

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

***Технологические процессы и аппараты отрасли***

***Методические указания к выполнению расчетно-графических работ № 1, 2  
для студентов специальности 1-53 01 01 05 «Автоматизация технологических  
процессов и производств» (легкая промышленность)***

Витебск  
2016

УДК 677.05

Технологические процессы и аппараты отрасли: методические указания к выполнению расчетно-графических работ № 1, 2 для студентов специальности 1-53 01 01 05 «Автоматизация технологических процессов и производств» (легкая промышленность).

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2016.

: Составитель: к.т.н., доц. Медвецкий С.С.

В методических указаниях приведены задания к расчетно-графическим работам для студентов, обучающихся по специализации 1-53 01 01 05, рекомендации по их выполнению и перечень литературы, необходимой для выполнения работ.

Одобрено кафедрой ТТМ УО «ВГТУ» 4 декабря 2015 г., протокол № 9

Рецензент: к.т.н., доц. Кукушкин М.Л.

Редактор: к.т.н. доц. Скобова Н.В.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» «25» февраля 2016 г., протокол № 2

Ответственный за выпуск: Кунашев В.В.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати 30.03.16. Формат 60x90 1/16. Уч.-изд. лист. 2.1

Печать ризографическая. Тираж 45 экз. Заказ 107.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Методические рекомендации к выполнению расчетно-графической работы №1 «Разработка плана прядения»	5
2 Задания для расчетно-графической работы №1	16
3 Методические рекомендации к выполнению расчетно-графической работы №2 «Технологический расчет оборудования прядильного производства»	17
4 Пример технологического расчета чесальных машин DK903 и TC7 фирмы Trutzschler (Германия)	20
5 Задания для расчетно-графической работы №2	28
Рекомендуемая литература	32
Приложение 1	33

## ВВЕДЕНИЕ

Задачей расчетно-графических работ является закрепление теоретических знаний, полученных студентами в процессе изучения курса «Технологические процессы и аппараты отрасли» и применение их в практических расчетах, расширение общеинженерных знаний в технике и технологии текстильного производства. Выполнение расчетно-графической работы является самостоятельной работой студента, основанной на изучении учебной и справочной литературы, касающейся современных технологий и оборудования текстильного производства.

Расчетно-графические работы выполняются по индивидуальному заданию, приведенному в данных методических указаниях.

В расчетно-графической работе № 1 студент должен составить план прядения по заданной линейной плотности пряжи, привести все необходимые расчеты, а также обосновать выбранные параметры в соответствии со справочной литературой и рекомендациями фирм-производителей оборудования.

В расчетно-графической работе № 2 студент должен составить кинематическую схему заданной машины, а также провести технологический и кинематический расчет в соответствии с индивидуальным заданием. Проверка расчета проводится на ЭВМ.

Расчетно-графическая работа оформляется на листах формата А4 в соответствии с [1]. Пример оформления титульного листа приведен в приложении 1.

## 1 Методические рекомендации к выполнению расчетно-графической работы № 1 «Разработка плана прядения»

Последовательность превращения волокнистого материала в пряжу принято называть *системой прядения*. При этом в понятие системы прядения включают не только порядок операций, производимых над волокнами и полуфабрикатами из них, но и перечень машин, которые предусмотрены для прядильного производства. Последовательность обработки зависит от назначения будущей пряжи и от вида волокна, определяющего свойства, которые желательно придать пряже и изделиям из нее. В хлопкопрядении используются кардная, гребенная и аппаратная системы прядения.

По кардной системе прядения из средневолокнистого хлопка или из его смесей с химическими штапельными волокнами вырабатывают пряжу средней линейной плотности на кольцевых ( $T = 11,5 - 84$  текс) и пневмомеханических ( $T = 11,8 - 100$  текс) прядильных машинах.

По гребенной системе прядения из средневолокнистого и длиноволокнистого хлопка вырабатывают на кольцевых прядильных машинах пряжу малой линейной плотности ( $T = 5 - 16,5$  текс), иногда средней линейной плотности ( $T = 20 - 24$  текс) специального назначения.

При выборе технологического оборудования прядильного производства необходимо учитывать основные направления развития техники и технологии прядильного производства. С другой стороны, выбор системы прядения, то есть выбор определенного ассортимента машин, на которых будет производиться обработка сырья для получения пряжи, тесно связан с разработкой плана прядения.

В зависимости от линейной плотности пряжи, ее назначения и требований, предъявляемых к ней, а также в зависимости от качества перерабатываемого хлопкового волокна, выбирают современное высокопроизводительное оборудование, обеспечивающее наибольшую эффективность обработки волокна на всех переходах обработки.

План прядения представляет собой совокупность взаимосвязанных параметров, характеризующих полуфабрикаты и процессы, осуществляемые на последовательных переходах технологии приготовления пряжи.

План прядения является основным документом прядильной фабрики, определяющим технологию производства пряжи. Он содержит основные данные, определяющие заправку машин всех переходов для выработки пряжи требуемой линейной плотности и качества. План прядения определяет производительность всех машин и их количество.

Составление плана прядения и выбор технологического оборудования проводят параллельно, так как технические возможности машины влияют на параметры плана прядения. С другой стороны, изменение отдельных парамет-

ров плана прядения иногда вызывает необходимость изменения сделанного ранее выбора машины.

От величины параметров плана прядения зависят количество и качество выпускаемой продукции, производительность оборудования и труда, количество машин, используемых для выпуска единицы массы продукции, и её себестоимость, то есть основные показатели, характеризующие эффективность работы предприятия.

Разработка плана прядения проводится по следующим этапам:

1. Выбор и обоснование линейной плотности всех полуфабрикатов, числа сложений и вытяжек, осуществляемых на машинах всех переходов.

2. Выбор и обоснование коэффициентов крутки и величины крутки ровницы и пряжи.

3. Выбор и обоснование скорости выпуска продукта на всех машинах, а также частоты вращения веретен на ровничных и прядильных машинах.

4. Расчет теоретической производительности машины, выпуска, веретена, кг/ч.

5. Расчет коэффициентов полезного времени работающего оборудования.

6. Расчет нормы и плановой производительности одной машины, выпуска, веретена с учетом КПВ и КРО.

Чтобы обосновать каждый параметр плана прядения, необходимо пользоваться технической литературой, а также знать опыт работы передовых предприятий.

Следует стремиться к наибольшему использованию мощностей вытяжных приборов, получению высокой производительности оборудования за счет увеличения частоты вращения выпускающих органов машин. Вытяжку и скорость оборудования следует выбирать в разумных пределах, при которых качество продукта и уровень обрывности в прядении обеспечивали бы экономное расходование сырья, максимальный выход пряжи из смеси хлопка, достаточно высокие зоны обслуживания основных производственных рабочих и, в конечном счете, минимальную себестоимость пряжи.

Оптимальным, то есть наилучшим планом прядения является такой, при котором потребуются наименьшие капитальные затраты на оборудование, будут созданы наилучшие условия труда и обеспечено высокое качество продукции.

**Частота вращения прядильных веретен, камер.** Чем больше частота вращения прядильных веретен, камер, тем, при заданном количестве выпускаемой пряжи  $Q$ , кг/ч, меньше требуемое число прядильных мест, или, при заданном числе прядильных мест, больше масса пряжи, выпускаемой в единицу времени, и больше требуемое число машино-часов оборудования przygotowательного отдела.

