

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»**

На правах рукописи



СМИРНОВА ТАТЬЯНА ВАЛЕРЬЕВНА

**СОКРАЩЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ОСНОВ К ТКАЧЕСТВУ
НА СНОВАЛЬНО – ШЛИХТОВАЛЬНОМ АГРЕГАТЕ**

05.19.02 – Технология и первичная обработка текстильных
материалов и сырья

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор В.Л. Маховер

Иваново – 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	13
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНОГО АГРЕГАТА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СОПРЯЖЕННОСТИ ПАКОВОК.....	35
2.1. Устройство и работа сновально-шлихтовального агрегата, его обслуживание и ассортиментные возможности.....	35
2.2. Разработка методики расчета сопряженности паковок при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата.....	40
2.2.1. Оценка величины сокращения процесса партионного снования.....	41
2.2.2. Исследование условий сопряженности паковок.....	45
2.2.3. Первый способ расчета сопряженности паковок сновально-шлихтовального агрегата.....	51
2.2.4. Второй способ расчета сопряженности паковок сновально-шлихтовального агрегата.....	58
2.2.5. Замечания о расчете сопряженности паковок сновально-шлихтовального агрегата.....	62
2.3. Возможность увеличения ассортимента вырабатываемых тканей с применением подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА.....	66
2.4. Выводы.....	71
3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНОГО АГРЕГАТА.....	76
3.1. Получение расчетных формул для определения скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи.....	76
3.2. Расчет скорости процесса на сновально-шлихтовальном агрегате.....	83

3.3. Исследование на экспериментальном стенде натяжения нити при осевом сматывании ее с бобины шпулярника сновально-шлихтовального агрегата.....	85
3.3.1. Методика проведения эксперимента и результаты измерений.....	85
3.3.2. Регрессионные математические модели для натяжения нити.....	89
3.3.3. Анализ математических моделей и создание необходимого натяжения нити.....	92
3.4. Нормализация режима натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, путем применения специальной тормозной системы.....	96
3.5. Технологические параметры сновально-шлихтовального агрегата...	100
3.6. Выводы.....	105
4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНОГО АГРЕГАТА.....	108
4.1. Расчет нормы производительности процесса связывания нитей на узловязальной машине при смене сновального вала.....	108
4.2. Нормирование операций сновально-шлихтовального агрегата и расчет его производительности.....	111
4.3. Вывод общей формулы для расчета производительности сновально-шлихтовального агрегата.....	118
4.4. Определение оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате.....	124
4.5. Выводы.....	134
5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОКРАЩЕННОЙ И ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ОСНОВ.....	135
5.1. Расчет сопряженности оборудования в ткацком производстве при применении сновально-шлихтовальных агрегатов.....	135
5.1.1. Определение сопряженности партионной сновальной машины и сновально-шлихтовальных агрегатов.....	135

5.1.2. Расчет количества ткацких станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом.....	141
5.1.3. Определение режимов работы и количества оборудования в разных вариантах его сопряженности при сокращенной технологии подготовки основ.....	144
5.2. Определение количества оборудования и режимов его работы по традиционной технологии для подготовки основ в том же объеме, что и при сокращенной технологии.....	147
5.3. Сравнительный анализ количества отходов пряжи при сокращенной и традиционной технологии подготовки основ.....	154
5.4. Выводы.....	161
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	164
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	168
ПРИЛОЖЕНИЕ А Ассортиментные возможности нового сновально-шлихтовального агрегата.....	176
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Примеры ткацких станков, используемых для выработки тканей с двух навоев по сокращенной технологии подготовки основ.....	181
ПРИЛОЖЕНИЕ В Патент на полезную модель.....	182
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Оценка ожидаемого экономического эффекта от использования сновально-шлихтовальных агрегатов.....	183
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Акт внедрения в учебный процесс результатов диссертационной работы.....	185

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность избранной темы. В условиях рыночных отношений и возрастающей конкуренции особо важное значение для промышленности приобретает сокращение производственного цикла, улучшение качества продукции, снижение удельных затрат трудовых, сырьевых и энергетических ресурсов.

В ткацком производстве, где занято более половины всех работающих в текстильной промышленности, технология подготовки пряжи к ткачеству является прерывной. Благодаря созданию пневмомеханических прядильных машин и машин ПК-100, на многих предприятиях хлопчатобумажной отрасли удалось ликвидировать мотальный переход. Однако процессы снования и шлихтования до сих пор осуществляются раздельно.

При разработке известных конструкций сновально-шлихтовальных агрегатов (фирмы «Tsudakoma», ГрузНИИТП, ЦНИИЛВ, ЦНИХБИ и др.) авторы стремились исключить процесс партионного снования путем шлихтования нитей основы непосредственно со шпулярика. При большом числе нитей основы в разных вариантах агрегирования это приводило либо к чрезмерно большим габаритам шпулярика, либо к необходимости проведения дополнительного процесса перегонки шлихтованных нитей с валов на один ткацкий навой, либо к объединению на ткацком станке секционных навоев, увеличивающих бугристость намотки и разнородность нитей. Ввиду указанных недостатков, а также из-за неудобства обслуживания, снижения производительности процесса и качества ошлихтованных основ такие сновально-шлихтовальные агрегаты в настоящее время не используются.

Наряду с известными вариантами сновально-шлихтовальных агрегатов на кафедре ткачества ИГТА предложено устройство, защищенное патентом РФ. Основное отличие данного агрегата от других заключается в том, что нити основы сматываются не только с бобин шпулярика, но и с одного сновального вала. Это позволяет при определенных условиях осуществлять не полное, а частичное сокращение процесса партионного снования. Наличие сновального вала в агрегате

дает возможность уменьшить глубину шпулярика. При этом существенно снижаются отходы пряжи по сравнению с обычной (классической) технологией. Однако детальные исследования сновально-шлихтовального агрегата ИГТА для осуществления сокращенной технологии подготовки основных нитей к ткачеству не проводились. Технологические и организационные условия использования агрегата отсутствуют, что сдерживает применение его в ткацком производстве и свидетельствует о недостаточной **степени разработанности избранной темы**. Таким образом, тема данного исследования является актуальной.

Целью настоящего исследования является разработка, проектирование и обоснование эффективности сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА.

Для достижения поставленной цели в работе **решены следующие научные и технические задачи:**

1. Усовершенствована схема заправки нитей основы на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА и определены рабочие операции по его обслуживанию.

2. Предложена оценка величины сокращения процесса партионного снования. Показано, что процент этого сокращения не может превышать определенные пределы.

3. Исследованы условия сопряженности паковок и разработана методика расчета сопряженности при подготовке основ на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА.

4. Для поддержания натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, постоянным и равным натяжению нитей, идущих с бобин шпулярика агрегата, предложено использовать специальное тормозное устройство.

5. Разработана методика определения технологических параметров сновально-шлихтовального агрегата, включающая в себя:

- формулы расчета скорости процесса подготовки основ;
- алгоритм расчета параметров процесса проклеивания пряжи шлихтой;
- регрессионные математические модели для натяжения нитей, сматываю-

щихся с бобин шпулярника;

- методику расчета параметров настройки тормозной системы сновального вала.

6. Предложена методика расчета отходов пряжи при подготовке основ по сокращенной технологии.

7. Получена методика расчета и оптимизации производительности сновально-шлихтовального агрегата ИГТА. Она содержит:

- расчетные формулы для определения времени выполнения каждой операции на агрегате при наработке ткацкого навоя и общую формулу для расчета производительности агрегата;

- условия оптимизации и порядок расчета оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата, при которой обеспечивается его наибольшая производительность.

8. Разработана методика расчета сопряженности оборудования, позволяющая определять:

- количество агрегатов, сопряженных с одной сновальной машиной, и число станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом;

- количество ткацких станков для полной загрузки одной сновальной машины.

9. Путем сравнительного анализа применения сокращенной и традиционной технологии подготовки основ определены условия эффективного использования сновально-шлихтовальных агрегатов ИГТА.

Решение указанных задач соответствует направлению научных исследований текстильного института ИВГПУ по совершенствованию техники и технологии ткацкого производства.

Научная новизна диссертационной работы заключается в научном обосновании сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА и в создании общей методики ее проектирования.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Предложен способ оценки степени сокращения процесса партионного снования при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата ИГТА. Показано, что величина этого сокращения не может превышать определенного расчетного значения.

2. Установлено, что в зависимости от характера выполнения условий сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате возможны два способа расчета их сопряженности, представленные в виде общей методики.

3. Для характеристики условий наработки ткацких навоев при срабатывании разных ставок бобин предложена технологическая карта сновально-шлихтовального агрегата, устанавливающая порядок наработки навоев и смены очередного сновального вала.

4. Доказано, что характерной особенностью указанной технологической карты является наличие периода (или раппорта) ставок шпулярника агрегата. Получены формулы для расчета периода ставок, количества наработанных за этот период ткацких навоев и числа сработанных на агрегате сновальных валов.

5. Для определения технологических параметров сновально-шлихтовального агрегата впервые получены формулы расчета скорости шлихтования нитей на агрегате, которая равна скорости процесса подготовки основ.

6. Разработаны методики расчета:

- производительности сновально-шлихтовального агрегата с использованием обобщенных формул для определения затрат времени на технологически необходимые операции по его обслуживанию;

- оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата при определенных условиях его оптимизации;

- отходов пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате.

7. Проанализированы различные режимы работы и варианты сопряженности оборудования в ткацком производстве при использовании сновально-шлихтовальных агрегатов ИГТА, в результате чего получены условия наиболее эффективного их применения по сравнению с обычной (традиционной) технологией.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате проведенных исследований разработана сокращенная технология подготовки основной пряжи к ткачеству на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА, включающая в себя научное обоснование, методику проектирования параметров и условия ее наиболее эффективного использования.

Усовершенствованная схема заправки нитей на сновально-шлихтовальном агрегате позволяет определить рабочие операции по его обслуживанию и в конечном итоге рассчитать и оптимизировать производительность сновально-шлихтовального агрегата с учетом сопряженности паковок и оценки величины сокращения процесса партионного снования.

Общая методика расчета сопряженности паковок, формулы для определения скорости подготовки основ, регрессионные математические модели для натяжения нитей, сматывающихся с бобин шпулярника, алгоритм (порядок) расчета параметров процесса проклеивания пряжи шлихтой дают возможность установить на сновально-шлихтовальном агрегате необходимый технологический режим. Применение предложенного в работе специального тормозного устройства и методики расчета его параметров позволяет согласовать уровень натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, с натяжением нитей, идущих с бобин шпулярника сновально-шлихтовального агрегата.

Методики расчета отходов пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате и его производительности дают возможность оценить снижение отходов пряжи по сравнению с традиционной технологией, а также при определенных условиях рассчитать оптимальную ставку бобин в шпулярнике агрегата, при которой обеспечивается его наибольшая производительность. С помощью полученной в диссертации обобщенной методики расчета сопряженности оборудования при использовании сновально-шлихтовальных агрегатов можно определить наиболее эффективные варианты сокращенной технологии с точки зрения загрузки оборудования и производительности процесса.

Экономическая эффективность от использования сновально-шлихтовальных агрегатов образуется за счет уменьшения количества сновальных машин, сокра-

щения числа сновальщиц, а также экономии сырья на отходах.

Практически все полученные теоретические зависимости и методики расчета параметров сокращенной технологии, необходимые для организации работы сновально-шлихтовальных агрегатов ИГТА, опубликованы в научных статьях и в материалах научно-технических конференций, которые используются НИИ, вузами, научными работниками и студентами в соответствующих научных исследованиях и инженерных расчетах.

Результаты исследований автора внедрены в учебный процесс текстильного института ИВГПУ при подготовке бакалавров по направлению 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий и магистров по направлениям 261100 Технологии и проектирование текстильных изделий и 29.04.02 Технологии и проектирование текстильных изделий (при чтении лекций, в лабораторных работах, в курсовом проектировании и при выполнении ВКР).

Методология и методы диссертационного исследования. Решение поставленных задач осуществлялось с применением теоретических и экспериментальных методов. При теоретических исследованиях использовались методы алгебры, математического анализа, элементы теоретической механики, основы проектирования, организации и нормирования технологических процессов ткацкого производства.

Объектом и предметом исследования является технологический процесс на сновально-шлихтовальном агрегате, содержащем шлихтовальную машину барабанной сушки типа ШБ-11/140, секции шпулярника Ш-616-2 с цилиндрическими бобинами пневмомеханического прядения и стойку со сновальным валом, сформированным на сновальной машине типа СП-140.

Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях методом физического моделирования на специально изготовленном стенде с применением промышленного тензометра МТ 311 ЗАО «Метротекс». Использовались математическое планирование и анализ факторного эксперимента. Обработка экспериментальных данных осуществлялась на компьютере с помощью методов теории вероятностей и математической статистики.

Разработанные в диссертации общие методики расчета параметров и анализ сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству рассмотрены на примере проектирования процесса для выработки хлопчатобумажных тканей бязь арт. 299 и марля арт. 6498 соответственно на рапирных и пневматических ткацких станках.

Положения, выносимые на защиту:

1. Технологическая схема практической реализации сновально-шлихтовального агрегата ИГТА, рабочие операции по его обслуживанию и ассортиментные возможности.

2. Методика расчета сопряженности паковок и оценка степени сокращения процесса партионного снования при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата.

3. Совокупность математических моделей и аналитических зависимостей, позволяющих определять скорость шлихтования, параметры процессов проклеивания и сушки пряжи, натяжение нитей и другие условия реализации сокращенной технологии.

4. Методика расчета производительности процесса на сновально-шлихтовальном агрегате, а также условия оптимизации и порядок расчета оптимальной ставки бобин агрегата, при которой обеспечивается его наибольшая производительность.

5. Методика и результаты сравнительного анализа применения сокращенной и традиционной технологии подготовки основ к ткачеству.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Обоснованность и достоверность теоретических и методических разработок обеспечена применением современных методов сбора и обработки исходных данных, выполнением проверочных расчетов и получением адекватных математических моделей по результатам эксперимента. Материалы по теме диссертации докладывались и получили положительную оценку:

- на международных научно-технических конференциях «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой про-

мышленности (Прогресс)», (Иваново, 2007, 2008, 2010 гг.);

- межвузовских научно-технических конференциях «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск)» (Иваново, 2006, 2009, гг.) и «Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск)» (Иваново, 2014 г.)

- расширенном заседании кафедры технологии текстильных изделий ИВГПУ (Иваново, ноябрь 2014 г.) и кафедры технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПУ (Иваново, февраль 2015 г.).

Публикации. Основные результаты выполненных исследований опубликованы в 21 печатной работе, в их числе 9 статей в журнале «Изв. вузов. Технология текстильной промышленности», рекомендуемом ВАК РФ, патент на полезную модель и 11 тезисов докладов в сборниках материалов научно-технических конференций различного уровня (г. Москва, г. Иваново, г. Санкт – Петербург, г. Димитровград).

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Все существующие разработки по агрегированию снования и шлихтования сводятся к трем основным вариантам:

- 1) шлихтование основы со шпулярника небольшой емкости с последующей перегонкой шлихтованных нитей с валов на один общий ткацкий навой;
- 2) шлихтование основы со шпулярника небольшой емкости отдельными лентами на секционный ткацкий навой;
- 3) шлихтование основы со шпулярника, количество бобин которого равно полному числу нитей основы на навое.

Первый вариант описан в [1, 2], где предполагалось осуществлять шлихтование со шпулярника емкостью 800...1000 бобин на промежуточные шлихтовальные валы. Позднее этот способ реализован на агрегате японской фирмы «Tsudakoma» [3], шпулярник которого вмещал до 1200 рабочих бобин и столько же запасных. Перегонка основы на ткацкий навой осуществлялась на специальной перегонной машине модели КВ.

В рассмотренном способе наличие перегонки не сокращает процесс подготовки основ. Не уменьшается и количество отходов пряжи (остатки пряжи на сновальных валах после перегонки переходят из разряда мягких в клееные). Кроме того, наличие партии шлихтованных валов на перегонной машине не устраняет неравномерность натяжения нитей по ширине полотна основы на навое. Однако сравнительно большие расстояния нитей друг от друга в процессе шлихтования и предварительная подсушка основы благоприятно сказываются на качестве покрытия пряжи шлихтой. Плюс к этому ворсинки на пряже в процессе перегонки изменяют свое положение и оказываются направленными по ходу движения нитей основы на ткацком станке. И то и другое способствует снижению обрывности основных нитей в ткачестве [3, 4].

Шлихтование по второму варианту агрегирования изложено в [5], где рассмотрена машина для шлихтования основной пряжи с бобин лентами по 208 ни-

тей в каждой. На ткацкий навой, разделенный на 5 секций, наматывалось до 15 лент. Секции отделялись друг от друга тонкими фланцами. Развитие эта идея получила в работе ЦНИХБИ [6]. При исследовании сокращенного процесса подготовки пряжи основа шлихтовалась с промышленного шпулярника на 840 бобин. Ошлихтованная пряжа навивалась на одном валу в 2-х и 3-х секционный навой.

