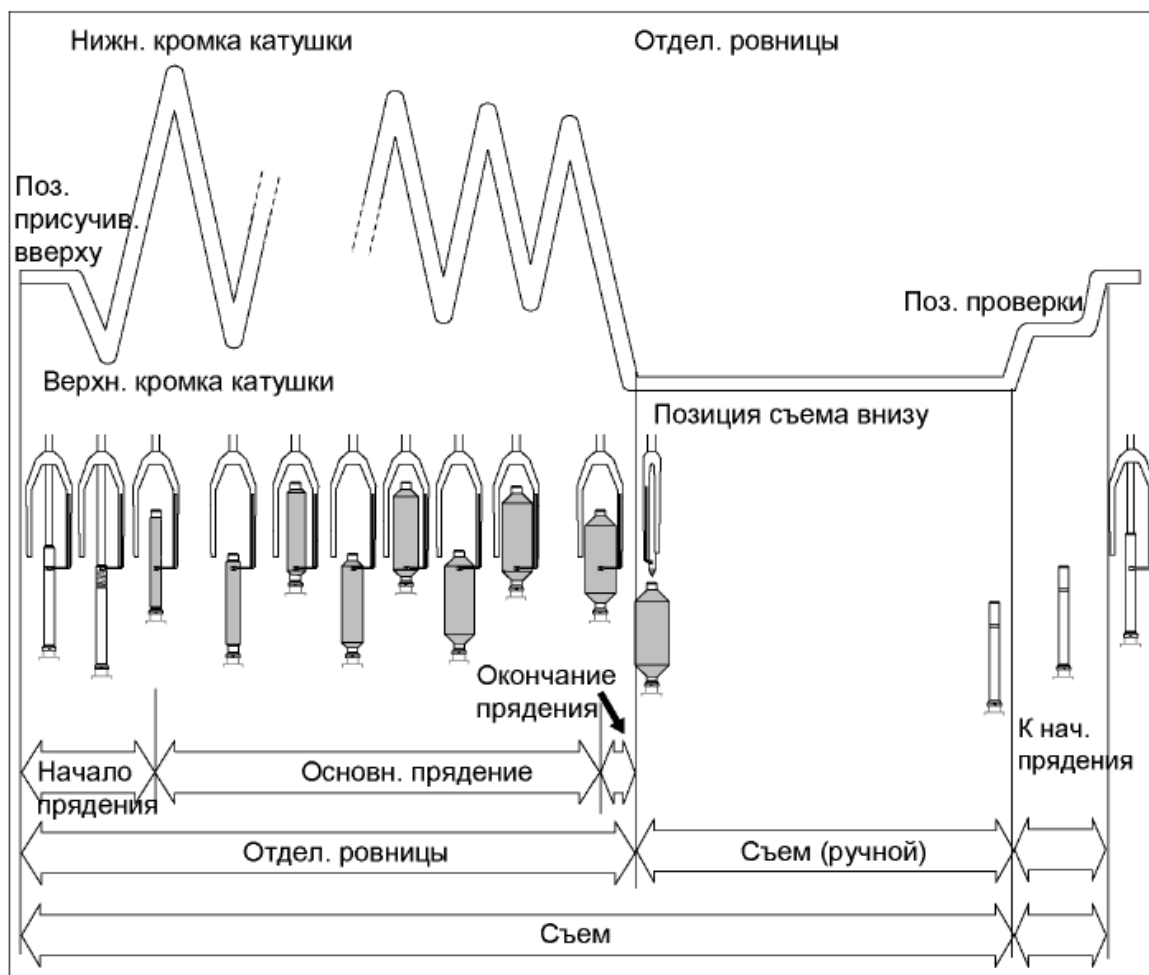
*Третье условие наматывания.* Это условие состоит в том, что для образования верхнего и нижнего конусов катушки необходимо уменьшать размах верхней каретки на определенную величину. Уменьшение размаха верхней каретки пропорционально изменению диаметра намотки, поэтому

$$H = H_1 - \frac{d_n - d_k}{\operatorname{tg} j},$$

где  $H$  – высота слоя намотки при диаметре намотки  $d_n$ , мм;  $H_1$  – высота полной намотки, мм;  $d_k$  – диаметр катушки, мм.

Следовательно, третье условие наматывания показывает, что высота намотки  $H$  зависит от диаметра намотки  $dn$ , так как угол  $\varphi$  и диаметр пустой катушки  $d_K$  – величины постоянные.

На рис. 25 показано движение катушечной каретки при наработке сьема на современных ровничных машинах. На графике показан полный цикл формирования катушки с указанием уменьшения размаха и скорости каретки по мере увеличения диаметра наматывания.



**Рисунок 25 – Цикл формирования катушки**

### *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, которые устанавливают на всех моделях ровничных машин отечественных производителей. Назначение дифференциального механизма состоит в сложении двух скоростей — постоянной от главного вала машины  $n_{г.в}$  и переменной от коноидов (вариатора)  $n_{к.б}$  и передачи суммированной скорости катушкам  $n_{кк}$ .



На ровничных машинах применяют дифференциальные механизмы двух типов: с водилом, передающим движение катушкам; с водилом, получающим движение от главного вала.

Каждый дифференциальный механизм состоит из основных звеньев (центральные колеса и водило) и сателлитов, оси которых перемещаются в пространстве.

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

$$\pm i = \frac{n_2 - n_{вод}}{n_1 - n_{вод}}, \quad (1)$$

где  $i$  – передаточное число между первой и последней шестернями дифференциального механизма;  $n_2$  – частота вращения последней шестерни дифференциала, мин<sup>-1</sup>;  $n_{вод}$  – частота вращения водила, мин<sup>-1</sup>;  $n_1$  – частота вращения первой шестерни дифференциала, мин<sup>-1</sup>.

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. 26). 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 другом также две шестерни —  $z = 25$  и  $z = 15$  зуб.

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

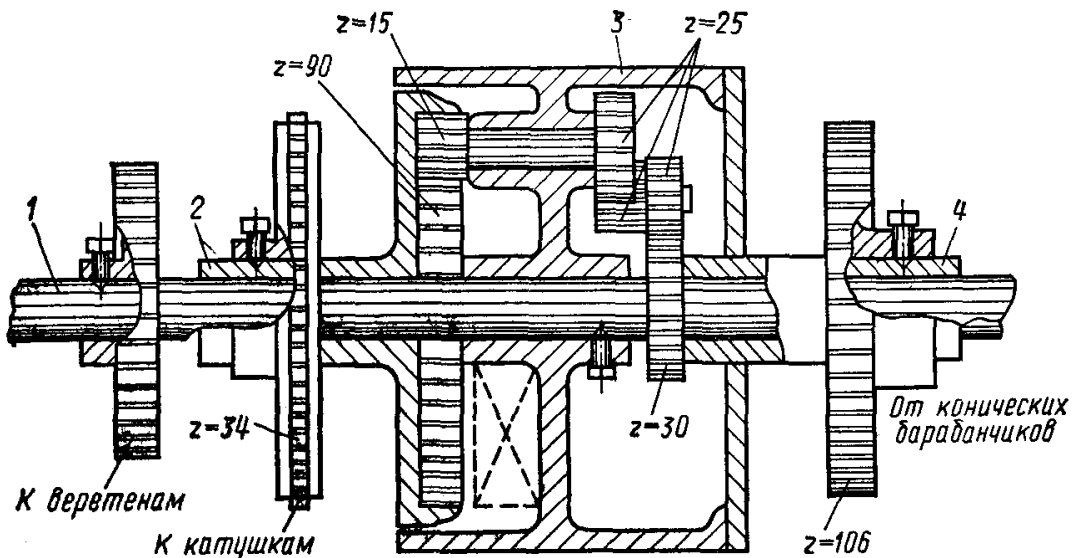
$$i = \frac{30}{25} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{15}{90} = + \frac{1}{5}.$$