Скорость прядения устанавливают в соответствии с диапазоном частоты вращения веретен, камер, указанным в технической характеристике машин с учетом допускаемой скорости бегунка, а также неровноты пряжи и неровноты натяжения пряжи в зоне кручения и наматывания.

Частоту вращения прядильных камер пневмомеханических прядильных машин проектируют в зависимости от эффективности технологии подготовки к прядению равномерной и чистой ленты. Частота вращения прядильных камер может быть выбрана тем больше, чем меньше диаметр желоба камеры.

Скорость рабочих органов машин przygotowательного отдела устанавливают в соответствии с верхней границей диапазона, указываемого в технической характеристике машин. При выработке пряжи специального назначения скорость рабочих органов уменьшают для снижения обрывности и получения продукта более высокого качества. Для ленточных машин, оборудованных автоматическим регулятором вытяжки, не рекомендуется устанавливать скорость выпуска более 600 м/мин.

**Величина вытяжки** на прядильных машинах. Величину вытяжки на кольцевой прядильной машине выбирают в диапазоне, указанном в технических характеристиках машин ( $E = 12 - 60$ ), и устанавливают ее ближе к верхней границе диапазона при выработке более тонкой пряжи, пряжи из более длинного, прочного волокна или пряжи из двух ровниц.

При выработке пряжи близких линейных плотностей из одной и той же сортировки величину вытяжки желательно устанавливать с учетом возможности использования ровницы одинаковой толщины.

Чем больше линейная плотность ленты, ровницы, тем больше производительность машин, и, следовательно, тем меньше требуемое число машин, приготавливающих полуфабрикат на соответствующем переходе для выпуска заданного количества пряжи в единицу времени.

Чем больше вытяжка продукта на прядильной машине, выпускающей пряжу заданной толщины, тем толще должен быть продукт (ровница, лента), приготавливаемый на предыдущих переходах для заправки прядильных машин.

Чрезмерно высокие вытяжки увеличивают неровноту и обрывность пряжи на кольцевых прядильных машинах, снижают прочность пряжи.

Величину вытяжки на пневмомеханических прядильных машинах для приготовления пряжи  $T = 15 - 100$  текс выбирают в диапазоне  $E = 175 - 38$  при линейной плотности питающей ленты  $T_L = 2,6 - 4$  ктекс.

**Крутка пряжи.** Коэффициент крутки  $\alpha_T$  и крутку пряжи  $K$ , кр./м, выбирают с учетом следующих положений.

Интенсивность кручения (величина коэффициента крутки) зависит, прежде всего, от линейной плотности, назначения пряжи, длины волокна, состава смеси хлопка и хлопка с химическими волокнами, используемого для приготовления пряжи, а также от способа формирования пряжи (на кольцевых или пневмомеханических прядильных машинах).

Обычно пряжу выбирают с круткой меньшей, чем критическая, для достижения большей производительности прядильных машин.

Хлопчатобумажной пряже сообщают крутку тем меньше, чем длиннее и тоньше волокна хлопка. Пряже большей линейной плотности сообщают меньшую крутку, в поперечном сечении такой пряжи больше волокон, и силы трения и сцепления у них больше.

Крутка основной пряжи выбирается на 10 – 15 % выше, чем крутка уточной пряжи одной и той же линейной плотности. Пряже для трикотажного производства сообщают наименее возможную крутку, как и пряже для изготовления крученых изделий.

Гребенной пряже сообщают меньшую крутку, чем кардной той же толщины.

Крутку пряжи пневмомеханического прядения рекомендуется устанавливать на 15 – 30 % выше, чем крутку пряжи, получаемой кольцевым способом.

**Число сложений полуфабрикатов.** На кольцевых и пневмомеханических прядильных машинах принимают число сложений ровницы и ленты  $d = 1$ . Увеличение числа сложений ровницы рекомендуется только при выработке пряжи линейной плотности менее 10 текс.

Сложение, как метод выравнивания продукта по толщине, имеет недостатки. В результате сложения увеличивается линейная плотность продукта. Поэтому на ленточных машинах процессу сложения предшествует процесс вытягивания, являющийся, как известно, причиной дополнительной коротковолновой неровноты продукта по толщине. В то же время выравнивающий эффект при увеличении числа сложений возрастает. В связи с этим при определении числа сложений на ленточных машинах необходимо ориентироваться на рекомендации фирм-производителей оборудования.

Расчет параметров плана прядения осуществляется по следующей методике:

1. Расчет параметров плана прядения обычно начинают с прядильной машины.

Таблица с планом прядения заполняется снизу вверх, причем изначально известна только линейная плотность вырабатываемой пряжи.

Выбор линейной плотности полуфабрикатов, величины вытяжки и числа сложений на каждой машине производят в следующем порядке. Зная линейную плотность пряжи, выбирают величину вытяжки и число сложений на прядильной машине в соответствии с ее технической характеристикой [2]. Для принятого типа вытяжного прибора следует использовать вытяжку, близкую к максимально возможной.

Как указывалось ранее, в гребенной системе прядения пряжа линейной плотности более 10 текс вырабатывается на кольцевой прядильной машине в одно сложение, менее 10 текс – в два сложения.

Линейную плотность ровницы, поступающей на прядильную машину, определяют из следующего соотношения:

$$T_{ВХ} = T_{ВЫХ} \frac{E}{d}, \quad (1)$$

где  $T_{ВХ}$  – линейная плотность продукта, поступающего в машину, текс,  $T_{ВЫХ}$  – линейная плотность вырабатываемого продукта (в данном случае пряжи), текс,  $E$  – вытяжка на машине,  $d$  – число сложений.

При использовании пневмомеханических прядильных машин выбирают линейную плотность питающей ленты. Линейная плотность питающей ленты берется тем меньше, чем меньше линейная плотность пряжи. Затем рассчитывается величина необходимой вытяжки продукта на пневмомеханической прядильной машине.

При расчете линейной плотности ленты с ленточных машин вытяжка принимается близкой к числу сложений на ней с учетом рекомендаций, приводимых в литературе [2].

Вытяжка на гребнечесальной машине рассчитывается по величине утонения продукта с учетом процента выделяемых отходов:

$$E = \frac{T_{ВХ}}{T_{ВЫХ}} d \frac{100 - Y}{100}, \quad (2)$$

где  $Y$  – выход отходов, %.

Для гребнечесального перехода количество отходов при выработке пряжи 5÷11,8 текс из длиноволокнистого хлопка укрупненно принимаем равным 17 %, при выработке пряжи линейной плотности более 11,8 текс из средневолокнистого хлопка – 14 %.

Вытяжку по всем переходам производства следует выбирать в пределах, указанных в технических характеристиках оборудования.

При выборе оптимальной крутки на ровничных и прядильных машинах исходят из длины волокна и сорта хлопка. Для определения крутки ровницы и пряжи сначала выбирают коэффициент крутки  $\alpha_T$  в зависимости от системы прядения, длины волокна, линейной плотности продукта, а для пряжи – и в зависимости от ее назначения и способа прядения. Рекомендации по выбору коэффициентов крутки ровницы и пряжи представлены в [2, 3].

По выбранному коэффициенту крутки определяют число кручений на 1 метр ровницы и пряжи по формуле

$$K = \frac{100\alpha_T}{\sqrt{T}}, \quad (3)$$

где  $K$  – число кручений на 1 м ровницы или пряжи, кр./м;  $\alpha_T$  – табличный коэффициент крутки,  $T$  – линейная плотность ровницы или пряжи, текс.