Технологическая схема агрегирования представлена на рисунке 1.1, где 1 – завозная тележка с бобинами; 2 – бобины; 3 – распределительная доска.

Исследования проводились для ткани карманной арт. 4020 ($m_o = 1784$). Агрегат состоял из шпулярника Ш-840 и шлихтовальной машины ШБ-140. Шпулярник из 12 завозных тележек, содержащих в 7 горизонтальных рядах и 5 вертикальных рядах по 70 конических бобин с $D = 250$ мм. Смена ставки производилась завозными тележками. Размеры шпулярника 8800×450 мм. Вместо распределительного рядка применялись четыре распределительные доски, каждая на 210 нитей (отверстия располагались в шахматном порядке). Скорость шлихтования 24...32 м/мин. При входе в шлихтовальную коробку ширина основы составляла 130 см, передним рядком она сокращалась до 50 см. Обрывность была в среднем 5,7 обрыва на 10^6 м одиночной нити. Обрывы ликвидировались на тихом ходу шлихтовальной машины. Для этого предложено устройство для размещения 10...15 запасных бобин (при обрыве нити берутся с них, а затем устраняется причина обрыва).

В данном случае перегонка исключена, но, как показали исследования [6], возникает разница в натяжениях основных нитей с различных секций. Повышаются требования к постоянству приклея, так как на один ткацкий навой могут попасть секционные навойки [6] с разным приклеем, что отрицательно сказывается на процессе ткачества. Однако при исследовании натяжения нитей, сматывающихся с секционного навоя, установленного на стойке шлихтовальной машины, а также с бобин шпулярника, агрегированного со шлихтовальной машиной, получена значимая разница в средних натяжениях и дисперсиях. При сокращенном способе нити поступают в клеевой аппарат с более равномерным натяжением. Вместе с тем наблюдаемое различие в диаметрах намотки отдельных секций увеличивает неравномерность натяжения нитей по ширине полотна основы на ткац-

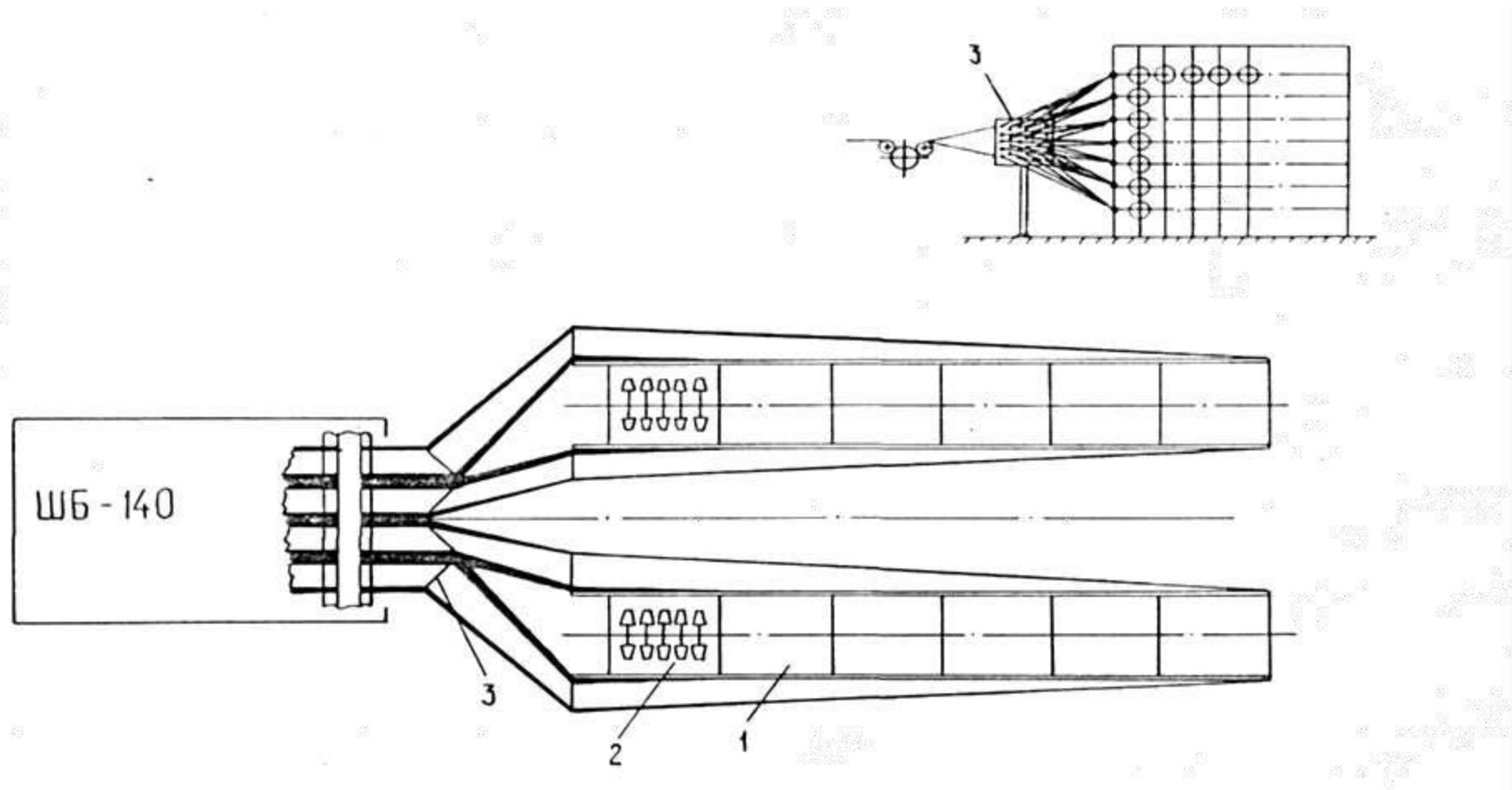


Рисунок 1.1. Технологическая схема агрегирования по варианту ЦНИХБИ [6]

ком станке. К недостаткам данного способа агрегирования следует отнести и то, что нити с отдельных секций навоя срабатываются неодновременно (остаток составляет 3,5 м и более).

Аналогичные [6] исследования проводились и на льняной пряже [7, 8]. Схема агрегирования ЦНИИЛВ приведена на рисунке 1.2, где обозначены: 1 – шпулярник; 2 – устройство для прокладки ценовых шнуров; 3 – разделительные прутки; 4, 11 – переходные площадки; 5, 12 – датчики натяжения; 6, 13 – тянущие устройства; 7 – клеевой аппарат; 10 – сушильные барабаны; 14 – ценовые прутки; 15 – раздвижной рядок; 16 – выпускной вал; 17 – ткацкий навой.

Шпулярник применялся непрерывного осевого сматывания Ш-384-Л. Базовой шлихтовальной машиной была МШБ-9/140. С целью предотвращения склеивания нитей предусмотрено устройство 9 для их разделения в сыром виде. Для прокладки ценовых шнуров разработано устройство 2, установленное непосредственно после формирующего берда. В остальном технологическая схема аналогична схеме ЦНИХБИ: ликвидация обрывов нитей с использованием запасных бобин, секционные навойки и т.д.

Секционный способ шлихтования можно рекомендовать для подготовки плотных основ.

Третий вариант агрегирования ставит своей целью полную ликвидацию процесса партионного снования. Со шпулярника на шлихтовальную машину поступают все нити основы, образующие навой. Из таблиц 1.1 и 1.2 видно, что согласно [9], [10] около 73 % всех хлопчатобумажных тканей содержат около 3000 основных нитей. Существующие же шпулярники (таблица 1.3) имеют емкость не более 1000 бобин. Таким образом, основная проблема этого способа заключается в создании компактного шпулярника большой емкости. В работе [9] показано, что увеличение емкости шпулярника до 3000 бобин приближает ставку бобин к оптимальной при скорости шлихтования 80 м/мин и обрывности в 2...4 обрыва на 10^6 м одиночной нити.

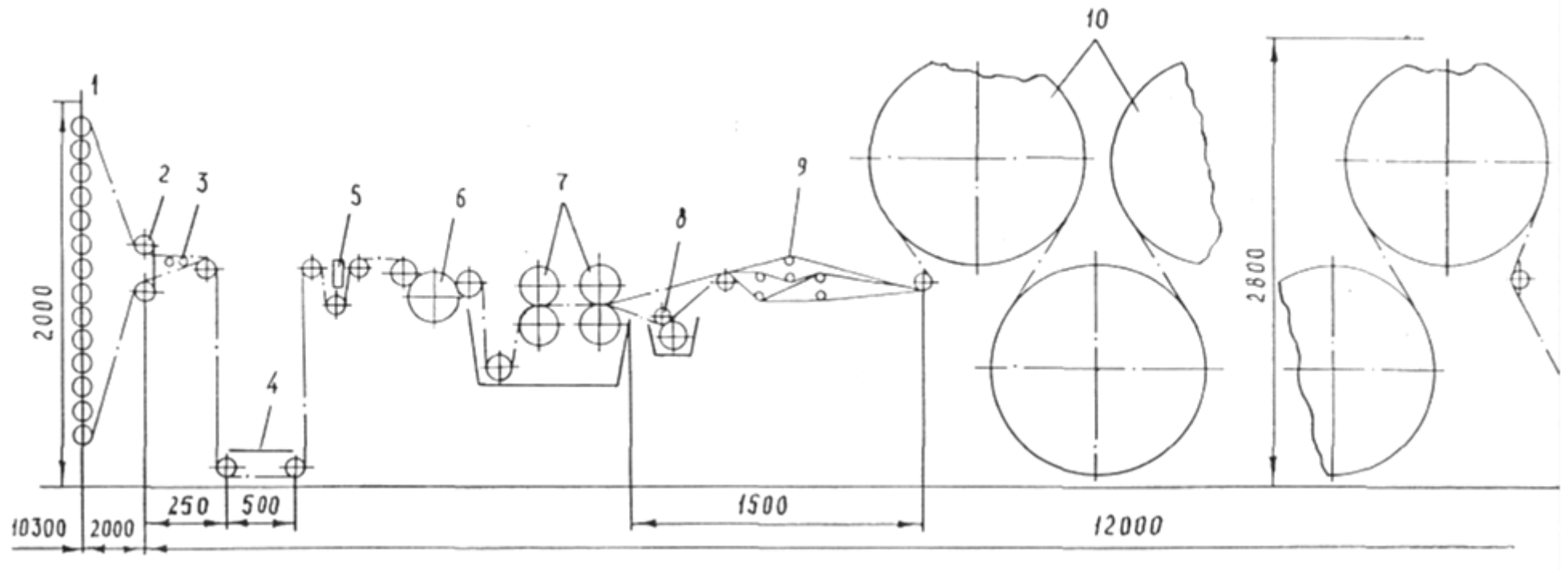
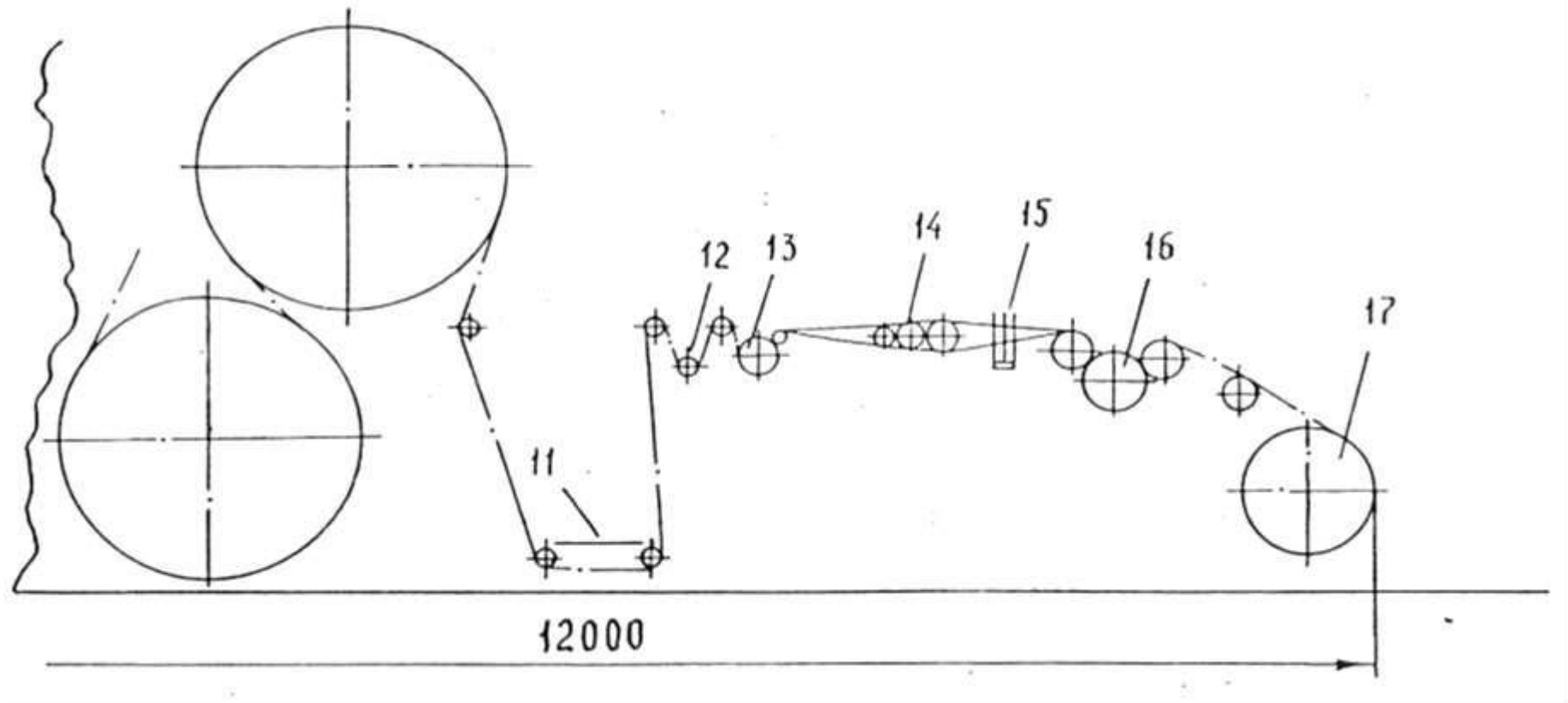


Рисунок 1.2. Схема сновально-шлихтовального агрегата [7] на базе шпулярника Ш-384-Л и шлихтовальной машины МШБ-9



Окончание рисунка 1.2

Таблица 1.1. Распределение артикулов тканей по количеству нитей основы в различных отраслях текстильной промышленности [9]

Количество нитей в основе	Отрасль промышленности							
	хлопчатобумажная		шерстяная		льняная		шелковая	
	число тканей	%	число тканей	%	число тканей	%	число тканей	%
до 500	9		4		11		-	
до 1000	76		71		157		-	
до 1500	213		291		287		21	
до 2000	409	37,0	682	32,0	436	51,0	74	8,0
до 2500	621		1094		508		140	
до 3000	791	73,0	1433	66,0	602	70,0	177	20,0

Таблица 1.2. Количество артикулов хлопчатобумажных тканей и число нитей в основе [10]

Количество нитей в основе	Количество артикулов	Число артикулов, %
400-1000	14	3,1
1001-2000	93	20,4
2001-2500	124	27,2
2501-3000	99	21,8
свыше 3000	125	27,5
Всего	455	100
400-3000	330	72,5

Схемы, позволяющие более компактно расположить бобины в шпулярнике, предложили в свое время С.Г. Горицкий [1,2] и П.В. Лиманаускас [11]. По схеме [11] бобины в соседних вертикальных рядах располагались в шахматном порядке, а осевая линия крепления натяжных приборов проходила между рядами. Эта схема позволяла сократить расстояние между вертикальными рядами бобин с 250 до 180 мм. В [2] бобины располагались торцами в горизонтальной плоскости. Позднее такое расположение бобин послужило прототипом для создания секционного шпулярника [12], конструкция которого изображена на рисунках 1.3, 1.4 и 1.5.