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

Решая уравнение (1) относительно  $n_2$ , получим

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

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



**Рисунок 26 – Дифференциальный механизм с водилом, получающим движение от главного вала**

Отсюда

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

Тогда

$$n_{KK} = n_{Г.В.} \cdot \frac{4}{5} + n_{К.Б.} \cdot \frac{1}{5} \quad (2)$$

Дифференциал с водилом, передающим движение катушкам (рис. 27). 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.

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.

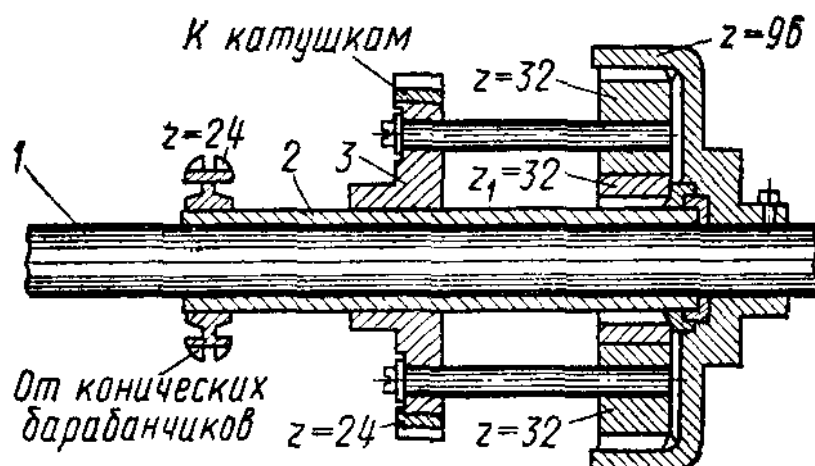


Рисунок 27 – Дифференциальный механизм с водилом, передающим движение катушкам

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) и решая это уравнение относительно  $n_{вод}$ , получим

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

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

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

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

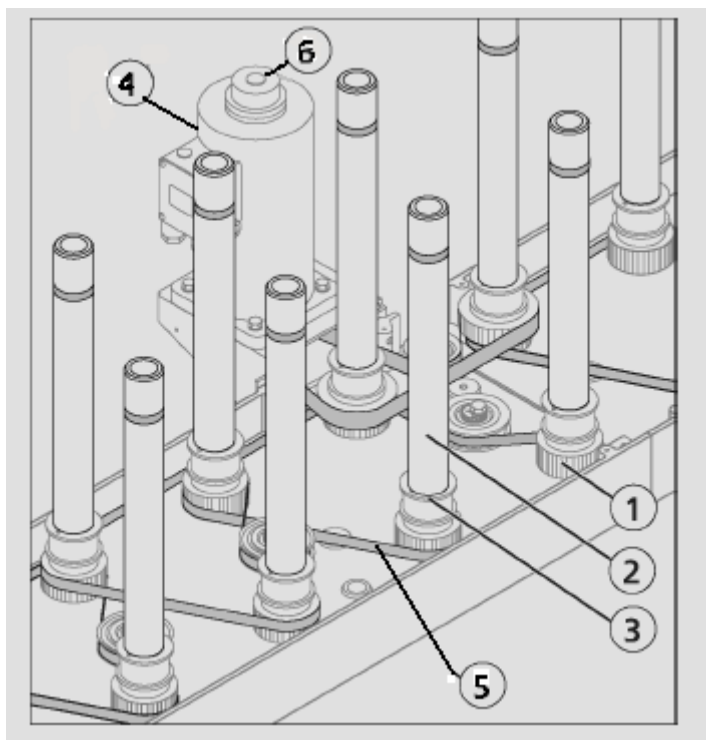
получим 
$$n_{КК} = \frac{3}{4}n_{Г.В.} + \frac{1}{4}n_{К.Б.} \quad (3)$$

Привод катушек на современных ровничных машинах осуществляется от индивидуального электродвигателя с помощью зубчатых ремней (рис. 28)

Механизм управления, работающий автоматически, имеет следующее технологическое назначение: по мере увеличения диаметра катушки уменьшает частоту вращения катушки и скорость движения верхней каретки, раскладывает витки ровницы по уменьшающейся образующей катушки для образования конусов.

Это осуществляется перемещением ремня на конических барабанчиках, изменением направления движения каретки, уменьшением подъема (размаха) каретки.

Механизм управления (замок) ровничной машины показан на рис. 29.



**Рисунок 28 – Привод катушек:**  
 1 – зубчатые колеса, 2 – патроны,  
 3 – поводки, 4 – электродвигатель,  
 5 – зубчатый ремень привода катушек,  
 6 – датчик приращений

К верхней каретке 1 прикреплен кронштейн 2 с упорами 3, которые попеременно нажимают на гайку 4 при подъеме каретки и на гайку 5 при опускании ее.

Обе гайки отрезками входят в паз 6 кронштейна и при вращении винта 7 получают поступательное движение.

Винт-тяги 7 связан с корпусом 8, в котором помещена пружина 9 и ролик 10. На валу 11 свободно сидит коромысло 12, к которому пружиной 13 прижимаются собачки 14 и 15. Коромысло тягой 16 связано с тарелочными шестернями 17 и 18, от которых получает движение подъемный вал верхней каретки. На коромысле 12 имеется упор 19, который попеременно выводит из зацепления с храповиком 20 собачки 21 и 22, прижатые к храповику пружиной 23.

На одной втулке с храповиком сидит сменная шестерня  $Z_{X1}$ , которая через шестерню 24, сменные шестерни  $Z_{X2}$ ,  $Z_{X3}$  и  $Z_{X4}$  передает движение валу 25, а от него через шестерни 26 и 27 вращательное движение винту-тяге 7.

На валу 28 закреплен барабан 29, на который наматывается трос 30, находящийся под постоянным натяжением, создаваемым грузом 31 через натяжные ролики 32 и 33. Трос 30 с помощью отводки 34 передвигает ремень 35 на конических барабанчиках 36 и 37. От нижнего конического барабанчика через шес-

терни  $Z_1$  и  $Z_2$ , вал 38, трехходовой червяк 39, червячную шестерню 40, коническую 41 и тарелочные шестерни 17 и 18 движение передается подъемному валу 42 верхней каретки.