2. Скорость выпускных рабочих органов устанавливают в соответствии с паспортными данными на машину, а на прядильных машинах – с учетом допустимой скорости бегунка (30 – 45 м/с). Однако не рекомендуется задавать максимальную скорость выпуска и максимальную частоту вращения веретен.

3. Теоретическая производительность технологического оборудования непосредственно зависит от скорости выпуска полуфабрикатов, пряжи, линейной плотности их, а также от величины крутки, сообщаемой продукту, и определяется по следующим формулам:

- для чесальной машины:

$$P_{\text{ч}} = \frac{V_{\text{вл}} \cdot 60 \cdot T_{\text{л}}}{10^3}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{ч}}$  – производительность чесальной машины, кг/ч,  $V_{\text{вл}}$  – линейная скорость валков лентоукладчика (скорость выпуска ленты), м/мин,  $T_{\text{л}}$  – линейная плотность ленты, ктекс.

- для ленточной машины:

$$P_{\text{л}} = \frac{V_{\text{в}} \cdot 60 \cdot a \cdot T_{\text{л}}}{10^3}, \quad (5)$$

где  $P_{\text{л}}$  – производительность ленточной машины, кг/ч,  $V_{\text{в}}$  – скорость выпуска, м/мин,  $a$  – число выпусков на машине,  $T_{\text{л}}$  – линейная плотность ленты, ктекс.

- для холстоформирующей машины:

$$P_{\text{хф}} = \frac{V_{\text{ск}} \cdot 60 \cdot T_{\text{х}}}{10^3}, \quad (6)$$

где  $P_{\text{хф}}$  – производительность холстоформирующей машины, кг/ч,  $V_{\text{ск}}$  – линейная скорость скатывающих валов (скорость выпуска холстика), м/мин,  $T_{\text{х}}$  – линейная плотность холстика, ктекс.

- для гребнечесальной машины:

$$P_{\Gamma} = \frac{n_{\Gamma B} \cdot 60 \cdot f \cdot a \cdot T_X \cdot (100 - Y)}{10^8 E_{1-2}}, \quad (7)$$

где  $P_{\Gamma}$  – производительность гребнечесальной машины, кг/ч,  $n_{\Gamma B}$  – частота вращения гребенного барабанчика,  $\text{мин}^{-1}$ ,  $f$  – длина питания, мм [2],  $a$  – число выпусков [2],  $T_X$  – линейная плотность холстика, ктекс,  $Y$  – процент выделяемых гребенных очесов, %,  $E_{1-2}$  – вытяжка между питающим цилиндром и раскатывающим валиком гребнечесальной машины (принимается  $E_{1-2} = 1,12$ ).

- для ровничной машины:

$$P_P = \frac{n_B \cdot 60 \cdot T_P \cdot a}{K \cdot 10^6}, \quad (8)$$

где  $P_P$  – производительность ровничной машины, кг/ч,  $n_B$  – частота вращения веретен,  $\text{мин}^{-1}$ ,  $T_P$  – линейная плотность ровницы, текс,  $K$  – крутка ровницы,  $\text{кр./м}$ ,  $a$  – число веретен на машине.

- для прядильной машины:

$$P_{\Pi} = \frac{n_{B(K)} \cdot 60 \cdot T_{\Pi} \cdot a}{K \cdot 10^6}, \quad (9)$$

где  $P_{\Pi}$  – производительность прядильной машины, кг/ч,  $n_{B(K)}$  – частота вращения веретен (камер),  $\text{мин}^{-1}$ ,  $T_{\Pi}$  – линейная плотность пряжи, текс,  $K$  – крутка пряжи,  $\text{кр./м}$ ,  $a$  – число веретен (камер) на машине.

При использовании поточной линии «кипа – чесальная лента» ее производительность принимается в соответствии с характеристикой выбранного оборудования.

4. По теоретической производительности машин каждого перехода определяют норму производительности, то есть производительность отдельных машин с учетом технологических перерывов (снятие сема, перезаправка, ликвидация обрывов и т. п.) и перерывов по техническим причинам (чистка, смазка и мелкий ремонт с остановом машин).

$$P_H = P_T \cdot КПВ, \quad (10)$$

где  $КПВ$  – коэффициент полезного времени машины. В данном расчете  $КПВ$  принимаются по данным таблиц 1 – 3.

С учетом плановых простоев на капитальный и средний ремонт вычисляют плановую или расчетную производительность. Для этой цели определяют

коэффициент работающего оборудования ***КРО***, учитывающий плановые простои. В данном расчете КРО принимаются по данным таблиц 1 – 3.

Затем находят коэффициент использования машин – ***КИМ***.

$$\mathbf{КИМ = КПВ \cdot КРО.} \quad (11)$$

Плановая производительность:

$$\mathbf{P_{пл} = P_T \cdot КИМ.} \quad (12)$$

По плановой производительности определяют необходимое количество оборудования.

Примеры планов прядения, разработанные с учетом использования современного оборудования, представлены в таблицах 1 – 3.

Таблица 1 – План прядения при производстве пряжи линейной плотности 20 текс кольцевым способом по кардной системе

Наименование перехода. Марка машины*	Линейная плотность продукта, $T_{ВЫХ}$ , текс	Число сложений, $d$	Вытяжка, $E$	$\alpha_T$	Крутка, $K$ , кр./м	$V_{ВЫП.}$ м/мин, или $n$ , мин <sup>-1</sup>	Теор. производительность, $P_T$ , кг/ч		Коэфф. полезного времени, $K_{ПВ}$	Норма производительности $P_N$ , кг/ч		Коэфф. работающего оборудования, $K_{РО}$	Коэфф. использования машины, $K_{ИМ}$	Плановая производительность, $P_{П}$ , кг/ч	
							выпуска	машины		выпуска	машины			выпуска	машины
1	2	4	5	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Разрыхлительно-очистительный агрегат								950,0	0,95		902,5	0,94	0,893		848,4
Шляпочная чесальная машина	5400		119,6			300		97,2	0,94		91,37	0,94	0,88		85,89
Ленточная машина, 1 переход	5400	6	6,00			800		259,2	0,8		207,4	0,97	0,776		201,1
Ленточная машина, 2 переход	5400	6	6,00			800		259,2	0,8		207,4	0,97	0,776		201,
Ровничная машина (144 веретена)	750	1	7,2		46	1200	1,17	169,0	0,78	0,913	131,4	0,97	0,757	0,886	127,5
Кольцевая прядильная машина (1200 веретен)	20	1	37,5	38,6	862	16500	0,023	27,56	0,9	0,0207	24,84	0,96	0,864	0,0199	23,85

\* – заполняется в процессе выбора оборудования.