Таблица 1.3. Характеристика наиболее распространенных шпулярников
[9, 10, 12]

Тип шпулярника	Кол-во рабоч. бобин	Габаритные размеры, м			Занимаемая площадь, м ²
		высота	ширина	глубина	
1	2	3	4	5	6
1. Ш-608	608	2,245	4,04	10,25	39,50
2. Ш-616-2	616	2,150	4,32	13,28	43,16
3. Ш-1000-И	1000	1,950	3,50	14,00	49,00
4. ШК-648-И	648	2,510	4,10	8,62	35,40
5. ШМ-600-ШЛ-2	600	2,210	3,11	9,15	29,40
6. ШМ-432	432	2,160	3,00	13,14	39,50
7. С поворотными паковко-держателями (Франция)	1008	2,225	3,82	31,80	121,60
8. С выдвижными паковко-держателями (Франция)	1000	2,320	3,10	21,70	68,60
9. С выдвижными сменными секциями (Франция)	1008	2,200	2,14	13,70	30,10
10. «Текстима» непрерывного снования (Германия)	1016	2,250	2,80	18,92	53,20
11. «Текстима» прерывного снования	608	2,450	3,00	9,43	28,20
12. Со сменными секциями (KOVO)	720	2,340	3,50	7,48	26,20
13. Фирмы Барбар-Кольман (США)	512	3,000	2,60	8,70	22,60

На рисунке 1.3 видны расположенные по вертикали объединенные паковки 1 и 2 (одна рабочая бобина и две резервные); конец нити верхних бобин соединен с началом нижележащих. Комбинированное устройство, состоящее из боллоногасителя, нитенатяжителя, контрольного устройства и направляющих, находится над каждой паковкой. На рисунке 1.5 показано расположение бобин в шахматном порядке. На рисунке 1.4 обозначено 1 – вертикальная стойка; 2 – объединенная паковка; 3 – комбинированное устройство, служащее для улучшения сматывания

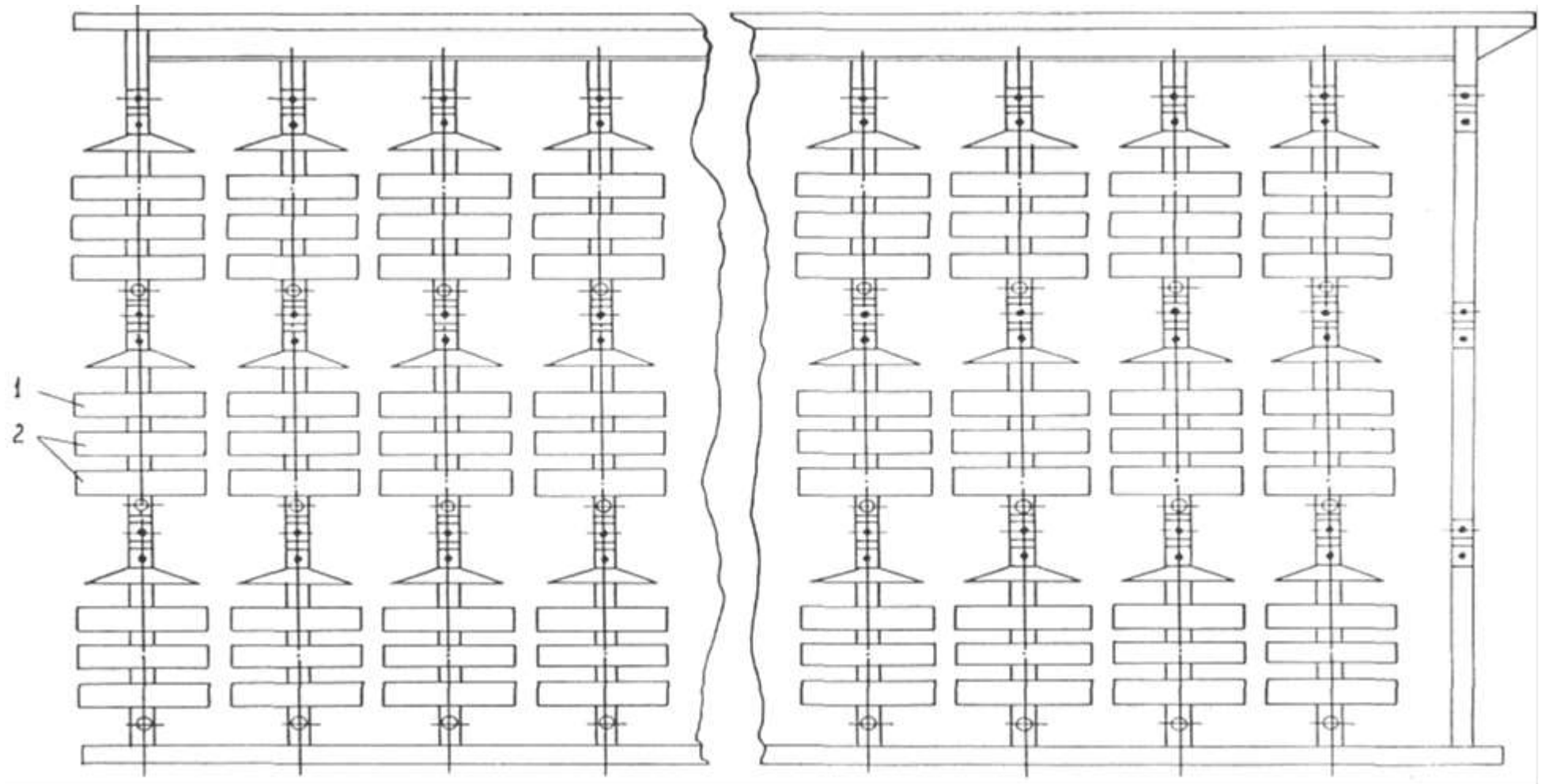


Рисунок 1.3. Шпулярник для полунепрерывного снования с вертикальным направлением сматывания. Вид сбоку

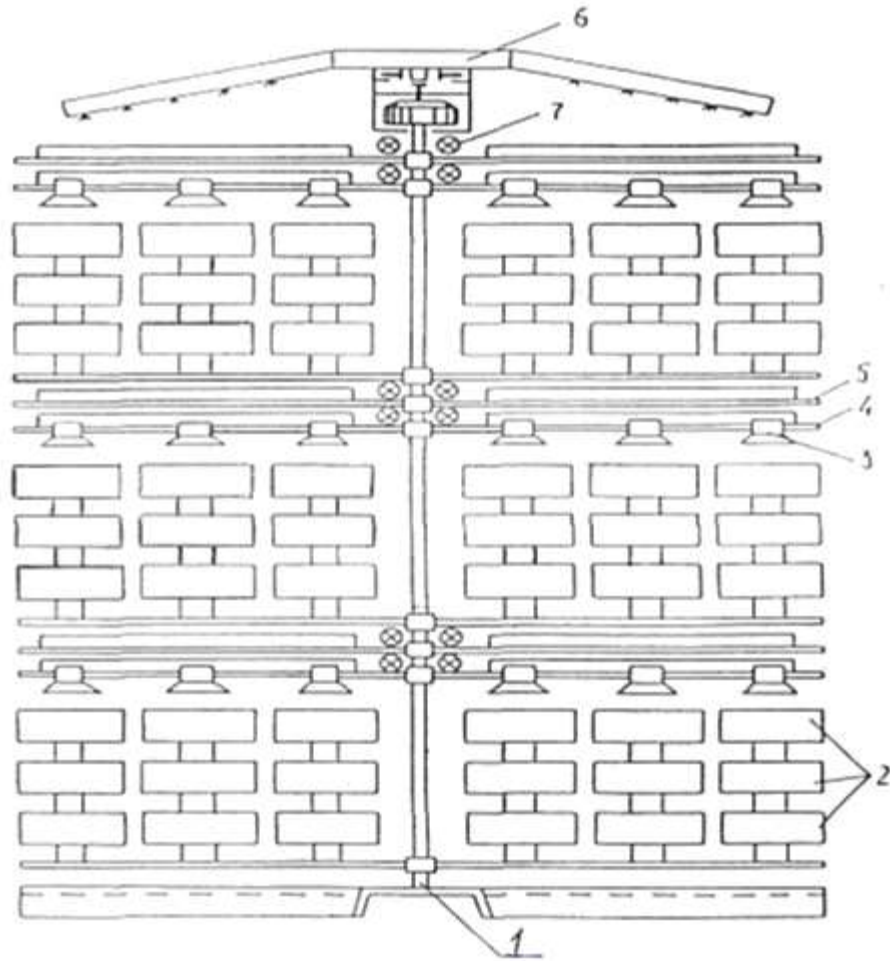


Рис. 1.4. Секционный шпунлярник. Вид спереди

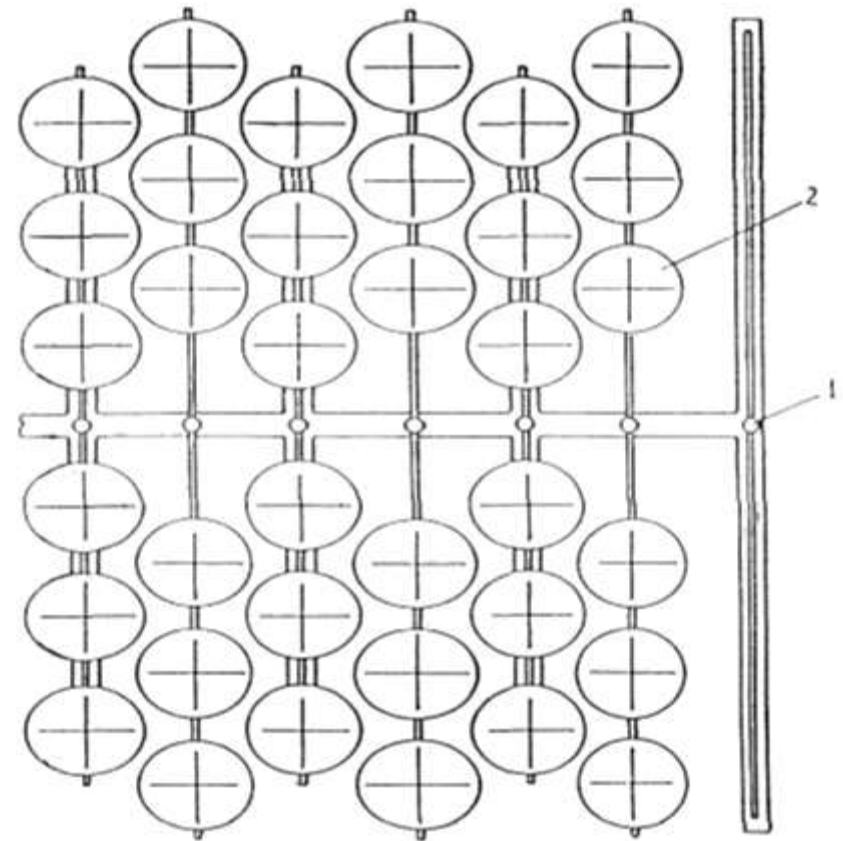


Рис. 1.5. Секционный шпунлярник. Вид сверху

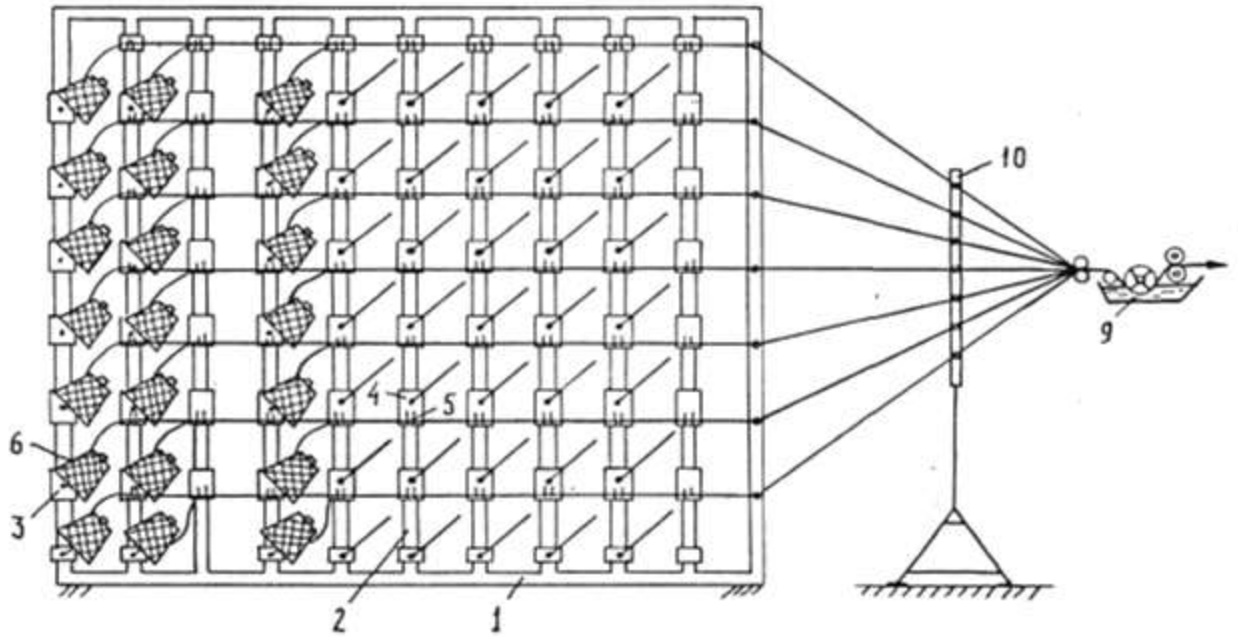
и контроля за обрывностью нити; 4 – направляющие прутки для нитей с передней части шпулярника; 5 – поддерживающие прутки и гребенки для нитей, движущихся с задней зоны; 6 – воздухообдуватель; 7 – сигнальные лампы. По глубине шпулярник имеет 40 вертикальных стоек и разбит на 10 секций, содержащих по 12 магазинов. Выдвижной магазин содержит 6 объединенных паковок, расположенных в два ряда по 3 со смещением. Таким образом, весь шпулярник содержит 720 объединенных паковок. Заправка производится сменой магазинов.

В работах ГрузНИИТП [9, 13] приводится описание шпулярника ШФ-2500 с фронтальным расположением бобин (рисунки 1.6 и 1.7). В предлагаемом шпулярнике, с целью увеличения его емкости, держатели паковок и нитенатяжители смонтированы в одной вертикальной плоскости, расположенной вдоль шпулярника. В горизонтальной плоскости нитенатяжители смещены относительно держателей паковок вперед и вверх по ходу нити.

Шпулярник (рисунки 1.6, 1.7) содержит секции, выполненные из труб 1, в которых расположены вертикальные стойки 2 с укрепленными двукрылыми плечами 3, на одном из которых расположены держатели 4 паковок, а на другом (нижнем) нитенатяжители 5. Нить с бобины 6 заправляется в нитенатяжитель, расположенный на следующей по ходу нити стойке в вышележащей плоскости. В средней части шпулярника установлены нитенаправители 7, предохраняющие нити с задних бобин от провисания. С той же целью в передней части шпулярника установлены нитепроводники 8. Перед шлихтовальным корытом 9 устанавливается распределительная доска 10.

Второй тип шпулярника, предложенный ГрузНИИТП [9,13], представляет собой ступенчатое размещение бобин (рисунки 1.8, 1.9 и 1.10). Шпулярник состоит из секций, расположенных со сдвигом в горизонтальной плоскости. Если число основных нитей в ткани равно $m_o=3000$, а количество бобин с одной секции $n_{\sigma}=1000$, то количество секций в ставке будет $n_c = m_o / n_{\sigma} = 3$. Приняв расстояние между центрами горизонтально расположенных бобин $L = 250$ мм, получим величину сдвига (ступень) каждой секции $D_1 = L / n_c = 250 / 3 = 83$ мм. Сдвиг секций позволяет увеличить емкость шпулярника без существенного увеличения его ши-