Механизм подъема нижнего конического барабанчика служит для выключения переменной скорости катушек и хода верхней каретки, для включения механизма управления, а также для образования напуска ровницы при снятии полного съема.

Первая функция механизма управления (замка) — передвижение ремня на конических барабанчиках, благодаря чему по мере увеличения диаметра намотки уменьшаются частота вращения катушки и скорость движения каретки. При изучении этой функции рассматривают все детали и их взаимосвязь при передвижении ремня.

При движении каретки вверх упор 3 встречает гайку 4 и тянет вверх винт-тягу 7, на нижнем конце которого находится корпус 8 с пружиной 9 и роликом 10. Ролик, поднимаясь по наклонной плоскости коромысла 12, сжимает пружину 9, что увеличивает давление на верхнее плечо коромысла. При дальнейшем подъеме ролика корпус 8 освобождает собачку 15, прижатую к коромыслу пружиной 13.

Под действием сжатой пружины 9 ролик давит на плечо коромысла и поворачивает его на определенный угол вокруг вала 11. Одновременно с поворотом коромысла 12 упор 19 освобождает собачку 22 из зацепления с храповиком 20. Под действием усилия, создаваемого грузом 31, храповик поворачивается на ползуба до встречи с собачкой 21, которая прижимается к храповику пружиной 23.

На одной втулке с храповиком сидит шестерня  $Z_{X1}$ , которая через шестерни 24,  $Z_{X2}$  и вал 28 связана с барабаном 29.

При отключении собачки 22 под действием груза 31 тросом 30 через натяжные ролики 32 и 33, отводку 34 ремень 35 передвигается вдоль конических барабанчиков вправо (верхний барабанчик ведущий), благодаря чему уменьшается частота вращения катушек и скорость движения каретки.

Когда изучают изменение направления движения каретки, обращают внимание на детали и их взаимосвязь при переключении тарелочных шестерен.

Как уже указывалось, коромысло 12 поворачивается вокруг вала 11. Тягой 16 тарелочные шестерни 17 и 18 перемещаются из одного крайнего положения в другое: шестерня 18 выводится из зацепления, а шестерня 17 вводится в зацепление с конической шестерней 41. Подъемный вал 42 начинает вращаться в обратном направлении, в результате чего изменяется направление движения каретки — она опускается.

При изучении уменьшения подъема (размаха) верхней каретки разбирают все детали от храповика до винта-тяги. При повороте храповика 20 на ползуба через шестерни  $Z_{X1}$ , 24,  $Z_{X2}$ ,  $Z_{X3}$ ,  $Z_{X4}$  вал 25 поворачивает шестерни 26, 27 и винт-тягу 7.

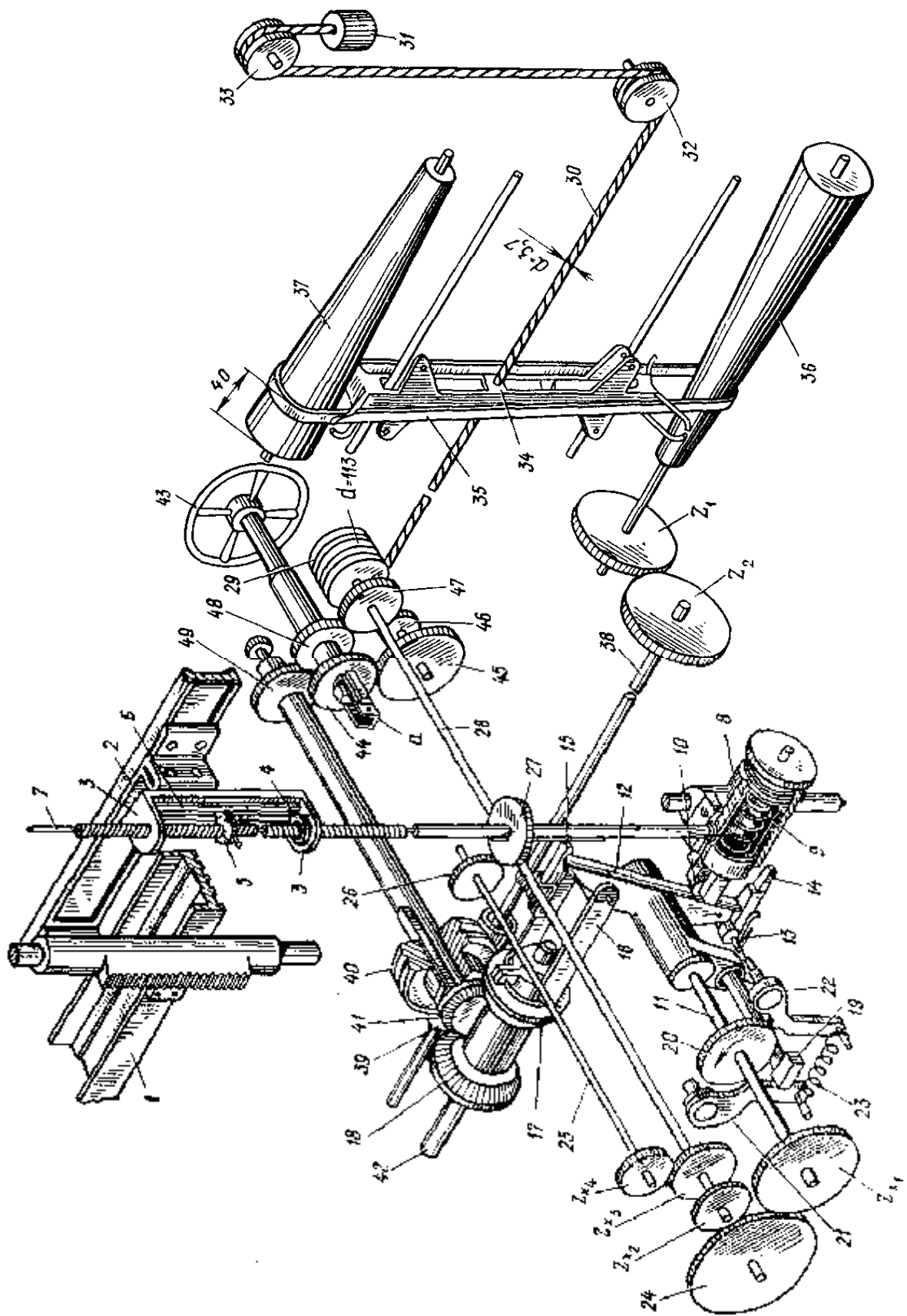


Рисунок 29 – Механизм управления (замок)

Благодаря тому, что винт-тяги 7 имеет правую и левую нарезки, гайки 4 и 5 удаляются друг от друга и приближаются к упорам 3. При этом уменьшается свободный ход между гайками и упором. Каретка при следующем переключении механизма не доходит до своего крайнего положения и ее ход уменьшается. Благодаря этому на катушке образуются конуса.