Таблица 2 – План прядения при производстве пряжи линейной плотности 10 текс кольцевым способом по гребенной системе

Наименование	Линей-	Число	Вы-	$\alpha_T$	Крут-	$V_{ВЫП.}$	Теоретическая	Коэфф.	Норма произво-	Коэфф.	Коэфф.	Плановая
--------------	--------	-------	-----	------------	-------	------------	---------------	--------	----------------	--------	--------	----------

перехода. Марка машины*	ная плот- ность продук- та, $T_{вых}$ , текс	сложе- ний, $d$	тяжка, $E$		ка, $K$ , кр./м	м/мин, или $n$ , мин <sup>-1</sup>	производитель- ность, $P_T$ , кг/ч		пользо- вого време- ни, $K_{ПВ}$	длительности, $P_H$ , кг/ч		работа- ющего оборудо- вания, $K_{РО}$	исп. маши- ны, $K_{ИМ}$	производитель- ность, $P_P$ , кг/ч	
							выпус- ка	маши- ны		выпус- ка	маши- ны			выпус- ка	маши- ны
1	3	4	5	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Разрыхлительно- очистительный агрегат								950	0,95		902,5	0,95	0,903		857,4
Шляпочная чесальная машина	5022		122			300		90,4	0,95		85,88	0,95	0,903		81,58
Ленточная машина	5022	8	8			700		210,9	0,766		161,57	0,97	0,743		156,72
Холстоформирующая машина	76771	24	1,57			90		414,6	0,741		307,19	0,98	0,726		301,05
Гребнечесальная ма- шина**	4720	8	108			400	9,25	74,02	0,911	8,43	67,44	0,94	0,856	7,92	63,39
Ленточная машина	4720	8	8			550		155,8	0,871		135,67	0,97	0,845		131,60
Ровничная машина (144 веретена)	590	1	8	9,7	40	1200	1,06	152,9	0,831	0,883	127,08	0,975	0,810	0,860	123,91
Кольцевая прядельная машина (1200 веретен)	10	1	59	38,6	1220	16000	0,0079	9,44	0,946	0,0074	8,93	0,965	0,913	0,0072	8,62

\* – заполняется в процессе выбора оборудования;

\*\* – при расчете принята длина питания 5,4 мм, выход гребенных очесов – 17 %.

Таблица 3 – План прядения при производстве пряжи линейной плотности 29,4 текс пневмомеханическим способом по кардной системе

Наименование перехода. Марка машины*	Линейная плотность продукта, $T_{вых}$ , текс	Число сложений, $d$	Вытяжка, $E$	$\alpha_T$	Крутка, $K$ , кр./м	$V_{вып.}$ , м/мин, или $n$ , мин <sup>-1</sup>	Теоретическая производительность, $P_T$ , кг/ч		Коэф. полезного времени, $K_{ПВ}$	Норма производительности, $P_H$ , кг/ч		Коэф. работающего оборудования, $K_{РО}$	Коэф. использования машины, $K_{ИМ}$	Плановая производительность, $P_{П}$ , кг/ч	
							выпуска	машины		выпуска	машины			выпуска	машины
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Разрыхлительно-очистительный агрегат								950	0,95		902,5	0,95	0,903		857,4
Шляпочная чесальная машина	5341		119,58			300		96,14	0,95		91,33	0,95	0,903		86,76
Ленточная машина, 1 переход	5341	6	6			800		256,4	0,862		221,0	0,97	0,836		214,4
Ленточная машина, 2 переход	4900	6	6,54			500		147	0,849		124,8	0,97	0,824		121,1
Пневмомеханическая прядильная машина (360 камер)	29,4	1	166,7	43,6	803	100000	0,220	79,08	0,968	0,213	76,55	0,965	0,934	0,205	73,87

\* – заполняется в процессе выбора оборудования

## 2 Задания для расчетно-графической работы № 1

Индивидуальные задания для выполнения расчетно-графической работы № 1 выбираются из таблицы 4.

В соответствии с заданной линейной плотностью, системой и способом прядения студент разрабатывает план прядения.

Пояснительная записка включает следующие разделы.

1. Введение (о планах прядения).
2. Исходные данные.
3. Расчет линейной плотности полуфабрикатов, обоснование вытяжки и числа сложений по переходам. Выбор оборудования по всем переходам.
4. Выбор и обоснование коэффициентов крутки и расчет крутки.
5. Выбор и обоснование скорости выпускных рабочих органов.
6. Расчет теоретической производительности оборудования.
7. Расчет нормы производительности оборудования.
8. Расчет коэффициента использования машин.
9. Расчет плановой производительности оборудования.
10. Составление плана прядения.
11. Используемая литература.

Таблица 4 – Индивидуальное задание для разработки плана прядения

№ варианта	Линейная плотность пряжи, текс	Система прядения	Способ прядения	Назначение пряжи
1	15,4	кардная	кольцевой	трикотажная
2	20	кардная	пневмомеханический	ткацкая
3	15,4	гребенная	кольцевой	основа
4	11,8	гребенная	кольцевой	уток
5	25	кардная	кольцевой	трикотажная
6	36	кардная	пневмомеханический	трикотажная
7	7,5	гребенная	кольцевой	швейные нитки
8	50	кардная	кольцевой	основа
9	36	гребенная	кольцевой	уток
10	16,5	гребенная	кольцевой	основа
11	27	гребенная	кольцевая	швейные нитки
12	5,9	гребенная	кольцевой	швейные нитки
13	25	кардная	пневмомеханический	ткацкая
14	72	кардная	кольцевой	трикотажная
15	42	кардная	пневмомеханический	трикотажная
16	18,5	гребенная	кольцевой	уток
17	50	кардная	пневмомеханический	ткацкая

18	22	кардная	кольцевой	трикотажная
19	8,5	гребенная	кольцевой	основа
20	36	кардная	кольцевой	уток
21	29	кардная	кольцевой	трикотажная
22	18,5	кардная	кольцевой	основа
23	27	кардная	кольцевой	трикотажная
24	20	гребенная	кольцевой	основа
25	72	кардная	пневмомеханический	ткацкая
26	13	гребенная	кольцевой	основа
27	60	кардная	кольцевой	трикотажная
28	16,5	кардная	кольцевой	уток
29	29	гребенная	кольцевая	трикотажная
30	38	кардная	кольцевой	основа

### **3 Методические рекомендации к выполнению расчетно-графической работы № 2 «Технологический расчет оборудования прядильного производства»**

Кинематические схемы машин выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701-76, ГОСТ 2.770-68 и ГОСТ 2.703-68.

Кинематическая схема представляет собой совокупность кинематических элементов и их соединений, предназначенных для передачи движения к рабочим органам машины.

Условные графические обозначения элементов машин и механизмов в кинематических схемах, соответствующие ГОСТ 2.770-68, приведены на рисунках 1, 2.

На кинематической схеме допускается переносить элементы вверх или вниз от их истинного положения, а также поворачивать элементы в положения, наиболее удобные для изображения. В этих случаях сопряженные звенья пары, вычерченные раздельно, соединяют штриховой линией.

На кинематических схемах изображают валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы и т. п. сплошными линиями толщиной  $S$ ; элементы, показанные упрощенно внешними очертаниями (шестерни, червяки, звездочки, шкивы, кулачки и т. д.), – сплошными линиями толщиной  $S/2$ .