Вид сбоку



Вид сверху

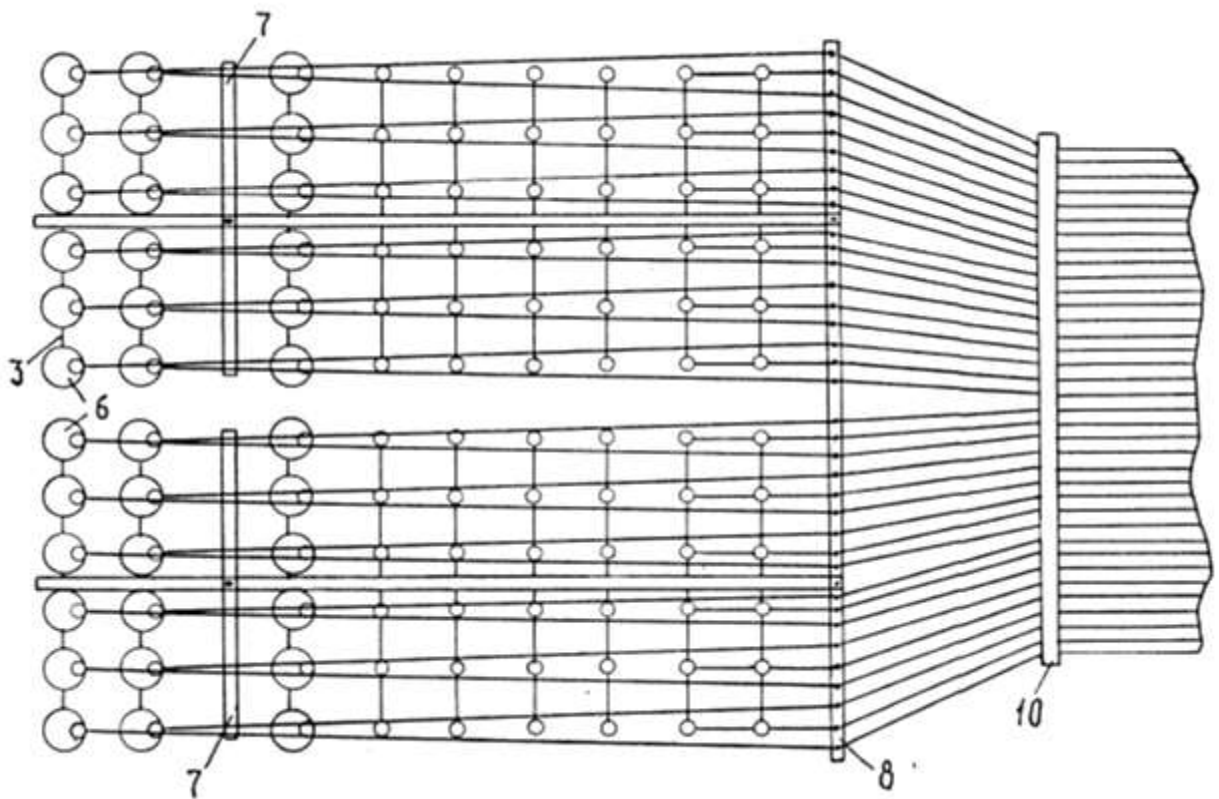


Рисунок 1.6. Схема шпулярника ШФ-2500

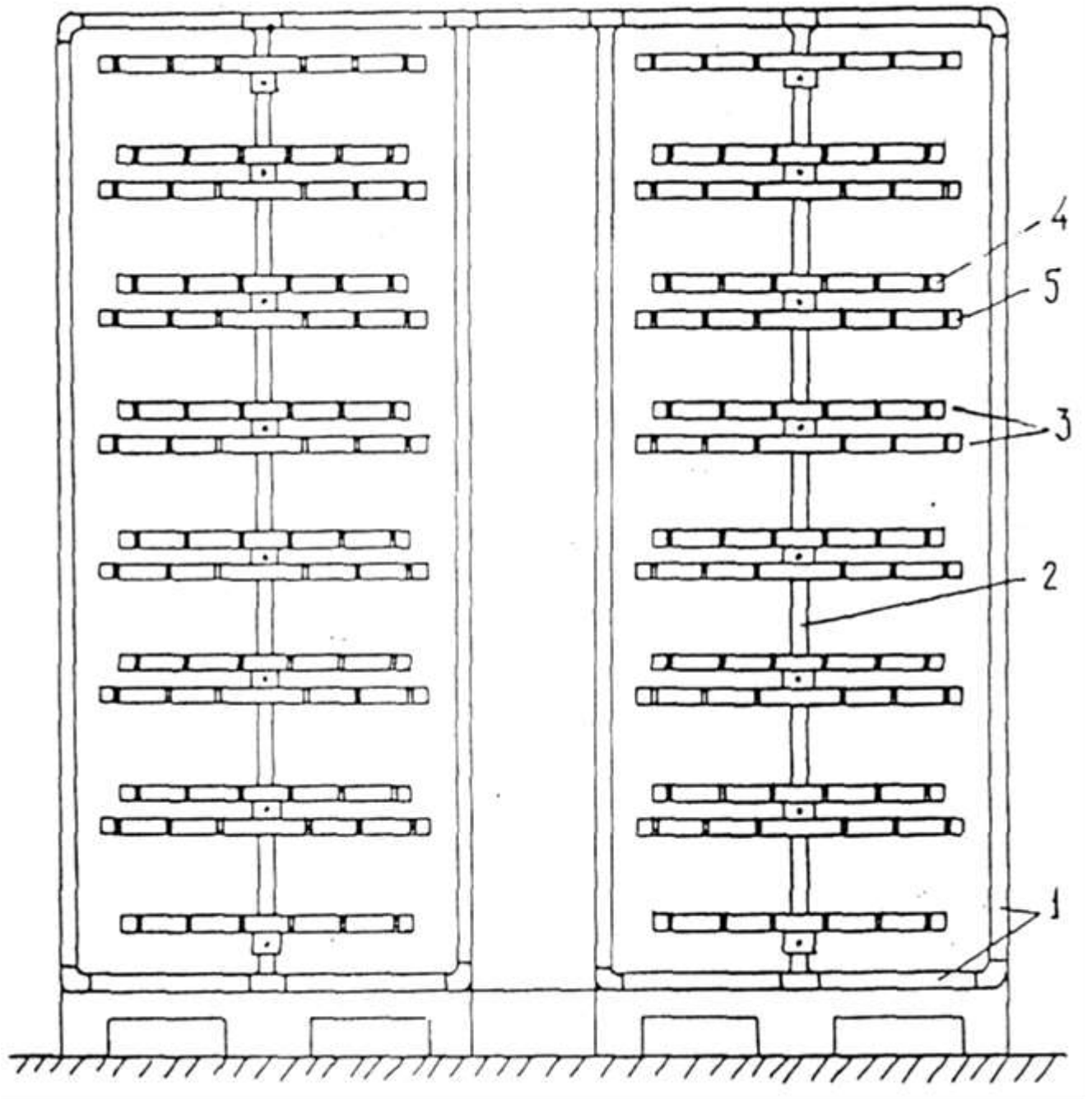


Рисунок 1.7. Шулярник ШФ-2500. Вид спереди

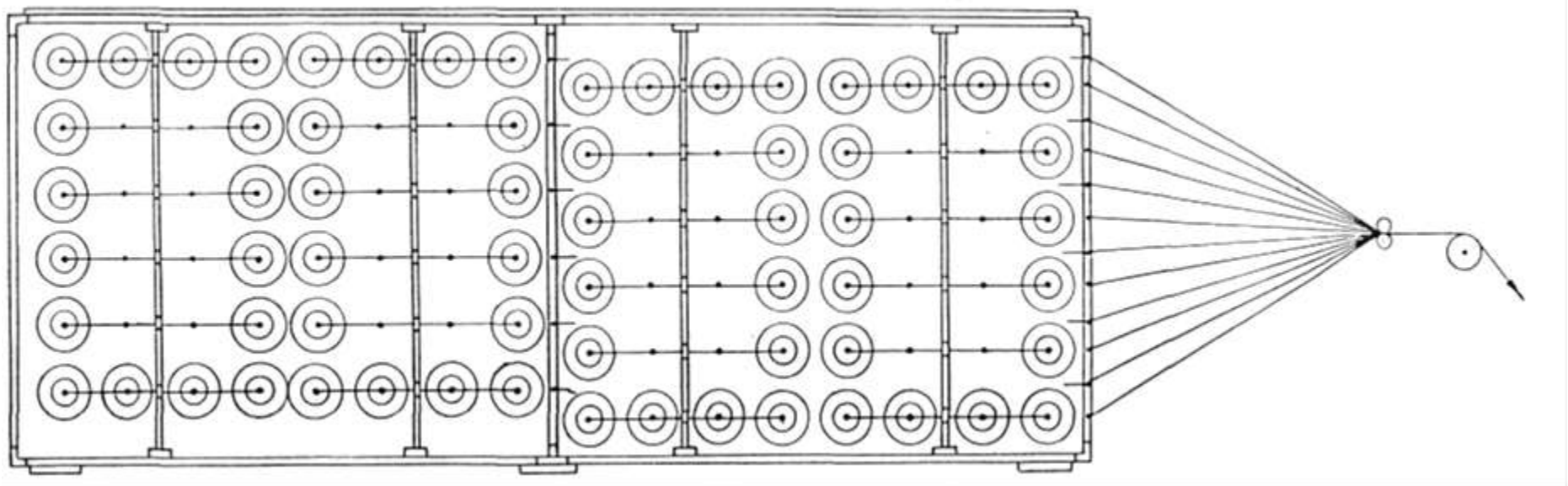


Рисунок 1.8. ШС-600. Вид сбоку

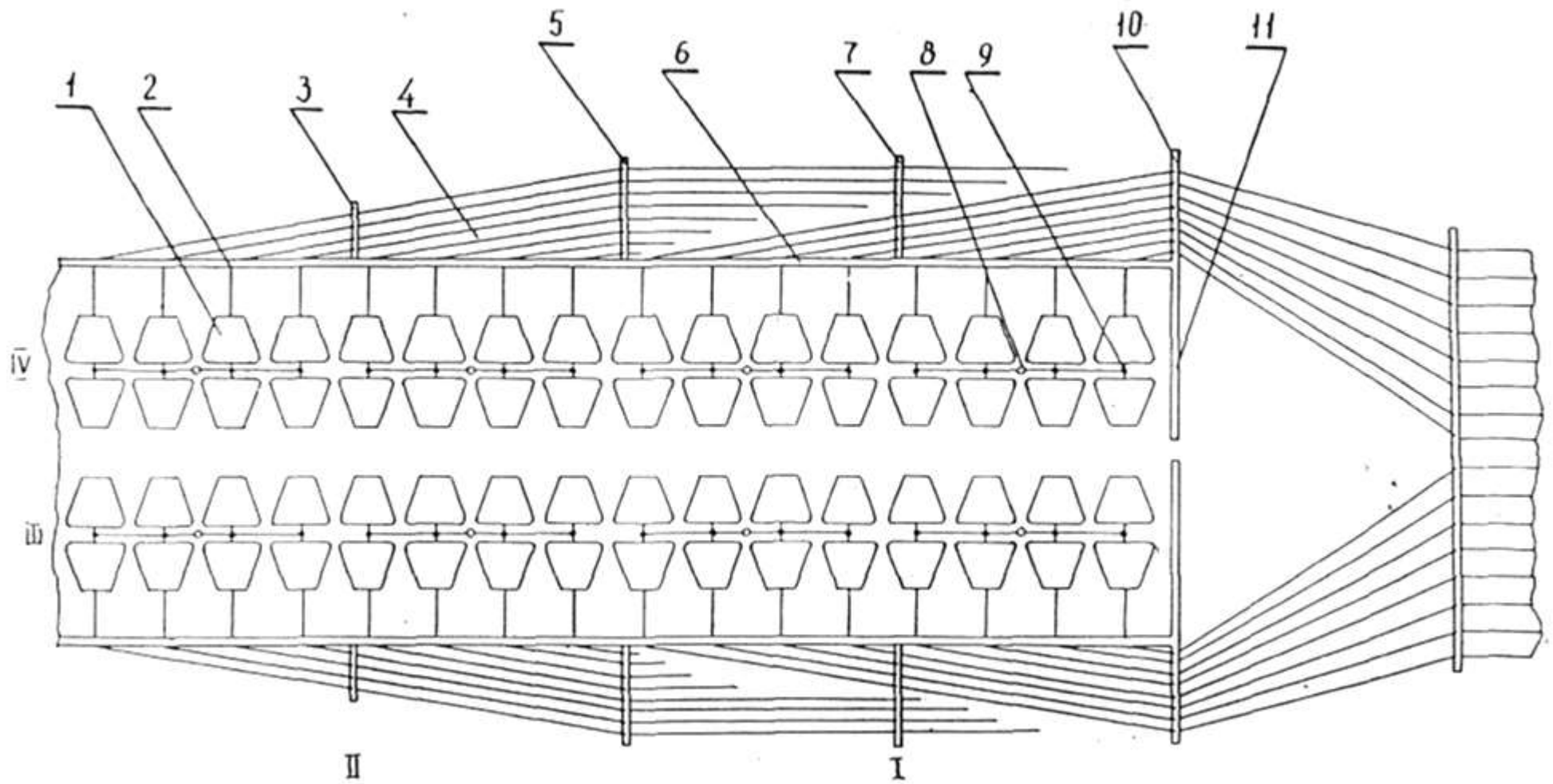


Рисунок 1.9. ШС-600. Вид сверху

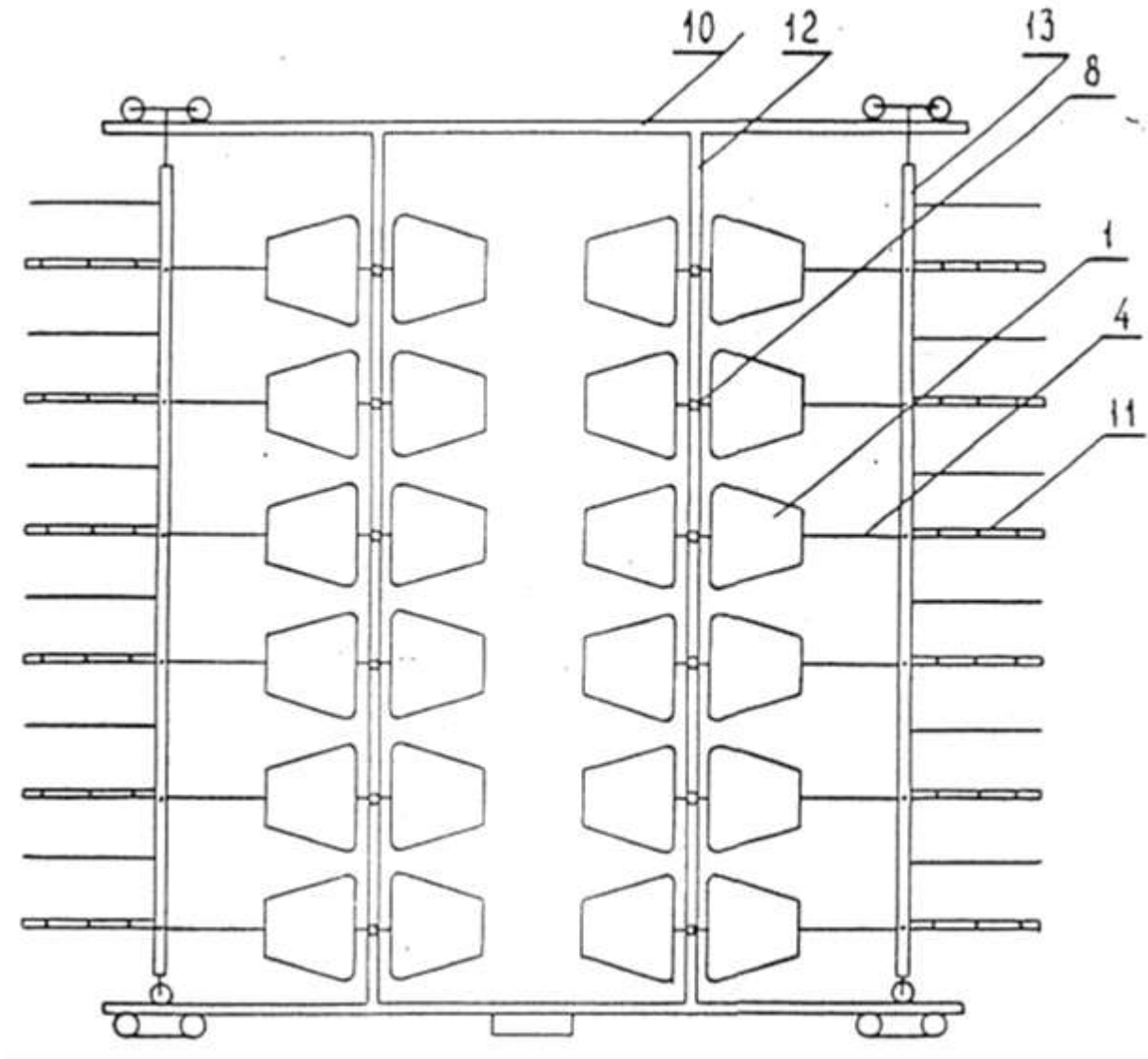


Рисунок 1.10. ШС-600. Вид спереди

рины. По этому принципу создана экспериментальная серия шпулярников: ША-2640, ША-3160 и ШС-600 для паковок увеличенного объема.

С использованием разработанных емкостных шпулярников был создан сновально-шлихтовальный агрегат СШМ-9-140 (рисунок 1.11) [9]. Испытания проводились на Горийском ХБК. Шлихтовальная машина монтировалась на колесах 8 для перемещения от отработанного шпулярника к запасному. Основные нити со шпулярника 1 проходят через распределительную доску 2 и поступают в накопитель 3, из которого через шлихтовальное корыто 4 идут на сушильные барабаны 5 и навои 7. На рисунке 1.11 изображен также механизм 6 смены навои.

Обрывы нитей устранялись на тихом ходу, для чего применялся нитенакопитель. Основонакопитель представлял собой каркас, имеющий вертикальные стойки и несколько валиков. Валики свободно покоятся своими концами в пазах вертикальных стоек и при работе агрегата находятся в нижнем положении. При ликвидации обрыва валики подаются вверх, освобождая определенную длину основных нитей.

Так же на тихом ходу производились съём наработанного и установка пустого навои. Трехпазовый диск, несущий навои, поворачивается и освобождает наработанный ткацкий навои. Одновременно опускается держатель 6 с пустым навои. Пустой навои попадает в паз диска, основа обрезается и концы ее заправляются в ствол навои.

Недостатком схемы агрегирования является наличие распределительной доски на выходе из шпулярника, затрудняющей обслуживание.