После наработки полного съема на машинах более ранних конструкций механизм управления приводят в исходное положение вручную, вращая маховик 43, предварительно ослабив натяжение ремня на конических барабанчиках. При этом валик с маховиком выдвигают на себя до тех пор, пока шпонка  $a$  не войдет в паз шестерни 44.

При вращении маховика 43 через шестерни 44, 45, 46, 47, вал 28, шестерни  $Z_{X2}$ , 24 и  $Z_{X1}$  храповик 20 поворачивается в обратном направлении. Одновременно на барабан 29 наматывается трос 30, груз 31 поднимается и ремень на конических барабанчиках передвигается в крайнее левое положение. Через шестерни  $Z_{X3}$ ,  $Z_{X4}$ , вал 25, шестерни 26 и 27 винт-тяги 7 поворачивается в обратном направлении и гайки 4 и 5 сближаются. Шестерни 48 и 49 необходимы при подъеме верхней каретки вручную.

При наработке паковок заданного диаметра машины Р-260-5 и Р-192-5 нажатием кнопки на пульте управления автоматически механизм управления приводится в исходное рабочее положение.

После изучения работы механизма управления рассматривают основные дефекты намотки, которые получаются при его разладке. Слишком малый угол наклона конуса на катушке получается при большом передаточном отношении

$\frac{Z_{X3}}{Z_{X4}}$ , слишком большой угол наклона конуса на катушке — при малом пере-

даточном отношении  $\frac{Z_{X3}}{Z_{X4}}$ . Тугая или слабая намотка получается при неправильно выбранном числе зубьев шестерен  $Z_{X1}$  и  $Z_{X2}$ .

### Методические указания

Подробно разбирают устройство веретена, посадку его в подпятнике, закрепленном в нижней каретке, и вторую опору веретена — втулку, закрепленную в верхней каретке.

Рассматривают обе ветви рогульки, изучают назначение и конструкцию лапки, ее вертикальное и горизонтальное плечо. Обращают внимание на различные виды насадок. Выясняют требования, предъявляемые государственным стандартом к конструкции веретен, рогулек (уравновешивание веретена и рогульки, качество изготовления рогулек, совпадение осей веретена, втулки и подпятника, обеспечение минимального износа трущихся поверхностей, равномерность вращения веретен). Затем снимают необходимые размеры с веретен, устанавливаемых на машинах различных марок, и составляют таблицу по форме 3.

## Основные (номинальные) размеры веретен (см. рис. 16)

Типоразмер веретен	Подъем каретки, мм	$L$	$D$	$l$	$l_1$	$d$
L-D (например, 910-19)						

После этого делают чертеж рогульки и проставляют необходимые размеры в соответствии с рисунком 17.

Для определения влияния распространителей крутки на массу паковки одновременно на одной ровничной машине нарабатывают 5 катушек ровницы любой линейной плотности с насадкой в рогульках и 5 катушек без насадок. Взвешивают катушки, определяют среднюю массу в каждом случае и кратко объясняют полученные результаты.

Для анализа результатов кручения сравнивают расчетное и фактическое значение коэффициентов крутки путем проведения следующей работы:

- 1) определяют линейную плотность ровницы  $T_p$  по массе пяти 10-метровых отрезков;
- 2) определяют тахометром частоту вращения переднего цилиндра  $n_u$  (мин<sup>-1</sup>);
- 3) определяют тахометром (или по кинематической схеме) частоту вращения веретен  $n_e$  (мин<sup>-1</sup>);
- 4) рассчитывают крутку ровницы  $K_\phi$  (кр/м) по формуле

$$K_\phi = \frac{n_e}{p \cdot d_u \cdot n_u};$$

- 5) рассчитывают фактический коэффициент крутки  $a_{T.\phi}$  по формуле

$$a_{T.\phi} = K_\phi \sqrt{T_p};$$

- 6) по кинематической схеме определяют константу крутки (const K) как передаточное число от переднего цилиндра к веретену, деленное на окружность цилиндра в метрах;
- 7) подсчитывают число зубьев крутильной шестерни  $Z_{кр}$ , установленной на машине;
- 8) определяют расчетную крутку  $K_p$  по формуле

$$K_p = \frac{const K}{Z_{кр}};$$

- 9) определяют расчетный коэффициент крутки

$$a_{T.p.} = K_p \sqrt{T_p};$$

- 10) сравнивают фактический и расчетный коэффициенты крутки и при расхождении объясняют причину.

Чтобы подтвердить правильность расчета скоростного режима и заправки машины, проводят работу на заправленной машине по следующему плану:



- 1) определяют тахометром частоту вращения переднего цилиндра  $n_{ц}$  (мин<sup>-1</sup>) и вычисляют скорость выпуска мычки  $V_M$  (м/мин);
- 2) определяют линейную плотность ровницы  $T_P$  по массе пяти 10-метровых отрезков;
- 3) определяют производительность одного веретена за 10 мин работы  $P_в$  (г) по формуле

$$P_в = \frac{V_M \cdot 10 \cdot T_P}{1000};$$

- 4) делают маркером отметку на трех катушках, пускают машину на 10 минут. Затем останавливают машину, снимают катушки, отматывают ровницу с каждой катушки до отметки, взвешивают и определяют среднюю массу ровницы  $G$  (г), наработанной веретеном за 10 мин.;
- 5) сравнивают полученные производительности одного веретена за 10 мин.  $P_в$  и среднюю массу ровницы  $G$ , наработанной веретеном за 10 мин., и при расхождении результатов объясняют причину.

В начале изучения структуры намотки рассматривают катушки с намотанным первым слоем ровницы и полную катушку, посадку катушки на втулку, устанавливают назначение конусов намотки и как они образуются. Замеряют высоту первого и последнего слоев намотки ровницы, длину витка (среднее из пяти замеров) в первом и последнем слоях. Приложив линейку к катушке, подсчитывают число витков  $S_y$  ровницы на 1 см высоты намотки в первом и последнем слоях. Затем подсчитывают число витков  $S_x$  ровницы на 1 см радиуса намотки. Для этого замеряют длину окружности намотки на катушке, определяют радиус намотки, сматывают 15 – 20 слоев, снова определяют длину и радиус намотки. Число витков определяют по формулам, полученные результаты сравнивают и делают выводы.

После изучения структуры намотки катушки проверяют расхождение в диаметре катушки при  $n$  слоях — фактическом и определенном по приведенной выше формуле.

Прежде чем приступить к изучению дифференциальных механизмов, необходимо твердо усвоить, почему катушки не должны получать движение только от главного вала или только от конических барабанчиков. Затем последовательно по чертежам и на действующих моделях дифференциальных механизмов изучают конструкцию и отдельные детали механизма.

После изучения конструкции дифференциальных механизмов рассматривают цепную передачу от дифференциального механизма к катушкам.