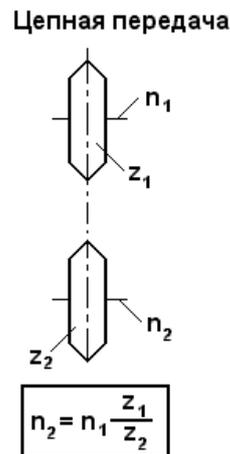
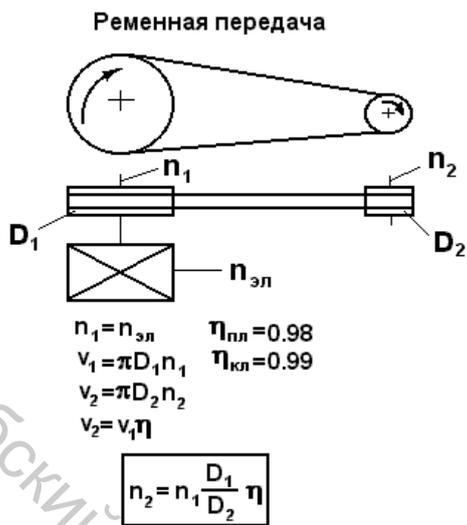


Рисунок 1 – Гибкие передачи

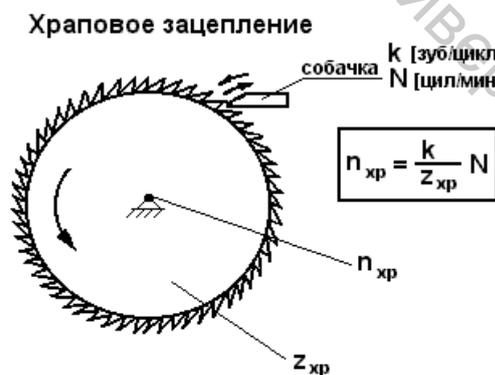
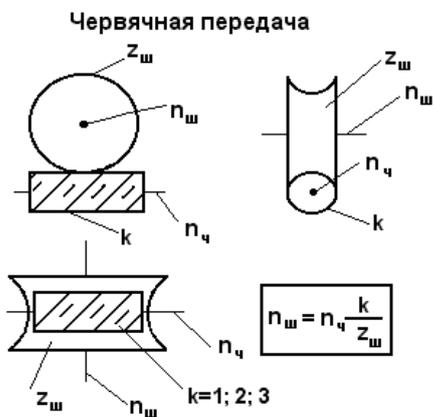
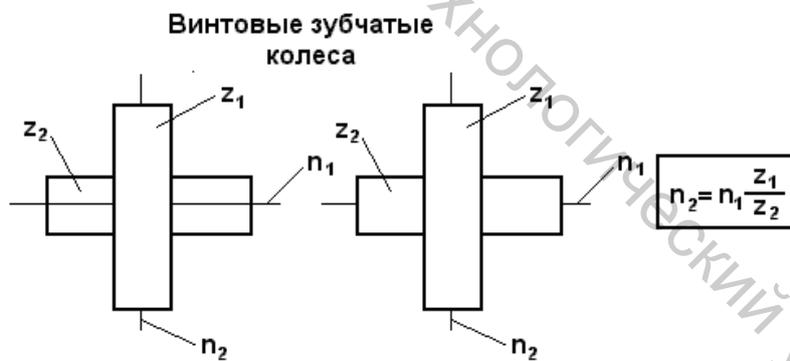
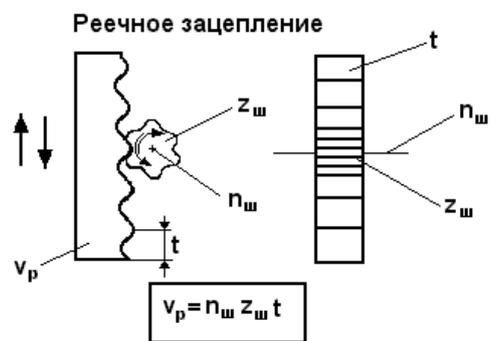
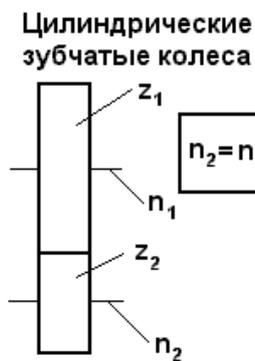


Рисунок 2 – Жесткие передачи

На кинематической схеме указывают основные характеристики и параметры кинематических элементов: диаметры шкивов ременной передачи; число зубьев шестерен и число заходов червяка; шаг зубчатой рейки; число зубьев звездочки и шаг цепи цепной передачи.

Основными элементами кинематического расчета машин являются: определение частоты вращения и линейных скоростей рабочих органов и определение числа зубьев сменных шестерен или диаметров блоков ременных передач и т. д.

Например, требуется определить линейную скорость цилиндров 8 и 15, показанных на обобщенной кинематической схеме (рисунок 3).

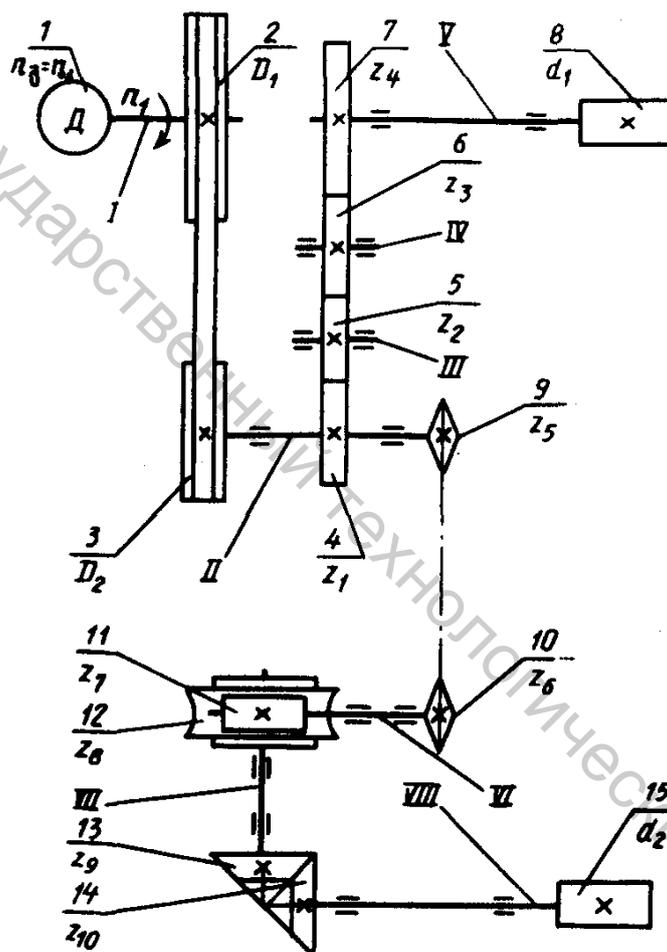


Рисунок 3 – Обобщенная кинематическая схема

Вначале определяют частоту вращения,  $\text{мин}^{-1}$ , цилиндра 8:

$$n_8 = n_1 \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{z_1}{z_4}.$$

Затем определяют скорость, м/мин, цилиндра 8 диаметром  $d_1$  по формуле

$$V_8 = \pi d_1 n_8.$$

Частота вращения цилиндра  $15, \text{ мин}^{-1}$

$$n_{15} = n_1 \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{z_7}{z_8} \cdot \frac{z_9}{z_{10}},$$

а линейная скорость его:

$$V_{15} = \pi d_2 n_{15} (\text{м/мин}).$$

Если требуется определить, например, число зубьев шестерни  $z_1$  при заданной частоте вращения  $n_1$  и  $n_8$ , то из соотношения для  $n_8$  находят:

$$z_1 = \frac{n_8 D_2 z_4}{n_1 D_1}$$

и округляют его до ближайшего целого числа.

Кинематическая схема машин выполняется карандашом на листе формата А4 или на ЭВМ с использованием любого удобного графического редактора.

Расчет выполняется последовательно, сначала приводится исходная, затем расчетная формула с подставленными значениями и полученным результатом. Обязательно указываются единицы измерения рассчитанных величин.

Проверка правильности расчета проводится на ЭВМ с помощью специальных расчетных программ. Распечатка с ЭВМ приводится в приложении к расчетно-графической работе.