При исследовании шпулярника ШФ-2500 в составе сновально-шлихтовального агрегата при подготовке основы для ткани бязь арт. 118 (линейная плотность нитей 25 текс, число нитей в основе $m_o = 2268$) обрывность составила 6,8 обрыва на 10^6 м одиночной нити, что вдвое превышает суммарную обрывность (снование + шлихтование) при подготовке основ обычным способом [10]. Однако обрывность нитей на ткацких станках была на 10...15% ниже, что объясняется меньшими динамическими нагрузками вследствие снижения скорости процесса на сновально – шлихтовальном агрегате. При скорости шлихтования

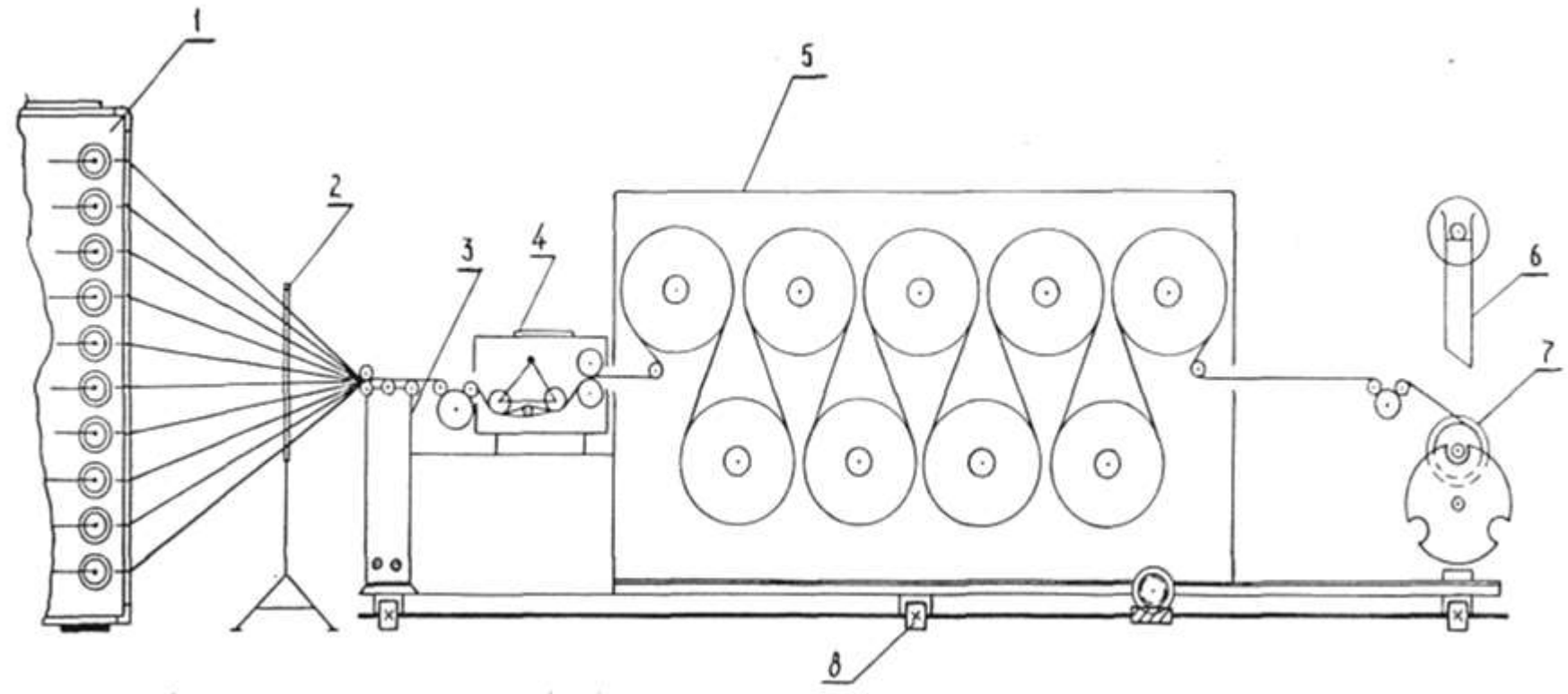


Рисунок 1.11. Схема сновально-шлихтовального агрегата СШМ-9-140

$v = 30$ м/мин из ставки бобин было получено 80 ткацких навоев за 53,3 часа. Ткань по качеству не уступала изготовленной по обычной технологии [9].

По результатам проверки в производственных условиях сновально-шлихтовального агрегата авторы [9] пришли к выводу, что применение его наиболее целесообразно для крупных предприятий. По расчетам, проведенным в [9], применение сновально-шлихтовальных агрегатов позволяет снизить:

- удельные капиталовложения на 42%,
- затраты труда на подготовку 1 тонны готовой основы на 79%,
- суммарное машинное время на получение 1 тонны готовой основы на 85%.

Для более эффективного использования в пригответельных отделах ткацких фабрик сновально-шлихтовальных агрегатов авторы [9] рекомендуют:

- осуществить принципиально новую организацию труда;
- обеспечить обслуживание агрегата квалифицированными кадрами, прошедшими специальную подготовку;
- обеспечить нормальные производственные и организационные условия.

Проведенный анализ [14,15] известных вариантов агрегирования шпулярника со шлихтовальной машиной показывает, что каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Наиболее предпочтительным является третий вариант, когда количество бобин в шпулярнике равно числу нитей основы. Однако такие и другие экспериментальные шпулярники, имеющие отношение к рассмотренным сновально-шлихтовальным агрегатам (таблица 1.4), промышленностью не выпускаются.

Таблица 1.4. Характеристика экспериментальных шпулярников [6,9,11,12]

Тип шпулярника	Кол-во рабочих бобин	Габаритные размеры			Занимаемая площадь, м ²
		Высота, м	Ширина, м	Глубина, м	
1	2	3	4	5	6
1. Ш-840 с выдвижными сменными секциями /5/	840	1,84	4,56	8,800	40,10

Окончание таблицы 1.4

2. Шпулярник с вертикальным расположением бобин /12/	720	1,86	2,20	10,573	23,26
3. ШФ-2500	2500	2,20	3,00	12,000	26,00
4. ШФ-2640	2640	2,29	4,63	15,445	71,57
5. ШАС-3160	3160	2,20	4,50	16,000	72,00
6. ШС-600	600	1,92	2,80	13,500	37,80

Известно, что при неизменном давлении отжима в клеевом аппарате основа на тихом ходу не дошлихтовывается. Поэтому переход шлихтовальной машины на заправочную скорость при ликвидации обрывов нитей, прокладывании цен и других технологических операциях вызывает на этих участках основы существенное (на 65...80%) [16] увеличение обрывности в ткачестве. Следовательно, увеличение емкости шпулярника сопряжено с возрастанием этой обрывности в связи с частыми переходами шлихтовальной машины на тихий ход при устранении обрывов нитей. Кроме того, с увеличением числа бобин в шпулярнике пропорционально увеличиваются суммарные затраты труда, необходимые для смены ставки бобин.

Наряду с известными конструкциями сновально-шлихтовальных агрегатов существует устройство, предложенное кафедрой ткачества ИГТА и защищенное патентом РФ [17]. Отличие данной схемы заключается в том, что основные нити сматываются с бобин шпулярника и одного сновального вала. Нити со шпулярника проходят через направляющие валики, распределительный рядок, поступают на сновальный вал, установленный на стойке, образуя полотно, и направляются тянущим валом в клеевую ванну шлихтовальной машины.

Несмотря на то, что сновально-шлихтовальный агрегат конструкции ИГТА известен более 20 лет [17], детальные исследования его до сих пор не проводились. Технологические и организационные условия применения агрегата не разработаны, что препятствует использованию сокращенной технологии в ткацком производстве. Публикации [18-21] имеют характер краткого изложения патентного описания, а в исследовании [22] рассматривается частный случай подготовки

основ для ткани марля применительно к базовому предприятию АО «Навтекс» (Ивановская обл.). При этом число нитей на сновальном валу и в шпулярнике было одинаковым (548), что давало возможность сократить процесс партионного снования вдвое (то есть на 50 %). В [22] отмечается, что применение сновально-шлихтовального агрегата ИГТА позволяет существенно снизить отходы пряжи по сравнению с классической технологией, однако методики расчета отходов и оценки степени их снижения в работе не приводится.

Наличие сновального вала в агрегате [17] позволяет уменьшить глубину шпулярника. Для реализации данного сновально-шлихтовального агрегата можно использовать распространенные шпулярники типа Ш-616-2 с набором секций до 1000 бобин. Следовательно, ткани, изготовленные с помощью агрегата, могут содержать до 2000 нитей основы [15, 22]. Согласно таблиц 1.1 и 1.2 количество таких артикулов составляет не менее 20 % всех вырабатываемых хлопчатобумажных тканей.

Примерный перечень тканей, основы для которых можно готовить на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА, приведены в Приложении А [22].

В заключение анализа литературных источников можно сделать следующие выводы:

1. При разработке известных конструкций сновально-шлихтовальных агрегатов авторы стремились целиком исключить процесс партионного снования. При большом числе нитей в основе при разных вариантах агрегирования это приводило либо к чрезмерно большим габаритам шпулярника, либо к необходимости проведения дополнительного процесса перегонки шлихтованных нитей с валов на один ткацкий навой, либо к объединению на ткацком станке секционных навоев, увеличивающих бугристость намотки и неоднородность нитей.

2. Сновально-шлихтовальный агрегат ИГТА при определенных условиях реализует наиболее предпочтительный способ агрегирования шлихтовальной машины со шпулярником, так как за счет включения в него сновального вала решается компромиссная задача не полного, а частичного сокращения процесса партионного снования. Агрегат сочетает в себе элементы обычной (классической) и но-

вой (сокращенной) технологии подготовки основ к ткачеству.

3. Использование в сновально-шлихтовальном агрегате частично сокращенной технологии позволяет при приемлемой глубине шпулярника существенно (в разы) уменьшить отходы пряжи, по сравнению с классической технологией, когда определенная длина нитей остается на недоработанных сновальных валах.

4. Технологические и организационные условия сокращенной подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА, применительно к выработке разных артикулов тканей, в литературе отсутствуют, что сдерживает его использование в ткацком производстве.

Целью настоящего исследования является разработка, проектирование и обоснование эффективности сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА.

Исходя из вышеизложенного сформулированы и решены указанные во Введении научные и технические задачи.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНОГО АГРЕГАТА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СОПРЯЖЕННОСТИ ПАКОВОК

2.1. Устройство и работа сновально-шлихтовального агрегата, его обслуживание и ассортиментные возможности

В отличие от известных сновально-шлихтовальных агрегатов здесь предлагается комбинированный способ сматывания нитей с бобин шпулярника и сновального вала, установленных перед шлихтовальной машиной. На рисунке 2.1 изображена схема устройства, защищенного патентом РФ [17], для реализации данного способа.

Сновально-шлихтовальный агрегат содержит стойку 1 для сновального вала 2, шпулярник 3 для бобин 4, направляющие валики 5 и распределительный рядок 6, установленные перед тянущим валом 7 и ванной 8 для шлихты в шлихтовальной машине, и связанные между собой нити 9 в единое полотно 10.

Устройство работает следующим образом.

Основные нити 9, сматываемые с бобин 4, которые установлены в шпулярнике 3, проходят через направляющие валики 5, распределительный рядок 6, поступают на сновальный вал 2, установленный на стойке 1, образуя полотно 10, и направляются через тянущий вал 7 в ванну 8 шлихтовальной машины.

Практическая реализация данного устройства представлена на рисунке 2.2, где в качестве шлихтовальной машины используется многобарабанная машина типа ШБ-11/140, а шпулярник 3 представляет собой известную конструкцию Ш-616-2 для прерывного снования с необходимым набором секций для бобин 4 и универсальными бобинодержателями (например [23]) для установки конических и цилиндрических бобин. Обслуживание этого сновально – шлихтовального агрегата (рисунок 2.2) заключается в следующем [24], [25]:

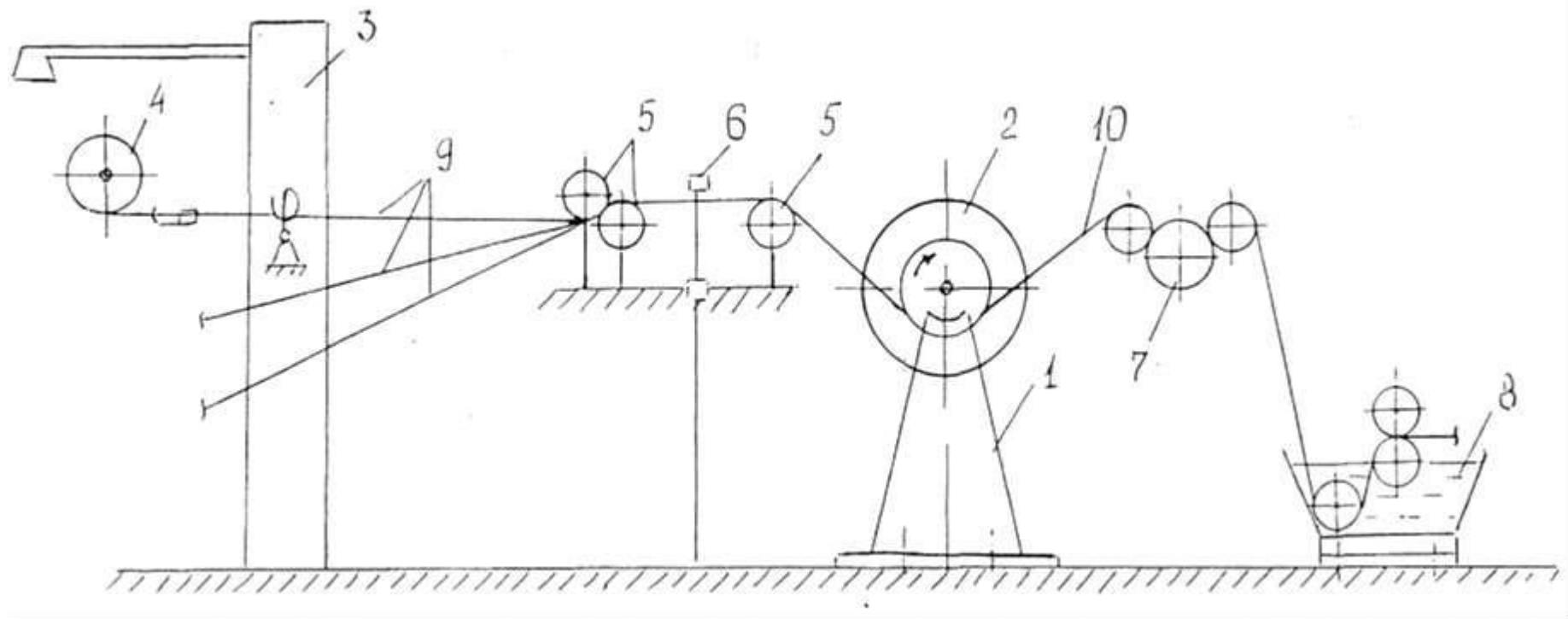


Рисунок 2.1. Сновально-шлихтовальный агрегат новой конструкции

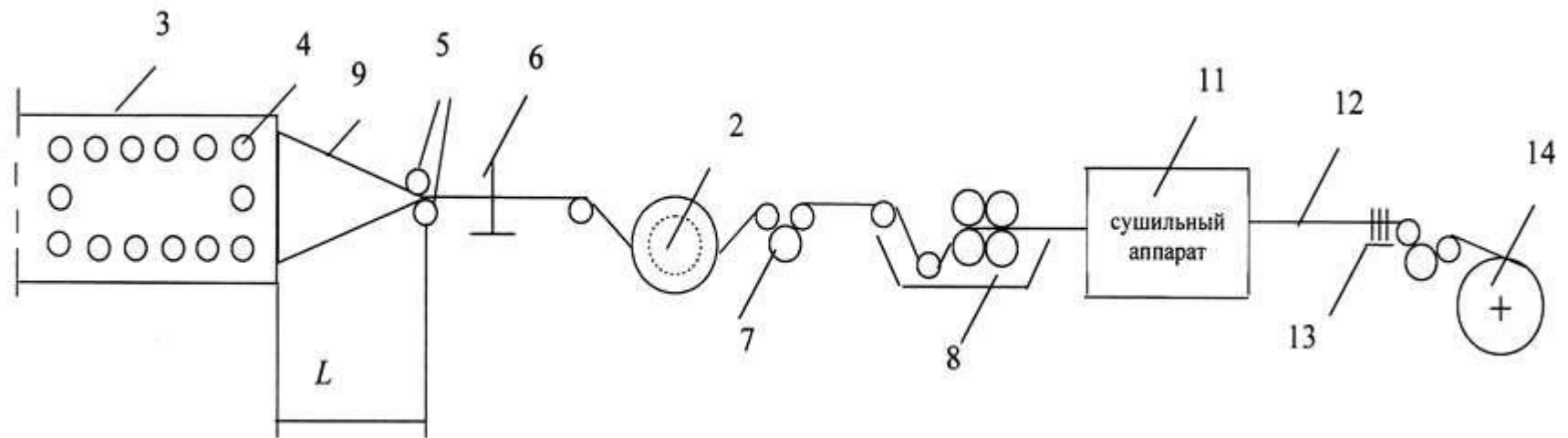


Рисунок 2.2. Предлагаемая схема сновально-шлихтовального агрегата

1. *Закончился сновальный вал, но ставка бобин еще не закончилась.* Сопряженность паковок предусматривает, что вместе с окончанием сновального вала 2 полностью нарабатывается очередной ткацкий навой 14, который тоже подлежит замене.