Для сравнения расчетной и фактической скорости подъема каретки и для проверки соответствия диаметра катушки при фактическом и расчетном числе слоев  $n$  работу выполняют по следующему плану:

- 1) на заправленной машине замеряют диаметр намотки  $dn$  (см);
- 2) замеряют высоту намотки данного слоя  $H$  (см);
- 3) подсчитывают число витков на 1 см высоты намотки  $S_y$ ;

- 4) измеряют диаметры верхнего и нижнего конических барабанчиков, соответствующие положению ремня при намотке данного слоя  $d_B$  и  $d_H$  (см);
- 5) пускают машину и определяют секундомером время хода каретки  $t$  (мин);
- 6) находят фактическую скорость хода каретки  $V_{кар.ф.}$  (м/мин) по формуле

$$V_{кар.ф.} = \frac{H}{t};$$

- 7) определяют счетчиком частоту вращения переднего цилиндра  $n_u$  (мин<sup>-1</sup>) и подсчитывают длину ровницы  $L$ , выпускаемой в минуту передним цилиндром;
- 8) определяют расчетную скорость каретки  $V_{кар.р.}$  (м/мин) по формуле

$$V_{кар.р.} = \frac{p \cdot d_u \cdot n_u \cdot 0.01}{p \cdot d_H \cdot S_Y}$$

результаты, полученные в п.6 и 8, сравнивают и объясняют;

- 9) по кинематической схеме и данным, полученным выше, вычисляют частоту вращения подъемного вала  $n_n$  (мин<sup>-1</sup>);
- 10) по шагу реечных шестерен  $t_p$  и расчетной скорости каретки  $V_{кар.р.}$  вычисляют число зубьев реечной шестерни  $Z_p$  по формуле

$$Z_p = \frac{V_{кар.р.}}{n_{II} \cdot t_p};$$

- 11) полученное по формуле число зубьев реечной шестерни сравнивают с числом зубьев реечной шестерни, установленной на машине; при расхождении результатов объясняют причину;
- 12) по кинематической схеме при данном положении ремня на конических барабанчиках подсчитывают частоту вращения катушки  $n_K$  (мин<sup>-1</sup>);
- 13) по кинематической схеме подсчитывают частоту вращения веретен  $n_e$  (мин<sup>-1</sup>);
- 14) подсчитывают  $d_H$  данного слоя намотки по формуле

$$L = p \cdot d_H (n_K - n_e)$$

и сравнивают с результатами, полученными в пункте 1.

После изучения дифференциального механизма изучают механизм управления последовательно по отдельным выполняемым функциям.

### План отчета

1. Составить сравнительную таблицу размеров веретен по форме 3.
2. Начертить схему рогульки с необходимыми размерами.
3. Описать работу по сравнению расчетного и фактического коэффициента крутки и ее результаты.

4. Описать работу по сравнению фактической и расчетной производительности и ее результаты.
5. Рассчитать число витков на 1 см высоты намотки и радиуса намотки по формулам и сравнить с фактическими данными.
6. Рассчитать диаметр катушки при  $n$  слоях намотки, сравнить с фактическим числом слоев и дать необходимые объяснения.
7. Начертить схемы дифференциальных механизмов.
8. Описать работу по сравнению фактических и расчетных значений скорости каретки и диаметра намотки.
9. Описать функции механизма управления.
10. Начертить схемы узлов механизма управления, связанных с выполнением отдельных функций.

### **3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РОВНИЧНОЙ МАШИНЫ. ВЫРАБОТКА РОВНИЦЫ ЗАДАННОГО КАЧЕСТВА**

#### **Цель лабораторной работы**

Освоить методику расчета скоростей, вытяжек, крутки, сменных элементов и перезаправки ровничной машины.

#### **Задания**

1. Произвести технологический расчет ровничной машины для ровницы заданной линейной плотности.
2. Сделать расчет перезаправки машины для выработки ровницы другой линейной плотности.

#### **Основные сведения**

Для выполнения кинематического расчета ровничной машины Р-168-3 необходимо задаться согласно индивидуального задания:

- системой прядения;
- линейной плотностью ленты  $T_l$  (текс);
- линейной плотностью ровницы  $T_r$  (текс);
- длиной волокна  $l_v$  (мм);
- диаметрами сменных блоков  $D_1$  и  $D_2$  (мм);
- соотношением частных вытяжек  $\frac{e_3}{e_1}$ .

#### **3.1 Расчет частоты вращения веретен**

По кинематической схеме (см. рис. 3) частота вращения веретен

$$n_g = 1450 \frac{D_1 \cdot 24 \cdot 51 \cdot 32}{D_2 \cdot 24 \cdot 68 \cdot 21} \cdot 0.98, \quad (4)$$

где  $D_1$  – диаметр блока на валу электродвигателя;  $D_2$  – диаметр блока на главном валу машины; 0,98 – коэффициент скольжения клиновидных ремней.

Рекомендуются следующие диаметры сменных блоков:

$D_1$	$D_2$
100	270
100	224
112	224
130	224
140	224
150	200
150	220
160	200

### 3.2 Расчет вытяжки и числа зубьев вытяжных шестерен

Общую вытяжку в вытяжном приборе можно определить, зная линейную плотность перерабатываемых полуфабрикатов

$$E = \frac{T_l}{T_p} \quad (5)$$

Кроме этого, общая вытяжка в вытяжном приборе равна произведению частных вытяжек в каждой зоне и между зонами:

$$E = e_1 \cdot e_2 \cdot e_3, \quad (6)$$

где  $e_1$  – частная вытяжка в задней зоне вытягивания (между IV и III цилиндрами);  $e_2$  – частная вытяжка в средней зоне вытягивания (между III и II цилиндрами);  $e_3$  – частная вытяжка в передней зоне вытягивания (между II и I цилиндрами).

Вытяжка  $e_1$  в задней зоне определяется как отношение окружной скорости третьего цилиндра к окружной скорости четвертого цилиндра. По кинематической схеме имеем

$$e_1 = \frac{p \cdot d_{III} \cdot n_{III}}{p \cdot d_{IV} \cdot n_{IV}} = \frac{32 \cdot 22 \cdot Z_{e2}}{32 \cdot 18 \cdot 18} = 0,0679 \cdot Z_{e2}. \quad (7)$$

Вытяжка в средней зоне

$$e_2 = \frac{p \cdot d_{II} \cdot n_{II}}{p \cdot d_{III} \cdot n_{III}} = \frac{28 \cdot 32 \cdot 18}{32 \cdot 24 \cdot 20} = 1,05. \quad (8)$$

Вытяжка в передней зоне

$$e_3 = \frac{p \cdot d_I \cdot n_I}{p \cdot d_{II} \cdot n_{II}} = \frac{32 \cdot 20 \cdot 24 \cdot 25 \cdot 100}{28 \cdot 18 \cdot 32 \cdot Z_{e1} \cdot 20} = \frac{119}{Z_{e1}}. \quad (9)$$

Тогда общая вытяжка в вытяжном приборе (подставим в выражение (6) соотношения (7), (8), (9)):

$$E = e_1 \cdot e_2 \cdot e_3 = 0,0679 \cdot Z_{e2} \cdot 1,05 \cdot \frac{119}{Z_{e1}} = 8,484 \frac{Z_{e2}}{Z_{e1}}. \quad (10)$$

Выразим из выражения (10) сменную шестерню  $Z_{e1}$ :

$$Z_{e1} = \frac{8,484 \cdot Z_{e2}}{E}. \quad (11)$$

Соотношение частных вытяжек

$$\frac{e_3}{e_1} = \frac{119}{Z_{e1} \cdot 0,0679 \cdot Z_{e2}} = \frac{1752,58}{Z_{e1} \cdot Z_{e2}}. \quad (12)$$

Рассчитать по формуле (5) общую вытяжку и задаваясь соотношением  $\frac{e_3}{e_1}$  решить систему из двух уравнений (11) и (12) и определить значения сменных шестерен  $Z_{e1}$  и  $Z_{e2}$ .