#### 4 Пример технологического расчета чесальных машин DK903 и TC7 Trutzschler (Германия)

##### **Исходные данные:**

- линейная плотность ленты  $T_L$  (5 ктекс);
- вытяжка  $E$  (150);
- процент отходов  $u$  (4,5 %);
- скорость выпуска  $V_{\text{вып}}$  (150 м/мин);
- частота вращения главного барабана ( $450 \text{ мин}^{-1}$ );
- коэффициент использования машины  $K_{\text{им}}$  (0,82);
- масса ленты в тазу  $G$  (50 кг).

Кинематическая схема чесальных машин фирмы Trutzschler представлена на рисунке 4.

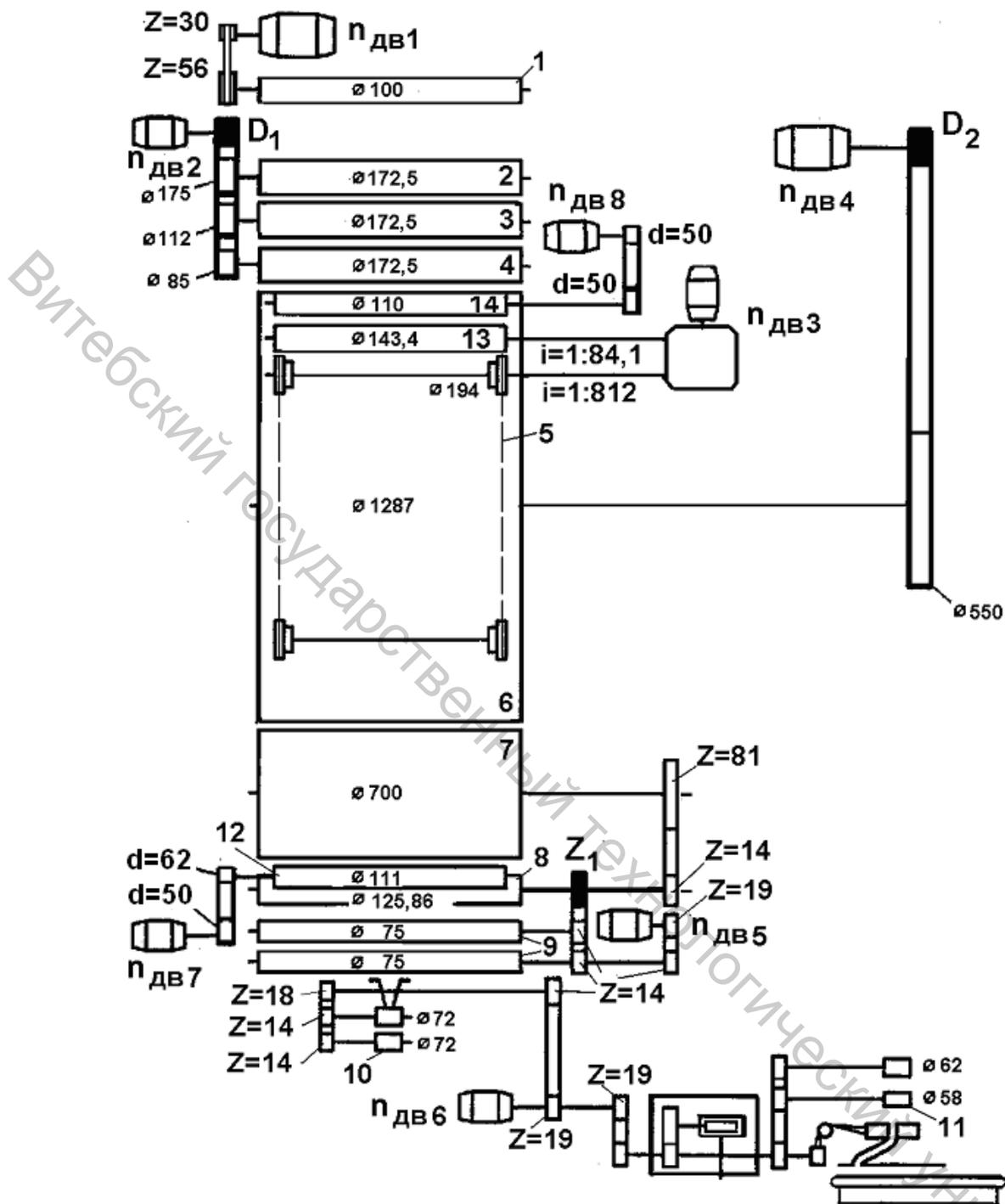


Рисунок 4 – Кинематическая схема чесальной машины DK903:

1 – питающий цилиндр; 2 – первый приемный барабан; 3 – второй приемный барабан; 4 – третий приемный барабан; 5 – шляпочное полотно; 6 – главный барабан; 7 – съемный барабан; 8 – съемный валик; 9 – плющильные валики; 10 – выпускной вал; 11 – валики лентоукладчика; 12 – чистительный вал; 13 – валик для очистки шляпок; 14 – валик для удаления шляпочных очесов

**Порядок расчета.**

Расчет производится в следующем порядке.

Частота вращения питающего цилиндра  $I$ :

$$n_1 = n_{ДВ1} \frac{30}{56} = 0,536 \cdot n_{ДВ1}.$$

$$n_1 = 0,536 \times 5,94 = 3,18 \text{ мин}^{-1}.$$

Окружная скорость питающего цилиндра 1:

$$V_1 = \pi \cdot 0,1 \cdot n_1.$$

$$V_1 = 3,14 \times 0,1 \times 3,18 = 1 \text{ м / мин}.$$

Частота вращения двигателя  $n_{ДВ1} = 0,38 - 38,7 \text{ мин}^{-1}$ . Частота вращения  $n_{ДВ1}$  устанавливается в соответствии с требуемым значением вытяжки:

$$E = \frac{V_{ВЫП}}{V_1} = \frac{V_{ВЫП}}{\pi \cdot 0,1 \cdot n_1} = \frac{V_{ВЫП}}{\pi \cdot 0,1 \cdot 0,536 n_{ДВ1}} = \frac{V_{ВЫП}}{0,1683 n_{ДВ1}}.$$

Откуда

$$n_{ДВ1} = \frac{V_{ВЫП}}{0,1683 \cdot E}.$$

$$n_{ДВ1} = \frac{150}{0,1683 \times 150} = 5,94 \text{ мин}^{-1},$$

Частоты вращения приемных барабанов:

- первого (2):

$$n_2 = n_{ДВ2} \frac{D_1}{175};$$

$$n_2 = 1450 \frac{120}{175} = 994 \text{ мин}^{-1},$$

- второго (3):

$$n_3 = n_{ДВ2} \frac{D_1}{112};$$

$$n_3 = 1450 \frac{120}{112} = 1553. \text{мин}^{-1},$$

- третьего (4):

$$n_4 = n_{ДВ2} \frac{D_1}{85}.$$

$$n_4 = 1450 \frac{120}{85} = 2047. \text{мин}^{-1},$$

Диаметр шкива  $D_1$  выбирается из ряда 102, 112, 120, 135, 146 мм. Частота вращения электродвигателя  $n_{ДВ2} = 1450 \text{ мин}^{-1}$ . В соответствии с этим частота вращения первого приемного барабана изменяется в диапазоне от 845 до 1210  $\text{мин}^{-1}$ , второго барабана – от 1321 до 1890  $\text{мин}^{-1}$ , третьего барабана – от 1740 до 2491  $\text{мин}^{-1}$ .