В данном случае осуществляется останов машины, подъем погружающего вала в клеевом аппарате 8, сброс давления на отжимные валы и их подъем, а также снижение давления пара в сушильных барабанах аппарата 11. Затем снимают пустой сновальный вал 2, для чего предварительно отделяют концы нитей с его ствола от нитей, идущих с бобин 4. После установки полного сновального вала производят связывание идущих с него нитей с нитями доработанной части основы. С этой целью используется передвижная узловязальная машина (на рисунке 2.2 не показана). После связывания нити подматывают на сновальный вал 2, производят опускание погружающего валика и отжимных валов, установку отжимного давления, восстановление давления пара в сушильных барабанах и пуск машины на тихий ход до появления узлов на выходе шлихтовальной машины. При этом шлихтовальщики следят чтобы узлы прошли через ценовое поле 12 и распределительный рядок 13. После чего машину останавливают.

Далее, предварительно фиксируя полотно основы между узлами и ткацким навоем с помощью зажимного устройства [26], нити основы у планки обрезают. Полный ткацкий навой снимают и заменяют пустым навоем, после чего зажимное устройство закрепляется в пазу ствола ткацкого навоя и производят пуск машины на рабочий ход.

Таким образом с целью сокращения отходов пряжи смену сновального вала осуществляют перед сменой ткацкого навоя.

2. *Закончилась ставка бобин в шпулярнике агрегата.* Из условия сопряженности паковок может быть два случая:

- одновременно заканчивается последний сновальный вал и формируется последний ткацкий навой;
- сформирован очередной ткацкий навой, но сновальный вал еще не закончился.

В первом случае необходимо сменить ставку бобин, сновальный вал и полный ткацкий навой на порожний. Это осуществляется следующим образом.

Как и в пункте 1 машину останавливают, осуществляют подъем погружающего вала в клеевом аппарате, сброс давления на отжимные валы и их подъем, а также снижение давления пара в сушильных барабанах. После этого:

- снимают патроны с начинками пряжи и устанавливают новую ставку бобин. Это осуществляется так же, как и смена ставки бобин при прерывном сновании;
- одновременно со сменой ставки последовательно производят замену пустого сновального вала на полный.

После работы узловязальной машины, на тихом ходу (как и в пункте 1) доматывают последний ткацкий навой до появления узлов на выходе сновально-шлихтовального агрегата. Затем нити основы у навоя отрезают и снимают полный ткацкий навой. Перед установкой порожнего ткацкого навоя нити полотна основы с узлами шпулярника (после смены бобин) пропускают на тихом ходу и отрезают в отходы. При этом отходы со шпулярника агрегата складываются из длины шпулярника и расстояния от шпулярника до сновального вала; примерно такой же длины отходы образуются и со сновального вала. После отрезания нитей в отходы устанавливают порожний ткацкий навой и полотно основы с помощью зажимного устройства закрепляется (как и в пункте 1) к ткацкому навою.

Во втором случае, когда сновальный вал еще не закончен, аналогично выше изложенному осуществляют смену ставки бобин, после чего длину нитей от сновального вала доматывают на ткацкий навой и производят съём полного ткацкого навоя. Затем после пропускания длины нитей с узлами шпулярника через весь сновально-шлихтовальный агрегат и отрезания ее в отходы производят установку порожнего ткацкого навоя и закрепление к нему нитей основы.

Длина отходов здесь со шпулярника и сновального вала такая же, как и в первом случае.

3. *Ликвидация обрывов нитей в шпулярнике.* Обрывы ликвидируются на тихом ходу шлихтовальной машины при скорости тихого хода $v_{т.х.} = 4$ м/мин. Пусть среднее время, затраченное на ликвидацию одного обрыва будет равно

$t_{обр.}$ минут. Тогда, чтобы оборванный в шпулярнике конец нити не вышел за границы соединительных роликов 5 (см. рисунок 2.2) длина L должна удовлетворять условию: $L \geq v_{м.х.} \cdot t_{обр.}$. Если, например [10], $t_{обр.} \geq 47/60 \approx 0,78$ мин, то $L \geq 4 \cdot 0,78 = 3,12$ м. Можно принять $L = 3,5 - 4,0$ м. Обрывы ликвидируются как и при сновании, когда оборванный конец с бобины связывается с другим оборванным концом нити. После ликвидации обрыва нити машина переводится на рабочий ход.

Для повышения производительности агрегата и качества подготовки основ данная конструкция (рисунок 2.2) может быть усовершенствована путем включения в ее состав основонакопителя [9], расположенного между последним направляющим валиком и сновальным валом. Тогда обрывы нитей, идущих с бобин шпулярника, можно будет ликвидировать на рабочем ходу машины.

4. *Ликвидация обрывов нитей и хомутов на шлихтовальной машине агрегата.* Обрывы и хомуты нитей ликвидируются на тихом ходу шлихтовальной машины: обрывы - путем присучивания конца оборвавшейся нити к одной из соседних нитей, а хомуты - путем их срезания.

После ликвидации обрывов и хомутов машина пускается на рабочий ход.

2.2. Разработка методики расчета сопряженности паковок при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата

Согласно технологической схеме сновально-шлихтовального агрегата, предложенного на кафедре ткачества ИГТА (рисунок 2.2), подготовка основ для выработки тканей малой и средней поверхностной плотности осуществляется путем сматывания нитей с бобин шпулярника и одного сновального вала. При этом частично сокращается процесс снования пряжи.

2.2.1. Оценка величины сокращения процесса партионного снования [27]

На рисунке 2.3 приведена структурная схема подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате, где обозначено:

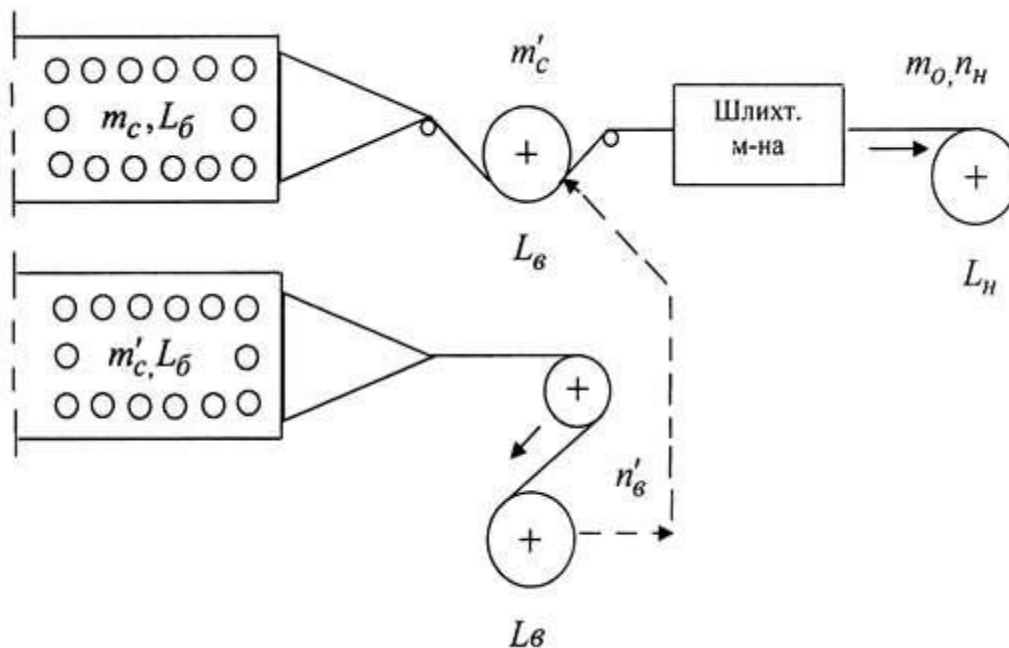


Рисунок 2.3. Структурная схема сокращенной технологии

m_o, m_c, m'_c - соответственно число нитей на ткацком навое, количество бобин в шпулярнике агрегата и количество бобин в шпулярнике сновальной машины (число нитей на сновальном валу);

L_n - сопряженная длина нитей на ткацком навое;

L_b, L'_b - длина нитей соответственно на бобинах и на сновальном валу.

Для оценки степени присутствия и сокращения процесса снования по сравнению с обычной (классической) технологией подготовки основ к ткачеству, введем в рассмотрение понятие процента $\delta_{сн}$ присутствия сновки на сновально-шлихтовальном агрегате и процента $\delta_{сокp}$ сокращения процесса снования.

На ткацком навое, сформированном на агрегате, из количества m_o нитей (рисунок 2.3) m'_c нитей получены с применением процесса снования, а $m_c = m_o - m'_c$

нитей – со шпулярика агрегата. Следовательно процент присутствия сновки составит:

$$\delta_{сн} = \frac{m'_c}{m_o} \cdot 100, \quad (2.1)$$

а процент сокращения процесса снования будет:

$$\delta_{сокp} = \frac{m_c}{m_o} \cdot 100. \quad (2.2)$$

Очевидно, что

$$\delta_{сн} + \delta_{сокp} = 100 \%. \quad (2.3)$$

Взаимосвязь (2.3) между процентом сокращения процесса снования на сновально-шлихтовальном агрегате и его присутствием наглядно изображена в виде графика на рисунке 2.4. Там же указаны оси координат для числа нитей m_c и m'_c

Согласно выражению (2.1) на рисунке 2.4 наименьший процент сновки (наибольшее ее сокращение) будет там, где сновальные валы имеют меньшее число нитей m'_c .

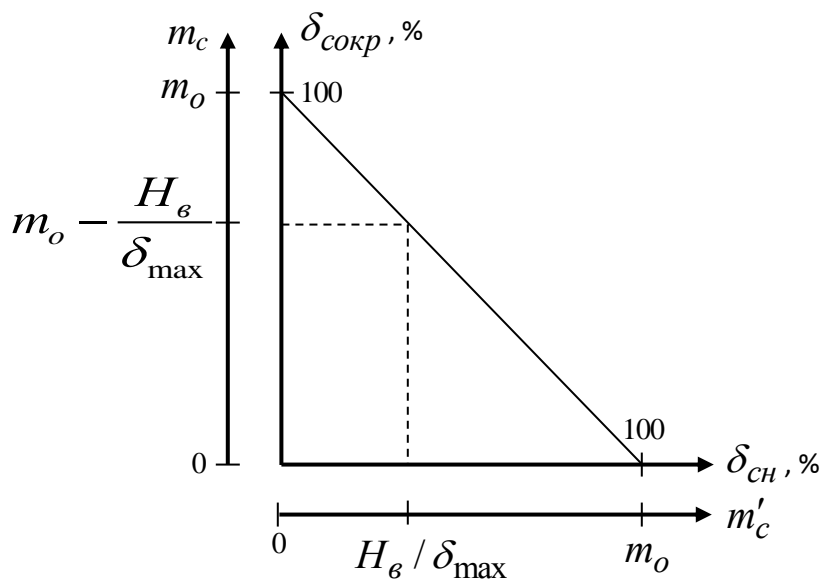


Рисунок 2.4. График уравнения (2.3)

При этом число нитей m'_c и $m_c = m_o - m'_c$ выбираются не произвольно, а должны рассчитываться из условия сопряженности паковок. Следовательно величина m'_c , так же, как и m_c является соответствующим сопряженным числом нитей.

Согласно выражениям (2.1) - (2.3) и рисунка 2.4, в зависимости от соотношения числа нитей m'_c и m_c возможны следующие варианты:

1. $m'_c < m_c$, $\delta_{сн} < \delta_{сокp}$, $\delta_{сн} < 50\%$ и $\delta_{сокp} > 50\%$;
2. $m'_c > m_c$, $\delta_{сн} > \delta_{сокp}$, $\delta_{сн} > 50\%$ и $\delta_{сокp} < 50\%$;
3. $m'_c = m_c$, $\delta_{сн} = \delta_{сокp} = 50\%$.

Отсюда видно, что с целью большего сокращения процесса снования ($\delta_{сокp} \geq 50\%$) должно выполняться условие

$$m'_c \leq m_c. \quad (2.4)$$

Рассуждения показывают, что с уменьшением, с целью большего сокращения процесс снования, сопряженного числа m'_c нитей на сновальном валу (в шпулярике сновальной машины), возрастает соответственно число m_c нитей в шпулярике агрегата, которое не должно превышать определенной допустимой емкости $K_{дон}$ шпулярика, чтобы не создавать неудобство обслуживания и потерю производительности процесса. Таким образом должно быть

$$m_c \leq K_{дон}. \quad (2.5)$$

Кроме того следует иметь в виду, что для предотвращения чрезмерной бугристости намотки пряжи на сновальном валу, расстояние между соседними нитями при сновании не должно быть больше некоторой величины δ_{max} . Это условие будет выполнено, если

$$m'_c \geq \frac{H_v}{\delta_{max}}, \quad (2.6)$$

где H_v - рассадка фланцев сновального вала.

Величину δ_{\max} можно оценить по приближенной формуле из [28], задав допустимый размер бугристости намотки сновального вала, расстояние от центра нитевода до точки наматывания на сновальной машине и коэффициент поперечного трения нитей о намотку. Из практических наблюдений [29] при сновании хлопчатобумажной пряжи δ_{\max} составляет около 5 мм.

Объединяя неравенства (2.4) и (2.6), при условии (2.5) получаем:

$$\frac{H_e}{\delta_{\max}} \leq m'_c \leq m_c. \quad (2.7)$$

В качестве примера рассмотрим применение полученных зависимостей при подготовке основ по сокращенной технологии к выработке ткани бязь арт. 299 [30]. При числе нитей в основе $m_o = 1988$ там рассчитаны два возможных варианта сопряженного числа нитей: $m'_c = 1244$ и $m_c = 744$, $m'_c = 888$ и $m_c = 1100$.

При $H_e = 1400$ мм и $\delta_{\max} = 5$ мм величина $\frac{H_e}{\delta_{\max}} = 1400/5 = 280$ нитей. Во втором варианте [30] двойное неравенство (2.7) будет: $280 \leq m'_c \leq 1100$.

Здесь $K_{\text{дон}}$ можно принять равным 1100 нитей. При этом согласно (2.2) сокращение процесса снования составит: $\delta_{\text{сокp}} = 1100 \cdot 100 / 1988 = 55,35\%$.

В первом варианте расчета сопряженности паковок правое неравенство (2.7) не выполняется и поэтому $\delta_{\text{сокp}} = 744 \cdot 100 / 1988 = 34,7\% < 50\%$.

Таким образом, с точки зрения большего сокращения процесса снования второй вариант технологии в [30] является более предпочтительным.

В заключение заметим, что из общих соотношений (2.1) – (2.3) и рис.2.3 вытекают два частных случая:

1. $m'_c = 0$, $m_c = m_o$ и $\delta_{\text{сокp}} = 100\%$;
2. $m_c = 0$, $m'_c = m_o$ и $\delta_{\text{сокp}} = 0$.

В случае 1 сновка полностью отсутствует и все нити основы располагаются в шпулярнике агрегата. Однако такой шпулярник при выработке многих артикулов тканей получается слишком большим и условие (2.5) практически невыполнимо.

Случай 2 относится к обычной (классической) технологии, когда шпулярник на шлихтовальной машине отсутствует, а основа сматывается с партии сновальных валов на ткацкий навой, образуя число нитей m_o .

2.2.2. Исследование условий сопряженности паковок

При расчете паковок на сновально-шлихтовальном агрегате [17] необходимо выполнение следующих условий сопряженности [30-32]:

1. Число n_H ткацких навоев, получаемых из ставки m_c бобин шпулярника агрегата, должно быть целым:

$$n_H = \frac{L_{\sigma}}{L_H} = k; \quad (2.8)$$

2. Из длины L_{σ} нитей на сновальном валу должно получаться также целое число n'_H ткацких навоев:

$$n'_H = \frac{L_{\sigma}}{L_H} = k_1. \quad (2.9)$$

Число n_{σ} сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин на агрегате, будет:

$$n_{\sigma} = \frac{n_H}{n'_H} = \frac{L_{\sigma}}{L_{\sigma}} = \frac{k}{k_1}. \quad (2.10)$$

Это число может оказаться дробным или целым. Рассмотрим оба возможных случая.

Случай 1. Число $n_{\sigma} = k/k_1$ является дробным.

В данном случае количество сновальных валов, последовательно установленных при их замене на стойке агрегата, будет равно ближайшему большему целому числу:

$$k_2 = \max\left(\frac{k}{k_1}\right). \quad (2.11)$$

При этом после срабатывания первой ставки бобин агрегата на установленном последнем сновальном валу в стойке останется количество пряжи для наработки целого числа n''_H ткацких навоев [32]:

$$n''_H = k_1 k_2 - k. \quad (2.12)$$

Пример 1. Пусть $k = 35$, $k_1 = 12$, $n_g = \frac{k}{k_1} = \frac{35}{12} = 2,917$. По формуле (2.11): $k_2 = \max(2,917) = 3$, а по формуле (2.12) $n''_H = 12 \cdot 3 - 35 = 1$ ткацкий навой.