### 3.3 Расчет крутки и числа зубьев крутильной шестерни

Крутку ровницы можно определить по формуле

$$K = \frac{100 \cdot a_T}{\sqrt{T_P}}, \quad (13)$$

где  $a_T$  – коэффициент крутки ровницы [выбираем из табл. 6-7]

По кинематической схеме крутка ровницы:

$$K = \frac{n_g}{p \cdot d_{Iy} \cdot n_{Iy}}, \quad (14)$$

где  $d_{Iy}$ ,  $n_{Iy}$  – диаметр, мм, и частота вращения переднего цилиндра,  $\text{мин}^{-1}$ ;  
 $n_g$  – частота вращения веретен,  $\text{мин}^{-1}$ .

Таблица 5 – Коэффициент крутки  $a_T$  ровницы в кардном прядении [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 6 – Коэффициент крутки  $a_T$  ровницы в гребенном прядении

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 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%), полиэфирное (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 – 55	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

Определяем число оборотов веретен за один оборот главного вала

$$n_6 = \frac{1 \cdot 24 \cdot 51 \cdot 32}{24 \cdot 68 \cdot 21} \quad (15)$$

Длина ровницы, выпускаемой передним цилиндром за один оборот главного вала,

$$p \cdot d_{Iy} \cdot n_{Iy} = 1 \cdot 3,14 \cdot 0,032 \frac{Z_{KP} \cdot 20}{38 \cdot 100} \quad (16)$$

Подставив найденные значения (15) и (16) в формулу крутки (14) получим

$$K = \frac{1 \cdot 24 \cdot 51 \cdot 32 \cdot 38 \cdot 100}{24 \cdot 68 \cdot 21 \cdot 1 \cdot 3,14 \cdot 0,032 \cdot Z_{KP} \cdot 20} = \frac{2161}{Z_{KP}} \quad (17)$$

Рассчитав крутку по формуле (13) и подставив ее значение в выражение (17), можно определить число зубьев крутильной шестерни:

$$Z_{KP} = \frac{2161}{K} \quad (18)$$

### 3.4 Определение числа зубьев сменной мотальной шестерни

Число зубьев мотальной шестерни определяет частоту вращения катушки и, следовательно, натяжение ровницы между катушкой и выпускной парой вытяжного прибора.

Натяжение ровницы на этом участке зависит от вытяжки, которую можно определить по формуле

$$E_0 = \frac{V_H}{V_{I\alpha}}, \quad (19)$$

где  $V_H$  – скорость наматывания, м/мин;  $V_{I\alpha}$  – скорость переднего цилиндра вытяжного прибора, м/мин.

Скорость наматывания

$$V_H = p \cdot d_H \cdot n_H = p \cdot d_H (n_K - n_B), \quad (20)$$

где  $d_H$  – диаметр наматывания, м;  $n_K$  – частота вращения катушки,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $n_B$  – частота вращения веретена,  $\text{мин}^{-1}$ .

Частоту вращения катушки определяют, зная частоту вращения водила дифференциального механизма:

$$n_K = n_{\text{вод}} \cdot i_{\text{Д-К}}, \quad (21)$$

где  $i_{\text{Д-К}}$  – передаточное число от дифференциала к катушкам.

Частоту вращения водила определяем, исходя из формулы Виллиса (1):

$$n_{\text{вод}} = \frac{n_2 + n_1 \cdot i}{1 + i}, \quad (22)$$

где  $n_2$  – частота вращения последней шестерни дифференциала,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $n_1$  – частота вращения первой шестерни,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $i$  – передаточное число дифференциала.

Пользуясь кинематической схемой, определяем частоту вращения последней шестерни дифференциала

$$n_2 = n_{\text{Г.В.}} = n_{\text{ос}} \frac{D_1}{D_2} \eta, \quad (23)$$

где  $\eta = 0,98$  – коэффициент скольжения клиновидных ремней.



Далее рассчитываем частоту вращения первой шестерни

$$n_1 = n_2 \cdot \frac{Z_{KP}}{38} \cdot \frac{D_6}{D_H} \cdot 0,97 \cdot \frac{24}{81} \cdot \frac{52}{Z_M} \cdot \frac{24}{24} = n_2 \cdot \frac{Z_{KP}}{38} \cdot \frac{153,8}{82,5} \cdot 0,97 \cdot \frac{24}{81} \cdot \frac{52}{Z_M} \cdot \frac{24}{24} =$$

$$= 0,733 \cdot n_2 \cdot \frac{Z_{KP}}{Z_M}.$$

В начальный момент наматывания, когда ровница наматывается на пустую катушку, ремень находится в начальном положении, которому соответствуют диаметры конических барабанчиков:  $D_B = 153,8$  мм,  $D_H = 82,5$  мм.

Подставив рассчитанные значения  $n_2$  по формуле (23) и  $Z_{KP}$  по формуле (18) получим

$$n_1 = \frac{const}{Z_M}. \quad (24)$$

Передаточное число дифференциала

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

Подставляем рассчитанные значения  $n_2$  из формулы (23) и  $n_1$  из формулы (24) в выражение (22) с учетом передаточного отношения дифференциала. Получим

$$n_{\text{вод}} = \frac{n_2 + \frac{const}{Z_M} \cdot \frac{1}{3}}{1 + \frac{1}{3}} = \frac{3}{4} n_2 + \frac{1}{4} \cdot \frac{const}{Z_M}. \quad (25)$$

Подставляем найденное значение частоты вращения водила (25) в выражение (21)

$$n_K = \left( \frac{3}{4} n_2 + \frac{1}{4} \cdot \frac{const}{Z_M} \right) \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{32}{21} = 1,524 \left( \frac{3}{4} n_2 + \frac{1}{4} \cdot \frac{const}{Z_M} \right). \quad (26)$$

Частоту вращения веретена определяем по формуле (4).

Частота вращения переднего цилиндра вытяжного прибора

$$n_{Иц} = n_2 \cdot \frac{Z_{KP}}{38} \cdot \frac{20}{100} = 0,00526 \cdot n_2 \cdot Z_{KP}. \quad (27)$$

Полученные значения  $n_{Iy}$  из выражения (27),  $n_K$  из (26) и  $n_6$  из (4) подставляем в формулу (19), определяющую вытяжку между катушкой и выпускным цилиндром, приняв диаметр наматывания равным диаметру пустой катушки ( $d_H = 35$  мм):

$$E_0 = \frac{p \cdot 35 \cdot (n_K - n_6)}{p \cdot 32 \cdot n_{Iy}}. \quad (28)$$

Вытяжка между катушкой и выпускной парой вытяжного прибора не должна превышать 1,5%. Принимаем  $E_0 = 1$ .