Окружная скорость первого приемного барабана:

$$V_2 = \pi \cdot 0,1725 \cdot n_2.$$

$$V_2 = 3,14 \times 0,1725 \times 994 = 538. \text{м/мин}.$$

Аналогично рассчитываются окружные скорости второго и третьего приемных барабанов.

Скорость шляпочного полотна 5 изменяется в диапазоне от 0,075 до 1,5 мм/мин и рассчитывается по формуле

$$V_5 = \pi \cdot 0,194 \cdot \frac{1}{812} \cdot n_{ДВ3}.$$

$$V_5 = 3,14 \times 0,194 \times \frac{1}{812} \times 700 = 0,52 \text{ м/мин}.$$

Частота вращения вала электродвигателя  $n_{ДВ3} = 100 - 2000 \text{ мин}^{-1}$ .

Диаметр шкива рассчитывается в зависимости от частоты вращения главного барабана по формуле

$$D_2 = n_{ГБ} \frac{550}{n_{ДВ4}}.$$

$$D_2 = 450 \frac{550}{1445} = 171 \approx 175. \text{мм}.$$

Частота вращения главного барабана изменяется в диапазоне от 355 до 552 мин<sup>-1</sup>. Расчетное значение диаметра шкива  $D_2$  округляется до ближайшего из ряда: 135, 155, 175, 190, 210 мм. После округления производится пересчет частоты вращения главного барабана

$$n_6 = n_{ДВ4} \frac{D_2}{550}.$$

$$n_6 = 1445 \frac{175}{550} = 460 \cdot \text{мин}^{-1}$$

Частота вращения вала электродвигателя  $n_{ДВ4} = 1445 \text{ мин}^{-1}$ .  
Окружная скорость главного барабана  $v_6$ :

$$V_6 = \pi \cdot 1,287 \cdot n_6.$$

$$V_6 = 3,14 \times 1,287 \times 460 = 1858 \cdot \text{мин}^{-1}$$

После расчета скорости  $V_6$  необходимо проверить выполнение условия:

$$\frac{V_6}{V_4} > 1,25.$$

$$\frac{1858}{1109} > 1,67$$

Если данное условие не выполняется, то необходимо изменить значение  $D_1$  или  $D_2$ , а затем откорректировать соответствующие расчеты.

Кроме того, в соответствии с рекомендациями фирмы Trutzschler рекомендуемая частота вращения первого приемного барабана связана с частотой вращения главного барабана следующим соотношением:

$$n_2 = 100 + 2n_6.$$

$$994 \approx 100 + 2 \times 460.$$

Фактическое соотношение частот вращения барабанов должно быть максимально приближено к рекомендуемому.

Частота вращения съемного барабана 7:

$$n_7 = n_{ДВ5} \frac{19}{14} \frac{14}{Z_1} \frac{14}{81}.$$

Число зубьев шестерни  $Z_1$  выбирается равным 28 или 30 в зависимости от требуемой вытяжки между съемным валиком 8 и плющильными валами 9 (1,192 или 1,277).

Частота вращения вала электродвигателя  $n_{ДВ5} = 11 - 1100 \text{ мин}^{-1}$ . Частота вращения двигателя определяется в зависимости от скорости выпуска с учетом вытяжки между плющильными валами 9 и давальными валами 10.

В диапазоне скоростей выпуска от 50 до 400 м/мин данная вытяжка рассчитывается по формуле

$$e_{9-10} = 1,285 + \frac{V_{ВЫП}}{233}.$$

Окружная скорость съемного барабана 7:

$$V_7 = \pi \cdot 0,7 \cdot n_7.$$

Частота вращения съемного валика 8:

$$n_8 = n_{ДВ5} \frac{19}{14} \frac{14}{Z_1}.$$

Окружная скорость съемного валика 8:

$$V_8 = \pi \cdot 0,12586 \cdot n_8.$$

Частота вращения плющильного вала 9:

$$n_9 = n_{ДВ5} \frac{19}{14} \frac{14}{14}.$$

Окружная скорость плющильного вала 9:

$$V_9 = \pi \cdot 0,075 \cdot n_9.$$

Частота вращения давального (выпускного) вала 10:

$$n_{10} = n_{ДВ6} \frac{19}{35} \frac{18}{14}.$$

Окружная скорость давяльного (выпускного) вала **10**:

$$V_{10} = \pi \cdot 0,072 \cdot n_{10}.$$

Частота вращения вала электродвигателя  $n_{ДВ6} = 24,5 - 2450 \text{ мин}^{-1}$ . Частота вращения двигателя определяется в зависимости от скорости выпуска. Вытяжка  $e_{10-11}$  между выпускными валами **10** и валиками лентоукладчика **11** зависит от диаметра таза и устанавливается в пределах от 1,058 до 1,083.

$$V_{10} = \frac{V_{ВЫП}}{e_{10-11}}.$$

Частота вращения чистительного валика **12**:

$$n_{12} = n_{ДВ7} \frac{50}{62}.$$

Частота вращения вала электродвигателя  $n_{ДВ7} = 2915 \text{ мин}^{-1}$ . Окружная скорость чистительного валика **12**:

$$V_{12} = \pi \cdot 0,111 \cdot n_{12}.$$

Частота вращения валика **13** для очистки шляпок:

$$n_{13} = n_{ДВ3} \frac{1}{84,1}.$$

Окружная скорость валика **13** для очистки шляпок:

$$V_{13} = \pi \cdot 0,1434 \cdot n_{13}.$$

Частота вращения валика **14** для удаления шляпочных очесов:

$$n_{14} = n_{ДВ8} \frac{50}{50}.$$

Частота вращения вала электродвигателя  $n_{ДВ8} = 1360 \text{ мин}^{-1}$ . Окружная скорость валика **14** для удаления шляпочных очесов

$$V_{14} = \pi \cdot 0,11 \cdot n_{14}.$$

После выбора параметров сменных элементов и определения частот вращения и окружных скоростей необходимо рассчитать следующие частные вытяжки:

- $e_{1-2}$  – между питающим цилиндром и первым приемным барабаном;
- $e_{2-3}$  – между первым и вторым приемными барабанами;
- $e_{3-4}$  – между вторым и третьим приемными барабанами;
- $e_{4-6}$  – между третьим приемным и главным барабанами;
- $e_{6-7}$  – между главным и съемным барабанами (сгущение);
- $e_{7-8}$  – между съемным барабаном и съемным валиком;
- $e_{8-9}$  – между съемным валиком и плющильными валами;
- $e_{9-10}$  – между плющильными и давальными (выпускными) валами;
- $e_{10-11}$  – между давальными (выпускными) валами и валиками лентоукладчика.

Затем осуществляется расчет фактического значения общей вытяжки с учетом частных:

$$E_{\text{ФАКТ}} = e_{1-2} \cdot e_{2-3} \cdot e_{3-4} \cdot e_{4-6} \cdot e_{6-7} \cdot e_{7-8} \cdot e_{8-9} \cdot e_{9-10} \cdot e_{10-11}.$$

Если расчетное значение вытяжки отличается от заданного в пределах более чем  $\pm 2 \%$ , то необходимо откорректировать параметры сменных элементов и частоты вращения электродвигателей.