Порядок наработки ткацких навоев с разных сновальных валов, последовательно установленных в данном примере на стойке агрегата при разных ставках бобин, можно представить в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1. Порядок наработки ткацких навоев со сновальных валов при разных ставках бобин на сновально-шлихтовальном агрегате

Порядковый номер ставки бобин	Число ткацких навоев, наработанных с данного сновального вала			
	1	12 (1)	12 (2)	11 (3)/1
2	1 (3)	12 (4)	12 (5)	10 (6)/2
3	2 (6)	12 (7)	12 (8)	9 (9)/3
4	3 (9)	12 (10)	12 (11)	8 (12)/4
5	4 (12)	12 (13)	12 (14)	7 (15)/5
6	5 (15)	12 (16)	12 (17)	6 (18)/6
7	6 (18)	12 (19)	12 (20)	5 (21)/7
8	7 (21)	12 (22)	12 (23)	4 (24)/8
9	8 (24)	12 (25)	12 (26)	3 (27)/9
10	9 (27)	12 (28)	12 (29)	2 (30)/10
11	10 (30)	12 (31)	12 (32)	1 (33)/11
12	11 (33)	12 (34)	12 (35)	–
1	12 (1)	12 (2)	11 (3)/1	–
2	1 (3)	12 (4)	12 (5)	10 (6)/2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
12	11 (33)	12 (34)	12 (35)	–

Примечание. В скобках указан порядковый номер сновального вала, с которого наработаны ткацкие навои. В знаменателе дробей последних столбцов обо-

значено количество ткацких навоев, которые будут наработаны с данного сновального вала после смены очередной ставки бобин.

Пример 2. $k = 14$, $k_1 = 4$, $n_g = 14/4 = 3,5$. По формулам (2.11) и (2.12) последовательно находим: $k_2 = \max(3,5) = 4$ и $n_n'' = 4 \cdot 4 - 14 = 2$ ткацких навоя.

Порядок наработки ткацких навоев со сновальных валов при разных ставках на агрегате поясняется здесь таблицей 2.2.

Таблица 2.2. Пояснение порядка наработки ткацких навоев со сновальных валов при разных ставках бобин на агрегате

Порядковый номер ставки бобин	Число ткацких навоев, наработанных с данного сновального вала			
	1	4 (1)	4 (2)	4 (3)
2	2 (4)	4 (5)	4 (6)	4 (7)/0
1	4 (1)	4 (2)	4 (3)	2 (4)/2
2	2 (4)	4 (5)	4 (6)	4 (7)/0

Пример 3. $k = 14$, $k_1 = 5$, $n_g = 14/5 = 2,8$, $k_2 = 3$, $n_n'' = 5 \cdot 3 - 14 = 1$. Аналогично таблицам 2.1 и 2.2 данному примеру соответствует табл. 2.3.

Таблица 2.3. Пример наработки ткацких навоев

Порядковый номер ставки бобин	Число ткацких навоев, наработанных с данного сновального вала			
	1	5 (1)	5 (2)	4 (3)/1
2	1 (3)	5 (4)	5 (5)	3 (6)/2
3	2 (6)	5 (7)	5 (8)	2 (9)/3
4	3 (9)	5 (10)	5 (11)	1 (12)/4
5	4 (12)	5 (13)	5 (14)	—
1	5 (1)	5 (2)	4 (3)/1	—
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
5	4 (12)	5 (13)	4 (3)/1	—

Из приведенных рассуждений и примеров видно, что смена ставки бобин будет происходить вместе со сменой последнего (k - го) ткацкого навоя. Однако смена последнего в данной ставке сновального вала будет совпадать со сменой ставки бобин только после определенного количества сработанных ставок. Это количество ставок $\Pi_{см}$, после которого порядок наработки ткацких навоев со сновальных валов на агрегате повторяется, является периодом (или раппортом) ставок.

Очевидно, что за период ставок на сновально-шлихтовальном агрегате должно быть наработано целое число N_H ткацких навоев и одновременно сработано целое число $N_в$ сновальных валов. Отсюда следует, что

$$N_H = ОНК(k, k_1). \quad (2.13)$$

Поэтому

$$\Pi_{см} = \frac{N_H}{k}, \quad (2.14)$$

и

$$N_в = \frac{N_H}{k_1}. \quad (2.15)$$

Так, в приведенных выше примерах 1, 2 и 3 по формулам (2.13), (2.14) и (2.15) соответственно получаем: $N_{H1} = ОНК(35, 12) = 420$, $N_{H2} = ОНК(14, 4) = 28$, $N_{H3} = ОНК(14, 5) = 70$ ткацких навоев; $\Pi_{см1} = 420/35 = 12$, $\Pi_{см2} = 28/14 = 2$, $\Pi_{см3} = 70/14 = 5$ ставок бобин; $N_{в1} = 420/12 = 35$, $N_{в2} = 28/4 = 7$, $N_{в3} = 70/5 = 14$ сновальных валов. Эти же цифры видны в таблицах 2.1, 2.2 и 2.3.

Среднее количество сновальных валов сработанных на агрегате за одну ставку бобин будет:

$$n_в = \frac{N_в}{\Pi_{см}}. \quad (2.16)$$

В приведенных примерах расчеты по этой формуле дают те же результаты, что и полученные ранее по формуле (2.10).

Сопряженная длина L_H нитей на ткацком навое для выработки заданного артикула ткани на конкретном ткацком станке может быть рассчитана по обычной методике [10], [30-35], а выражения (2.8) и (2.9) позволяют найти сопряженные длины нитей соответственно на бобине шпулярика агрегата и на сновальном валу.

Количество n'_e сновальных валов, получаемых из ставки m'_c бобин шпулярика сновальной машины (см. рисунок 2.3),

$$n'_e = \frac{L_{\bar{b}}}{L_e}, \quad (2.17)$$

где $L_{\bar{b}}$ - как и ранее длина нити на полной бобине.

Из (2.8) и (2.9) имеем: $L_{\bar{b}} = k L_H$ и $L_e = k_1 L_H$. С учетом этого выражение (2.17) примет вид:

$$n'_e = \frac{k}{k_1}. \quad (2.18)$$

Поскольку в рассматриваемом случае отношение (2.18) является дробным числом, в качестве n'_e необходимо принять

$$k_3 = \min\left(\frac{k}{k_1}\right), \quad (2.19)$$

где k_3 - ближайшее меньшее целое число.

Следует отметить, что сопряженная длина нити на бобинах шпуляриков агрегата и сновальной машины может быть различной.

Случай 2. В отличие от Случая 1 здесь количество n_e сновальных валов, срабатываемых из ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате, будет целым числом - k_2 . То есть согласно (2.10)

$$n_e = \frac{k}{k_1} = k_2, \quad (2.20)$$

где k и k_1 - как и ранее тоже целые числа.

При этом условии $k = k_1 k_2$ и из соотношения (2.12) $n''_H = 0$, а по формулам (2.13) и (2.14) период ставок будет:

$$P_{cm} = \frac{1}{k} OHK(k_1 \cdot k_2, k_1) = \frac{k}{k} = 1.$$

Таким образом, в данном случае, при выполнении условий (2.8), (2.9) и (2.20), все, установленные поочередно на стойке агрегата сновальные валы в количестве $n_g = k_2$, будут полностью сработаны в течение одной ставки. На последнем сновальном валу пряжа будет отсутствовать и поэтому его смена будет производиться одновременно со сменой ставки бобин в шпулярнике агрегата и последнего наработанного ткацкого навоя.

При выполнении условия (2.20), где k_2 - целое число, из (2.11) и (2.19) следует, что $\max(k/k_1) = \min(k/k_1) = k_2$ и $n_g = n'_g$. То есть количество k_2 сновальных валов, сработанных с каждой ставкой бобин сновально-шлихтовального агрегата, равно числу k_3 валов, наработанных со ставки сновальной машины.

Известно [35], что длины нитей (м) на бобине, сновальном валу и ткацком навое определяются по формулам:

$$L_{\bar{b}} = \frac{G_{\bar{b}} \cdot 10^6}{T_{об}}, \quad L_g = \frac{G_g \cdot 10^6}{m'_c T_{ог}}, \quad L_n = \frac{G_n \cdot 10^6}{m_o T_{он}} \quad (2.21)$$

где $G_{\bar{b}}$, G_g - масса пряжи на бобине и на сновальной валу без учета начинков и отходов, кг;

G_n - сопряженная масса пряжи на ткацком навое без учета приклея, кг;

$T_{об}$, $T_{ог}$, $T_{он}$ - линейная плотность основной пряжи (текс) на соответствующих паковках.

С учетом этих зависимостей условия (2.8) и (2.9) примут вид:

$$k = K \cdot m_o, \quad k_1 = K_1 \cdot \frac{m_o}{m'_c}, \quad (2.22)$$

где

$$K = \frac{G_{\bar{b}}}{G_n}, \quad K_1 = \frac{G_g}{G_n}. \quad (2.23)$$

Условие (2.20) остается прежним:

$$k_2 = \frac{k}{k_1}. \quad (2.24)$$

К полученным формулам (2.21) – (2.24) добавляется очевидное равенство:

$$m_c + m'_c = m_o. \quad (2.25)$$

С применением полученных соотношений можно рассчитать сопряженность паковок при подготовке основ на сновально-шлихтовальном агрегате конструкции ИГТА. При этом каждому из рассмотренных случаев сопряженности (1 или 2) соответствует свой способ расчета сопряженности паковок.

2.2.3. Первый способ расчета сопряженности паковок сновально-шлихтовального агрегата

Нами для исследования выбраны два подходящих вида хлопчатобумажных тканей: бязь арт. 299 и марля арт. 6498, вырабатываемые соответственно на ткацких станках АТПР-100-4 и Р-105-ZB-8. Поэтому в качестве примера применения данного способа рассмотрим [30] расчет сопряженности паковок при подготовке основ для выработки бязи арт. 299 [10, с. 476]: число нитей в основе $m_o = 1988$, линейная плотность основной пряжи на бобине $T_{об} = 42$ текс. Вытяжка пряжи в сновании и шлихтовании $b_{сн} = 0,2$ и $b_{шл} = 1,0$ % [36].

Сначала по обычной методике [34,35] рассчитываем сопряженную длину L_H и сопряженную массу G_H нитей на ткацком навое. В данном примере получено $L_H = 1174$ м и в расчете на мягкую пряжу (без учета приклея) $G_H = 96,7$ кг. Затем для сновального вала машины СП-140 при диаметре намотки $D_g = 78$ см, рассадке фланцев $H_g = 140$ см, диаметре ствола $d_g = 24$ см и плотности намотки $\gamma_g = 0,50$ г/см³ по формуле

$$G_g = \frac{\pi \cdot H_g}{4} \cdot (D_g^2 - d_g^2) \cdot \gamma_g \cdot 10^{-3} \quad (2.26)$$

находим $G_{\bar{c}} = 302,7$ кг. Масса пряжи на цилиндрической бобине типа БД-200 при диаметре намотки пряжи на бобине $D_{\bar{c}} = 25$ см и плотности намотки $\gamma_{\bar{c}} = 0,41$ г/см³ с применением формулы [34, с. 143] $G_{\bar{c}} = 1,720$ кг.

Далее расчет осуществляем в следующей последовательности.

1. Определяем необходимую емкость m_c шпулярника сновально-шлихтовального агрегата и емкость m'_c шпулярника сновальной машины. Исходя из общего количества m_o нитей в основе (на ткацком навое) это можно сделать двумя путями:

- из соображений целесообразности и известной емкости шпулярника задать величину m_c и рассчитать $m'_c = m_o - m_c$. Процент сокращения процесса снования $\delta_{сокр}$ определяется здесь по формуле (2.2);

- по заданному проценту сокращения процесса сновки из формулы (2.2) рассчитать

$$m_c = 0,01m_o \delta_{сокр} \quad (2.27)$$

и $m'_c = m_o - m_c$.

В нашем примере принимаем $\delta_{сокр} = 50\%$. Тогда согласно (2.27) $m_c = 0,01 \cdot 1988 \cdot 50 = 994$ и $m'_c = 1988 - 994 = 994$. Таким образом, необходимое число бобин в шпулярнике агрегата и сновальной машины (рисунок 2.3) будет одинаковым и равным 994. Такие шпулярники можно получить, например, из серийного шпулярника Ш-616-2, увеличив количество секций на $(994-616) \cdot 100/616 = 61,4\%$.

Заметим, что при $\delta_{сокр} \neq 50\%$ емкости шпулярников агрегата и сновальной машины будут различными. Как показывает выражение (2.27), с увеличением процента сокращения процесса сновки возрастает емкость шпулярника сновально-шлихтовального агрегата и соответственно уменьшается количество бобин в шпулярнике сновальной машины.

2. Рассчитываем число n_H и n'_H ткацких навоев, получаемых на сновально-шлихтовальном агрегате соответственно из ставки бобин и одного сновального вала.

По формулам (2.21) предварительно находим расчетную длину нитей на бобине и сновальном валу:

$$L_b = \frac{1,720 \cdot 10^6}{42} = 40952 \text{ м}, \quad L_v = \frac{302,7 \cdot 10^6}{994 \cdot 41,9} = 7268 \text{ м},$$

где $T_{oe} = 42(1 - 0,01 \cdot 0,2) = 41,9$ - линейная плотность пряжи на валу (текс) с учетом ее вытяжки при сновании $b_{CH} = 0,2\%$.

Теперь по формулам (2.8) и (2.9) получаем:

$$n_H = \frac{40952}{1174} = 34,88 \quad \text{и} \quad n'_H = \frac{7268}{1174} = 6,19.$$

Принимаем $n_H = k = 35$ и $n'_H = k_1 = 6$.

3. Находим число n_v сновальных валов, срабатываемых из ставки на сновально-шлихтовальном агрегате.

$$\text{По формуле (2.10) } n_v = \frac{35}{6} = 5,833.$$

Согласно (2.11) количество сновальных валов, последовательно устанавливаемых при замене их на стойке агрегата по мере срабатывания ставки бобин, $k_2 = \max(5,833) = 6$.

4. Определяем период ставок Π_{cm} на сновально-шлихтовальном агрегате и количество N_H ткацких навоев, получаемых за этот период, а также число N_v одновременно срабатываемых сновальных валов.

По формулам (2.13), (2.15) и (2.14) последовательно находим:

$$N_H = OHK(35; 6) = 210, \quad N_v = 210/6 = 35,$$

$$\Pi_{cm} = 210/35 = 6.$$

5. Составляем технологическую карту наработки ткацких навоев со сновальных валов за период ставок бобин.

Аналогично ранее приведенным примерам получаем таблицу 2.4.

Таблица 2.4. Порядок наработки на сновально-шлихтовальном агрегате ткацких навоев при разных ставках бобин

Порядковый номер ставки бобин	Число ткацких навоев, наработанных с данного (указанного в скобках) сновального вала						
	1	6 (1)	6 (2)	6 (3)	6 (4)	6 (5)	5 (6)/1
2	1 (6)	6 (7)	6 (8)	6 (9)	6 (10)	6 (11)	4 (12)/2
3	2 (12)	6 (13)	6 (14)	6 (15)	6 (16)	6 (17)	3 (18)/3
4	3 (18)	6 (19)	6 (20)	6 (21)	6 (22)	6 (23)	2 (24)/4
5	4 (24)	6 (25)	6 (26)	6 (27)	6 (28)	6 (29)	1 (30)/5
6	5 (30)	6 (31)	6 (32)	6 (33)	6 (34)	6 (35)	–

Из таблицы видно, что за период ставок бобин на сновально-шлихтовальном агрегате нарабатывается 35 ткацких навоев и срабатывается в среднем за одну ставку $n_g = 35/6 = 5,833$ сновальных валов.

6. Находим сопряженную длину L_{bc} нитей на сновальном валу. Для этого используем следующую формулу:

$$L_{bc} = \left(L_n k_1 + l_m + \frac{l_{cn}}{n_g} \right) \cdot (1 - 0,01 b_{шл}), \quad (2.28)$$

где L_n - сопряженная длина нитей на ткацком навое ($L_n = 1174$ м);

k_1 - число ткацких навоев, получаемых из одного сновального вала ($k_1 = 6$);

$b_{шл}$ - вытяжка нитей на сновально-шлихтовальном агрегате, %;

l_m - длина мягкой пряжи, теряемая при смене сновального вала и определяемая по формуле:

$$l_m = l_1 + l_2, \quad (2.29)$$

l_1 - длина пряжи с полного сновального вала, необходимая для оправки основы перед связыванием ($0,2 \div 0,6$ м);

l_2 - длина пряжи с доработанного вала, срезаемая после связывания ($1 \div 1,2$ м);

$$l_{cn} = l_{шв} + l_{шп}, \quad (2.30)$$

$l_{шв} = 6$ м – длина от шпулярника до сновального вала;

$l_{\text{шп}}$ - длина шпулярника агрегата. Согласно [10] можно принять

$$l_{\text{шп}} = 0,0216 \cdot m_c. \quad (2.31)$$

При $m_c = 994$ $l_{\text{шп}} = 21,5$ м и $l_{\text{сн}} = 27,5$ м.

Полагая $l_1 = 0,4$ и $l_2 = 1,0$ м, из (2.29) получаем: $l_M = 1,4$ м. После подстановки в формулу (2.28) всех цифровых данных будем иметь:

$$L_{\text{вс}} = \left(1174 \cdot 6 + 1,4 + \frac{27,5}{5,833} \right) \cdot (1 - 0,01 \cdot 1) \cong 6975 \text{ м.}$$

7. Определяем сопряженные длины нитей на бобинах шпулярников сновально-шлихтовального агрегата ($L_{\text{бс}}^a$) и сновальной машины ($L_{\text{бс}}^c$).