Подставляем значение  $E_0$  в формулу (28) и выражаем из него  $Z_M$ .

$$\text{Отсюда } Z_M = \frac{const}{E_0}.$$

### 3.5 Определение числа зубьев сменной подъемной шестерни

Число зубьев подъемной шестерни определяют по формуле

$$Z_{II} = \frac{constH}{S_y}, \quad (29)$$

где  $const H$  – константа подъема.

$$constH = \frac{i_1 \cdot (i_K - i_6)}{Z_M \cdot i_2 \cdot Z_P \cdot t}, \quad (30)$$

где  $i_1$  – передаточное число от нижнего конического барабанчика к дифференциальному механизму без учета мотальной шестерни;  $i_2$  – передаточное число от нижнего конического барабанчика к подъемной рейке без учета подъемной шестерни;  $i_K$  – передаточное число от дифференциала к катушкам;  $i_6$  – передаточное число от главного вала к веретенам;  $Z_P$  – число зубьев реечной шестерни ( $Z_P = 22$  зуб);  $t$  – шаг рейки, см (7,85 мм).

$$i_6 = \frac{24}{24} \cdot \frac{51}{68} \cdot \frac{32}{21} = 1,143,$$

$$i_K = \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{32}{21} = 1,524,$$

$$constH = \frac{24 \cdot 52 \cdot 24 \cdot 81 \cdot 30 \cdot 42 \cdot 80 \cdot 110 \cdot 0.38}{81 \cdot Z_M \cdot 24 \cdot 24 \cdot 3 \cdot 16 \cdot 16 \cdot 22 \cdot 0.785} = \frac{16519}{Z_M}.$$

Высоту витка ровницы  $S_y$  определяют исходя из числа витков ровницы, приходящихся на 1 см высоты катушки,

$$S_y = \frac{B_T}{\sqrt{T_p}}. \quad (31)$$

Значение эмпирического коэффициента  $B_T$  представлено в табл. 8.

Таблица 8 – Коэффициент  $B_T$

Тр, текс	$B_T$	Тр, текс	$B_T$	Тр, текс	$B_T$
2500	49	476	71,7	263	86,2
2000	50,6	455	72,6	257	86,8
1668	52,2	435	73,6	250	87,5
1430	53,6	417	74,5	244	88
1250	55,4	400	76,2	238	88,5
1112	56,8	385	76,7	233	88,9
1000	58,1	370	77,8	227	89,5
910	59,4	357	79	200	95,4
833	60,6	345	79,6	182	87,3
770	61,9	333	80,5	167	99,2
714	63,2	323	81,4	154	101,2
666	64,5	313	82,1	143	102,8
625	65,7	303	82,8	133	104,2
588	67	294	83,6	125	105,5
556	69,2	286	84,4	118	106,8
526	69,5	278	85,3	111	107,7
500	70,5	270	85,6	106	108,6

### 3.6 Расчет числа зубьев шестерен механизма управления

Число зубьев сменных шестерен  $Z_{X1}$  и  $Z_{X2}$  зависит от линейной плотности ровницы. Приблизенно число зубьев можно определить, пользуясь формулой

$$\frac{1}{2 \cdot Z_{xp}} \cdot \frac{Z_{X1}}{Z_{X2}} \cdot p \cdot (d_\delta + d_T) = \frac{L_{раб}}{S_x \left( \frac{d_{II} - d_K}{2} \right)}, \quad (32)$$

где  $Z_{xp}$  – число зубьев храповика;  $d_\delta$  – диаметр барабана, мм;  $d_T$  – диаметр троса, мм;  $L_{раб}$  – длина рабочей части конических барабанчиков, мм (при диаметре катушки 35 мм  $L_{раб} = 500$  мм; при диаметре катушки 41 мм  $L_{раб} = 600$  мм);  $d_{II}$  – диаметр полной паковки, см;  $d_K$  – диаметр катушки, см;  $S_x$  – число слоев ровницы на 1 см диаметра катушки.

$$S_X = \frac{C_T}{\sqrt{T_p}} \quad (33)$$

Значения эмпирического коэффициента  $C_T$  выбирают из табл. 9. Из выражения (32) получаем

$$\frac{Z_{X1}}{Z_{X2}} = \frac{L_{\text{раб}} \cdot 2 \cdot Z_{XP}}{S_d \left( \frac{d_{II} - d_K}{2} \right) \cdot p \cdot (d_{\sigma} + d_T)} \quad (34)$$

По полученному отношению шестерен подобрать числа зубьев шестерен механизма управления из табл. 10.

Таблица 9 – Значение коэффициента  $C_T$

Линейная плотность ровницы, текс	$C_T$
Более 589	436
556 – 286	446
278 – 196	455
192 – 147	465
145 – 118	474
116 – 100	484

Таблица 10 – Числа зубьев сменных шестерен механизма управления

Диаметр катушки, мм	Линейная плотность ровницы, текс	$Z_{X1}$	$Z_{X2}$
35	1430 – 250	50 – 40	21 – 41
	250 – 100	40 – 22	41 – 38
41	1430 – 250	50 – 31	21 – 42
	250 – 100	31 – 21	

Расчет числа зубьев конусных шестерен. Число зубьев шестерен  $Z_{X3}$  и  $Z_{X4}$  подбирают в зависимости от угла конуса намотки, пользуясь формулой

$$\frac{d_{II} - d_K}{2 \operatorname{tg} \alpha} = \frac{L_{\text{раб}} \cdot Z_{X3} \cdot 15 \cdot t_B}{p(d_{\sigma} + d_T) Z_{X4} \cdot 15} \quad (35)$$

где  $t_B$  – шаг винта, равный 15,7 мм.

Решая уравнение относительно  $\frac{Z_{X3}}{Z_{X4}}$ , имеем

$$\frac{Z_{X3}}{Z_{X4}} = \frac{d_{II} - d_K}{2 \operatorname{tg} \alpha} \frac{p(d_{\sigma} + d_T) \cdot 15}{L_{\text{раб}} \cdot 15 \cdot t_B} \quad (36)$$

В табл. 11 приведены числа зубьев конусных шестерен.

Правильность подбора подъемной шестерни и замковых шестерен необходимо проверять практически, так как во время наматывания происходит сплющивание ровницы в начале намотки катушки, а также происходит скольжение ремня на конических барабанчиках.