Линейная плотность слоя на питании машины с учетом фактической вытяжки:

$$T_{\text{ПИТ}} = \frac{T_{\text{Л}} E_{\text{ФАКТ}}}{1 - 0,01y}.$$

Утонение волокнистого материала несколько превышает величину общей вытяжки и рассчитывается по формулам:

$$U = \frac{T_{\text{ПИТ}}}{T_{\text{Л}}} \quad \text{или} \quad U = \frac{V_{\text{ВЫП}}}{V_{\text{I}}} \frac{100}{100 - y}.$$

Плановая производительность (кг/ч) чесальной машины определяется по формуле

$$P = 0,06 \cdot V_{\text{ВЫП}} \cdot T_{\text{Л}} \cdot K_{\text{ИМ}}.$$

Время (мин), необходимое для наработки одного таза ленты, определяется по формуле

$$t = \frac{G \cdot 10^3}{T_{\text{Л}} V_{\text{ВЫП}}},$$

где  $G$  – масса ленты в тазу, кг.

## 5 Задания для расчетно-графической работы № 2

Индивидуальные задания для выполнения расчетно-графической работы № 2 приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Индивидуальные задания для выполнения расчетно-графической работы № 2

№ варианта	Линейная плотность ленты, $T_l$ , ктекс	Вытяжка, $E$	Процент отходов, $y$ , %	Скорость выпуска, $V_{вып}$ , м/мин	Частота вращения главного барабана, $\text{мин}^{-1}$	Масса ленты в тазу, $G$ , кг	Коэфф. использования машины, $K_{им}$
Чесальная машина С60 фирмы Rieter							
1	4	100	3	220	400	60	0,9
2	4,5	120	2,8	200	450	55	0,91
3	4,8	150	3,3	170	500	50	0,92
4	5	200	3,5	150	550	48	0,89
Чесальная машина DK 903 и TC 7 фирмы Trutzschler							
5	5,5	160	4	210	520	52	0,88
6	4,2	170	3,6	270	460	65	0,92
Ленточная машина RSB-D 40 фирмы Rieter							
	Линейная плотность питающей ленты, $T_{вх}$ , ктекс	Линейная плотность выпускной ленты, $T_{вых}$ , ктекс	Число сложений, $d$	Скорость выпуска, $V_{вып}$ , м/мин	Коэфф. использования машины	Масса ленты в тазу на выпуске, $G$ , кг	
7	5,5	5,3	6	500	0,8	28	
8	4,2	4,5	8	450	0,78	30	
9	4,8	4,5	6	550	0,82	32	
10	4,3	5	8	520	0,79	29	
Ленточная машина TD 03 фирмы Trutzschler							
11	3,8	4,0	8	480	0,82	26	
12	4,0	4,2	6	500	0,79	28	
13	4,5	4,5	8	520	0,77	30	
14	3,5	3,8	6	550	0,8	27	

Продолжение таблицы 5

Гребнечесальная машина E 66 фирмы Rieter*									
	Линейная плотность холстика, $T_x$ , ктекс	Линейная плотность ленты, $T_L$ , ктекс	Длина питания, $F$ , мм	Процент гребенного очеса, $y$ , %	Частота вращения гребенного барабанчика, $n_{ГБ}$ , мин <sup>-1</sup>	Количество игл на 1 см ширины верхнего гребня, $m_{ВГ}$	Линейная плотность волокна, $T_v$ , текс	Средняя длина волокна, $l_v$ , мм	Масса ленты в тазу, $G$ , кг*
15	70	3,8	4,3	14	420	23	0,126	33	28
16	72	4	5,2	16,5	440	26	0,115	30	30
17	75	3,5	4,7	17	460	30	0,148	32	27
18	79	4,2	5,9	19,5	500	32	0,131	35	26
Ровничная машина модели 668 фирмы Zinser**									
	Линейная плотность ровницы, $T_P$ , текс		Линейная плотность ленты, $T_L$ , текс			Длина волокна, мм			
19	714		4500			27,5 – 35			
20	500		4800			35 – 38			
21	333		3450			35 – 38			
22	625		4280			25,5 – 27			
Кольцевая прядильная машина модели G 35 фирмы Rieter									
	Линейная плотность пряжи, $T_{ПР}$ , текс	Линейная плотность ровницы, $T_P$ , текс	Средневзвешенная длина волокна, $l$ , мм	Диаметр кольца, $D_K$ , мм	Средний диаметр патрона, $d_{CP}$ , мм	Высота патрона, $H$ , мм	Коэфф полезного времени, КПВ		
23	11,8	350	37-39	38	20	170	0,95		
24	20	625	29-30	45	23	210	0,93		
25	25	570	30-31	48	24	220	0,955		
26	15,4	480	33-35	40	21	190	0,92		

## Окончание таблицы 5

Пневмомеханическая прядильная машина R 40 фирмы Rieter***								
	Линейная плотность пряжи, $T_{ПР}$ , текс	Линейная плотность волокна, $T_B$ , текс	Вытяжка, $E$	Частота вращения прядильной камеры, $n_{ПК}$ , мин <sup>-1</sup>	Диаметр прядильной камеры, $d_{ПК}$ , мм	Частота вращения дискретизирующего барабанчика, $n_{ДБ}$ , мм	Диаметр дискретизирующего барабанчика, $d_{ДБ}$ , мм	Коэффициент крутки, $\alpha_T$
27	20	0,141	200	110000	28	7500	64	55,2
28	25	0,173	160	95000	40	6500	62	50,6
29	36	0,185	110	100000	46	5000	63	51,8
30	50	0,142	90	85000	66	5700	64	47,7

\*Число выпусков на гребнечесальной машине  $E 66 a = 8$ , число сложений  $d = 8$ , ширина холстика  $B = 30$  см, число игл на 1 см ширины гребенного барабанчика  $m_{ГБ} = 65$ ;

\*\*Частная вытяжка в зоне предварительного вытягивания  $e_I = 1,19$ , сменная шестерня  $Z_{D15} = 40 \dots 85$  выбирается из [2, табл. 8.9], крутка ровницы выбирается из [2, табл. 8.10], сменная шестерня  $Z_{WV} = 28$ , вытяжка в зоне «выбирающие валы – питающий цилиндр»  $e_0 = 1,06$  или  $1,09$ , величина натяжения ровницы в зоне «выпускной цилиндр – катушка»  $e_H$  не более 1,5 %, диаметр пустой катушки  $d_K = 5,6$  см, диаметр полной катушки  $d_{П} = 15$  или  $17,5$  см.

\*\*\*Количество прядильных камер на машине  $m = 320$ , масса ленты в прямоугольном тазу  $G_L = 19$  кг.

## Литература

1. Методические указания № 77 по выполнению и правилам оформления дипломных работ» для студентов специальности 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов
2. Коган А. Г., Проектирование хлопкопрядильного производства : учебное пособие / УО «ВГТУ» ; А. Г. Коган [и др.]. – Витебск, 2011. – 395 с.
3. Справочник по хлопкопрядению / В. П. Широков [и др.] ; под ред. В. П. Широкова. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1985. – 472 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 [и др.]; под. ред. А. Г. Когана. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 195 с.
5. Прядение химических волокон : учебник для вузов / под ред. В. А. Усенко. – Москва : РИО МГТА, 1999. – 472 с.
6. Проектирование прядильных фабрик : методические указания № 76 к курсовому проектированию для студентов специализаций 1-50 01 01 01, 1-53 01 01 05, 36 08 01 02
7. Проектирование технологии хлопкопрядения: учебник для вузов / К. И. Бадалов [и др.] ; под ред. К. И. Бадалова. – Москва : МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. – 601 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология текстильных материалов»

***Расчетно-графическая работа №1***

Разработка плана прядения

Выполнил: студент группы  
Прокопович П.П.  
Проверил:

Витебск, 20....