Таблица 11 – Числа зубьев сменных конусных шестерен

Диаметр катушки, мм	Угол наклона конуса намотки. град	$Z_{X3}$	$Z_{X4}$
35	45	30	20
	40	32	18
41	45	31	19
	40	33	17

### 3.7 Определение частоты вращения и линейной скорости рабочих органов машины

1) расчет частоты вращения главного вала  $n_{Г.В.}$  проводим по формуле (23);

2) веретено  $n_B$  – используем формулу (4);

3) катушка (в начале наматывания) по передаче

$$n_K = \left( \frac{n_{Г.В.} + n_{Г.В.} \cdot \frac{Z_{KP}}{38} \cdot \frac{153,8}{82,5} \cdot 0,97 \cdot \frac{24}{81} \cdot \frac{52}{Z_M} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{1}{3}}{1 + \frac{1}{3}} \right) \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{32}{21} =$$

по первому уравнению наматывания

$$n_K = n_{\sigma} + \frac{V_I \cdot E_0}{p \cdot d_H} = n_{\sigma} + \frac{V_I \cdot 1,015}{3,14 \cdot 0,041} =$$

Значения частоты вращения катушки, рассчитанные по передаче и по первому условию наматывания, должны быть одинаковые.

4) используя кинематическую схему ровничной машины самостоятельно рассчитать частоту вращения и скорость:

- питающего цилиндра вытяжного прибора;
- второго по ходу продукта цилиндра вытяжного прибора;
- третьего по ходу продукта цилиндра вытяжного прибора;
- выпускного цилиндра вытяжного прибора;
- вала самоостанова (при его диаметре 32 мм);
- питающего вала (при его диаметре 70 мм);

### 3.8 Определение производительности машины

Теоретическая производительность одного веретена ровничной машины (кг/ч)

$$P_T = \frac{60 \cdot n_g \cdot T_p}{K \cdot 10^6}, \quad (37)$$

где  $n_g$  – частота вращения веретена,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $T_p$  – линейная плотность ровницы, текс;  $K$  – крутка ровницы, кр/м.

Норма производительности одного веретена ровничной машины (кг/ч) определяется по формуле

$$H = P_T \cdot КПВ, \quad (38)$$

где  $КПВ$  – коэффициент полезного времени.

КПВ ровничной машины зависит от времени наработки съема ровницы, числа обрывов ее и числа веретен на машине. Он может иметь значения от 0,68 до 0,92.

При выработке ровницы:

большой линейной плотности			0,70 – 0,85
средней	»	»	0,73 – 0,92
малой	»	»	0,77 – 0,92.

### 3.9 Определение массы ровницы на катушке

Массу ровницы на катушке (г) определяем по формуле

$$g_P = V_P \cdot D, \quad (39)$$

где  $V_P$  – объем ровницы на катушке,  $\text{см}^3$ ;  $D$  – плотность намотки ровницы,  $\text{г}/\text{см}^3$  (табл. 12).

Объем ровницы на катушке определяем по формуле

$$V_P = \frac{P}{12} \left[ d_{II}^2 (3H_1 + 2H_0) - d_K^2 (3H_1 + 4H_0) + 2d_{II} \cdot d_K \cdot H_0 \right], \quad (40)$$

где  $d_{II}$  – диаметр полной катушки, см; (см. табл. 1)  $d_K$  – диаметр пустой катушки, см; (см. табл. 1)  $H_1$  – высота цилиндрической части катушки, см;  $H_0$  – высота конуса катушки, см.

$$H_1 = H - 2H_0,$$

где  $H$  – высота подъема каретки, см (см. табл. 1).

$$H_0 = \frac{d_{II} - d_K}{2 \operatorname{tg} a}, \quad (41)$$

где  $a$  - угол наклона образующей конуса к оси катушки ( $\alpha = 45$  град).

Таблица 12 – Плотность намотки ровницы  $\Delta$

Линейная плотность ровницы, текс	Плотность намотки ровницы, г/см <sup>3</sup>
1000	0,28
500	0,29
250	0,32
170	0,34
125	0,36
100	0,38
85	0,40
60	0,42

### 3.10 Определение времени наработки съема ровницы

Время наработки съема ровницы ( $t$ ) определяем по формуле

$$t = \frac{g_p}{P_T \cdot 10^3},$$

где  $g_p$  – масса ровницы на катушке, г;  $P_T$  – теоретическая производительность одного веретена, кг/ч.

### 3.11 Определение числа зубьев сменных шестерен при перезаправке

При перезаправке ровничной машины для выработки ровницы другой линейной плотности число зубьев сменных шестерен рассчитывают по перезаправочным формулам.

Число зубьев новой вытяжной шестерни

$$Z_{в.н} = Z_{в.с} \frac{T_n}{T_c},$$

где  $T_n$  – линейная плотность ровницы, которую необходимо выработать, текс;  
 $T_c$  – линейная плотность ранее вырабатываемой ровницы, текс;  $Z_{B.C}$  – число  
зубьев ранее установленной вытяжной шестерни.

Число зубьев новой крутильной шестерни

$$Z_{K.H} = Z_{K.C} \sqrt{\frac{T_n}{T_c}},$$

где  $Z_{K.C}$  – число зубьев ранее установленной крутильной шестерни.

Число зубьев новой подъемной шестерни

$$Z_{n.H} = Z_{n.C} \sqrt{\frac{T_n}{T_c}}.$$

### План отчета

1. Выполнить технологический расчет ровничной машины по индивидуальному заданию.
2. Выполнить расчет сменных шестерен в случае перезаправки машины на выпуск другой линейной плотности ровницы.

#### Индивидуальное задание для технологического расчета

№ варианта	Тл, текс	Тр, текс	D1, мм	D2, мм	Система прядения	Длина волокна, мм	e3/e1
1	2500	390	112	224	греб.	35/37	1,5
2	2600	400	130	224	греб.	33/34	1,5
3	2200	460	112	224	греб.	32/33	1,5
4	6100	900	130	224	греб.	33/34	1,5
5	3300	690	112	224	кард.	35/37	1,7
6	5000	1000	112	224	кард.	33/34	1,7
7	4500	770	130	224	кард.	35/37	1,6
8	4500	1000	130	224	кард.	29/30	1,6
9	4200	800	112	224	кард. смесов.	Хлопок 40%, вискоза 60%	1,7
10	4500	750	130	224	кард. смесов.	Хлопок 67%, вискоза 33%	1,5
11	2300	350	140	224	кард. смесов.	Хлопок 67%, вискоза 33%	1,5
12	3400	580	130	224	кард. смесов.	Хлопок 67%, полиэфир 33%	1,7



## ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалов, К. И. Лабораторный практикум по прядению хлопка и химических волокон / К. И. Бадалов [и др.]. – Москва : Легкая индустрии, 1986. – 464 с.
2. Миловидов, Н. Н. Прядение хлопка : учебн. для средн. спец. учеб. заведений текстильной пром-сти. Ч.1 / Н. Н. Миловидов. – Москва : Легкая индустрия, 1976. – 312 с.
3. Осьмин, Н. А. Лабораторный практикум по механической технологии текстильных материалов / Н. А. Осьмин [и др.]. – Легкая индустрия, 1976. – 552 с.
4. 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.
5. Справочник по хлопкопрядению / В. П. Широков [и др.] ; под ред. В. П. Широкова. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1985. – 472 с.