Расчеты проводим по формулам:

$$L_{\text{бс}}^a = L_n k (1 - 0,01 b_{\text{шп}}) \cdot (1 + 0,01 P_{\text{нач}}), \quad (2.32)$$

$$L_{\text{бс}}^c = L_{\text{вс}} k_3 \cdot (1 + 0,01 P_{\text{нач}}), \quad (2.33)$$

где $P_{\text{нач}}$ - процент начинка (остающийся на бобине пряжи). Принимаем $P_{\text{нач}} = 1$ % [34];

k_3 - принятое по формуле (2.19) количество сновальных валов, получаемых из ставки бобин шпулярника сновальной машины. В нашем случае $k_3 = 5$.

По указанным формулам рассчитываем:

$$L_{\text{бс}}^a = 1174 \cdot 35 (1 - 0,01 \cdot 1) \cdot (1 + 0,01 \cdot 1) = 41086 \text{ м,}$$

$$L_{\text{бс}}^c = 6975 \cdot 5 (1 + 0,01 \cdot 1) = 35224 \text{ м.}$$

8. Поскольку расчетная длина нитей на сновальном валу (при диаметре намотки $D_g = 78$ см) $L_g = 7268$ м, а сопряженная длина $L_{\text{вс}} = 6975$ м меньше расчетной, определим сопряженный диаметр $D_{\text{вс}}$ намотки пряжи.

Согласно (2.21) сопряженная масса пряжи на сновальном валу рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{вс}} = L_{\text{вс}} \cdot m'_c T_{\text{ов}} \cdot 10^{-6}, \text{ кг,} \quad (2.34)$$

а из (2.26)

$$D_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4G_{\text{вс}} \cdot 10^3}{\pi H_{\text{в}} \cdot \gamma_{\text{в}}} + d_{\text{в}}^2}, \text{ см.} \quad (2.35)$$

По этим формулам соответственно получаем:

$$G_{\text{вс}} = 6975 \cdot 994 \cdot 41,9 \cdot 10^{-6} = 290,5 \text{ кг,}$$

$$D_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 290,5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 140 \cdot 0,5} + 24^2} = 76,6 \text{ см.}$$

9. Рассчитываем диаметры $D_{\text{бс}}^a$ и $D_{\text{бс}}^c$ намотки пряжи на бобинах сопряженной длины в шпулярниках сновально-шлихтовального агрегата и сновальной машины.

По первой формуле (2.21) предварительно находим сопряженные массы пряжи на бобинах:

$$G_{\text{бс}}^a = L_{\text{бс}}^a T_{\text{об}} \cdot 10^{-6} = 41086 \cdot 42 \cdot 10^{-6} = 1,725 \text{ кг,}$$

$$G_{\text{бс}}^c = L_{\text{бс}}^c T_{\text{об}} \cdot 10^{-6} = 35224 \cdot 42 \cdot 10^{-6} = 1,479 \text{ кг.}$$

Для расчета сопряженного диаметра намотки цилиндрической бобины БД – 200 используем формулу, аналогичную (2.35):

$$D_{\text{бс}} = \sqrt{\frac{4G_{\text{бс}} \cdot 10^3}{\pi H_{\text{б}} \gamma_{\text{б}}} + d_{\text{б}}^2}, \text{ см,} \quad (2.36)$$

где $H_{\text{б}}$ - высота намотки цилиндрической бобины (9 см); $d_{\text{б}}$ - диаметр патрона бобины (5,6 см).

Подставив сюда необходимые цифровые данные, получаем:

$$D_{\text{бс}}^a = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,725 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 9 \cdot 0,41} + 5,6^2} = 25,04 \text{ см,}$$

$$D_{\text{бс}}^c = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,479 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 9 \cdot 0,41} + 5,6^2} = 23,3 \text{ см.}$$

Таким образом, диаметры бобин на шпулярниках агрегата и сновальной машины будут различными, так как различными являются сопряженные длины нитей на соответствующих бобинах.

Аналогичный расчет сопряженности паковок проведен нами для ткани марля арт. 6498 с числом нитей в основе $m_o = 1098$ линейной плотности $T_{об} = 20$ текс. Как и ранее, вытяжка пряжи в сновании и шлихтовании принята соответственно $b_{сн} = 0,2 \%$ и $b_{шл} = 1 \%$. При этом $T_{ов} = 20(1 - 0,01 \cdot 0,2) = 19,96$ и $T_{он} = 20(1 - 0,01 \cdot 1) = 19,8$ текс.

Предварительно рассчитанная, сопряженная длина пряжи на ткацком навое станка Р-105-ZB-8 $L_H = 6000$ м, а сопряженная масса пряжи без учета приклея $G_H = 130,4$ кг. Значения G_e и $G_{\bar{o}}$ соответствуют массам для ткани бязь арт. 299: $G_e = 302,7$, $G_{\bar{o}} = 1,720$ кг.

Положив, как и в случае ткани бязь, процент сокращения процесса партионного снования $\delta_{сокp} = 50 \%$, согласно принятой последовательности расчета получено: $m_c = m'_c = 549$ (шпулярники агрегата и сновальной машины одинаковы – Ш-616-2).

По формулам (2.21), (2.8) и (2.9) получаем:

$$L_{\bar{o}} = \frac{1,720 \cdot 10^6}{20} = 86000 \text{ м}, \quad L_e = \frac{302,7 \cdot 10^6}{549 \cdot 19,96} = 27624 \text{ м}, \quad n_H = \frac{86000}{6000} = 14,33,$$

$$n'_H = \frac{27624}{6000} = 4,60. \text{ Принимаем } n_H = k = 14 \text{ и } n'_H = k_1 = 4.$$

Согласно (2.10) и (2.11) $n_e = k/k_1 = 14/4 = 3,5$ и $k_2 = 4$. По формулам (2.13), (2.15) и (2.14) соответственно имеем: $N_H = ОК(14,4) = 28$, $N_e = 28/4 = 7$ и $П_{см} = 28/14 = 2$.

Порядок наработки ткацких навоев со сновальных валов при разных ставках бобин на сновально-шлихтовальном агрегате соответствует таблице 2.2.

По формулам (2.28), (2.30), (2.31), (2.32) и (2.33) сопряженные длины нитей на сновальном валу, на бобинах шпулярников агрегата и сновальной машины соответственно будут:

$$L_{bc} = \left(6000 \cdot 4 + 1,4 + \frac{17,85}{3,5} \right) \cdot (1 - 0,01 \cdot 1) \cong 23762 \text{ м},$$

$$L_{bc}^a = 6000 \cdot 14(1 - 0,01 \cdot 1) \cdot (1 + 0,01 \cdot 1,0) = 83992 \cong 84000 \text{ м},$$

$$L_{bc}^c = 23762 \cdot 3(1 + 0,01 \cdot 1) = 71999 \cong 72000 \text{ м}.$$

Здесь в (2.33) по формуле (2.19) принято $k_3 = 3$.

По формулам (2.34), (2.35) и (2.36) рассчитываются сопряженные массы и соответствующие диаметры намотки пряжи на паковках:

$$G_{bc} = L_{bc} m'_c T_{об} \cdot 10^{-6} = 23762 \cdot 549 \cdot 19,96 \cdot 10^{-6} = 260,4 \text{ кг},$$

$$G_{bc}^a = L_{bc}^a T_{об} \cdot 10^{-6} = 84000 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 1,680 \text{ кг},$$

$$G_{bc}^c = L_{bc}^c T_{об} \cdot 10^{-6} = 72000 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 1,440 \text{ кг};$$

$$D_{bc} = \sqrt{\frac{4 \cdot 260,4 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 140 \cdot 0,50} + 24^2} = 72,9 \cong 73 \text{ см},$$

$$D_{bc}^a = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,680 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 9 \cdot 0,41} + 5,6^2} = 24,7 \text{ см},$$

$$D_{bc}^c = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,440 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 9 \cdot 0,41} + 5,6^2} = 22,99 \cong 23,0 \text{ см}.$$

2.2.4. Второй способ расчета сопряженности паковок сновально-шлихтовального агрегата

Этот способ соответствует рассмотренному ранее случаю 2, когда наряду с выполнением условий (2.8) и (2.9) выполняется условие (2.20). То есть когда количество n_g сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин на сновально-шлихтовальном агрегате, будет целым числом, равным k_2 .

Причем

$$k_1 \cdot k_2 = k, \quad (2.37)$$

где k и k_1 - тоже целые числа, обозначающие соответственно число n_H ткацких навоев, получаемых из ставки m_c бобин шпулярника, и количество n'_H ткацких

навоев, наработанных из длины нитей на сновальном валу, содержащем число нитей m'_c (рисунок 2.3).

В пункте 2.2.2 показано, что в данном случае период ставки $\Pi_{cm} = 1$. Это означает, что все, установленные поочередно на стойке агрегата сновальные валы в количестве $n_g = k_2$, будут полностью сработаны в течение одной ставки бобин и за это время будет наработано k ткацких навоев. При выполнении условия (2.37) количество $n_g = k_2$ сновальных валов равно числу $n'_g = k_3$ валов, наработанных со ставки бобин сновальной машины.

Учитывая сказанное и соотношения (2.21) – (2.23), (2.25) и (2.37), получим другой, отличный от изложенного в пункте 2.2.3, способ расчета сопряженности паковок при подготовке основ на сновально-шлихтовальном агрегате.

Так же, как и в предыдущем случае, применение данного способа рассмотрим на примере выработки хлопчатобумажной ткани бязь арт. 299. При ранее указанных исходных данных ($m_o = 1988$, $T_{об} = 42$ текс, $b_{сн} = 0,2$ и $b_{шл} = 1,0$ %, $L_n = L_{нс} = 1174$ м, $G_n = G_{нс} = 96,7$ кг, $G_g = 302,7$ кг, $G_{\bar{g}} = 1,720$ кг) предлагается следующая последовательность расчета.

1. Определяем число $n_n = k$ ткацких навоев, получаемых из ставки бобин шпулярника сновально-шлихтовального агрегата.

По формулам (2.23) находим коэффициенты K и K_1 :

$$K = 1,720/96,7 = 0,0178, \quad K_1 = 302,7/96,7 = 3,130.$$

Согласно первой формуле (2.22) $k = 0,0178 \cdot 1988 = 35,38$. Поскольку это число должно быть целым, принимаем $k = n_n = 35$.

2. Рассчитываем число $n'_n = k_1$ ткацких навоев, наработанных из одного сновального вала, и количество $n_g = k_2$ сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин сновально-шлихтовального агрегата.

При $k = 35$ условие (2.37) принимает вид: $k_1 k_2 = 35$. Так как k_1 и k_2 должны быть целыми числами, получаем два возможных варианта:

$$\text{Вариант 1: } k_1 = 5, k_2 = 7; \quad \text{Вариант 2: } k_1 = 7, k_2 = 5.$$

3. Рассчитываем сопряженное число нитей m'_c и m_c соответственно в шпулярнике сновальной машины и сновально-шлихтовального агрегата (рисунок 2.3).

Из второй формулы (2.22) и равенства (2.25) находим:

$$\text{Вариант 1: } m'_c = \frac{K_1}{k_1} m_o = \frac{3,130}{5} \cdot 1988 = 1244, \quad m_c = 1988 - 1244 = 744;$$

$$\text{Вариант 2: } m'_c = \frac{3,130}{7} \cdot 1988 = 888, \quad m_c = 1988 - 888 = 1100.$$

4. В полученных вариантах определяем процент сокращения процесса сновки.

Согласно (2.2) получаем:

$$\text{Вариант 1: } \delta_{сокp} = 744 \cdot 100 / 1988 = 37,4\%;$$

$$\text{Вариант 2: } \delta_{сокp} = 1100 \cdot 100 / 1988 = 55,3 \text{ \%}.$$

5. В разных вариантах рассчитываем сопряженную длину, массу нитей на сновальных валах и соответствующие диаметры намотки.

По формулам (2.28), (2.29), (2.30), (2.31), (2.34) и (2.35) находим:

$$\text{Вариант 1: } L_{вс} = \left(1174 \cdot 5 + 1,4 + \frac{28}{7} \right) \cdot (1 - 0,01 \cdot 1,1) = 5812 \text{ м},$$

$$G_{вс} = 5812 \cdot 1244 \cdot 41,9 \cdot 10^{-6} = 302,9 \text{ кг}, \quad D_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot 302,9 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 140 \cdot 0,5} + 24^2} = 78,0 \text{ см};$$

$$\text{Вариант 2: } L_{вс} = \left(1174 \cdot 7 + 1,4 + \frac{29,8}{5} \right) \cdot (1 - 0,01 \cdot 1,1) = 8135 \text{ м},$$

$$G_{вс} = 8135 \cdot 888 \cdot 41,9 \cdot 10^{-6} = 302,7 \text{ кг}, \quad D_{вс} = 78,0 \text{ см}.$$

6. Рассчитываем сопряженную длину нитей на бобинах шпулярников сновально-шлихтовального агрегата и сновальной машины.

Поскольку условие (2.37) выполнено, имеем $k_3 = k_2$, и формула (2.33) будет:

$$L_{вс}^c = L_{вс} k_2 (1 + 0,01 \Pi_{нач}). \quad (2.38)$$

Так как в формуле (2.28) $l_m + \frac{l_{сн}}{n_6} \ll L_n k_1$, с незначительной погрешностью ее

можно записать в виде:

$$L_{\bar{b}c} = L_n k_1 (1 - 0,01 b_{\text{шл}}). \quad (2.39)$$

Подставив это выражение в (2.38), с учетом того, что согласно (2.37) $k_1 k_2 = k$, получим:

$$L_{\bar{b}c}^c = L_n k (1 - 0,01 b_{\text{шл}}) \cdot (1 + 0,01 \Pi_{\text{нач}}). \quad (2.40)$$

Формула (2.40) совпадает с выражениями (2.32), что свидетельствует о том, что сопряженные длины нитей на бобинах в шпулярниках сновальной машины и сновально-шлихтовального агрегата одинаковы:

$$L_{\bar{b}c}^c = L_{\bar{b}c}^a = L_{\bar{b}c} = L_n k (1 - 0,01 b_{\text{шл}}) \cdot (1 + 0,01 \Pi_{\text{нач}}). \quad (2.41)$$

Величина k одинакова как для Варианта 1, так и для Варианта 2. Поэтому сопряженная длина нити на бобине будет одной и той же в разных вариантах. Таким образом, по формуле (2.41) находим:

$$L_{\bar{b}c} = 1174 \cdot 35 (1 - 0,01 \cdot 1) \cdot (1 + 0,01 \cdot 1) = 41086 \text{ м.}$$

7. По первой формуле (2.21) и выражению (2.36) определяем сопряженную массу пряжи на бобине и соответствующий диаметр намотки:

$$G_{\bar{b}c} = L_{\bar{b}c} T_{об} \cdot 10^{-6} = 41086 \cdot 42 \cdot 10^{-6} = 1,725 \text{ кг;}$$

$$D_{\bar{b}c} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,725 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 9 \cdot 0,41} + 5,6^2} = 25,04 \text{ см.}$$

Данный способ расчета сопряженности паковок проведен нами и в случае подготовки основ к выработке ткани марля арт. 6498. При исходных данных пункта 2.2.3 ($m_o = 1098$; $T_{об} = 20$, $T_{ов} = 19,96$ и $T_{он} = 19,8$ текс; $b_{сн} = 0,2$ и $b_{шл} = 1,0\%$; $L_n = L_{нс} = 6000$ м; $G_n = G_{нс} = 130,4$ кг, $G_{\bar{b}} = 302,7$ кг и $G_{\bar{b}} = 1,720$ кг) согласно выше указанной последовательности расчета получено:

1. По формулам (2.23) $K = 1,720/130,4 = 0,0132$, $K_1 = 302,7/130,4 = 2,321$. Согласно (2.22) $k = 0,0132 \cdot 1098 = 14,50$. Принимаем $k = n_n = 15$ ткацких навоев;

2. При $k = 15$ условие (2.37) будет: $k_1 k_2 = 15$. Отсюда получаем два возможных варианта:

Вариант 1: $k_1 = 5$, $k_2 = 3$; Вариант 2: $k_1 = 3$, $k_2 = 5$.

3. Находим сопряженное число нитей.

$$\text{Вариант 1: } m'_c = \frac{K_1}{k_1} m_o = \frac{2,321}{5} \cdot 1098 = 510, \quad m_c = 1098 - 510 = 588;$$

$$\text{Вариант 2: } m'_c = \frac{2,321}{3} \cdot 1098 = 850, \quad m_c = 1098 - 850 = 248.$$

4. По формуле (2.2) сокращение процесса сновки составит:

$$\text{Вариант 1: } \delta_{\text{сокp}} = 588 \cdot 100 / 1098 = 53,5 \%;$$

$$\text{Вариант 2: } \delta_{\text{сокp}} = 248 \cdot 100 / 1098 = 22,6 \%.$$

5. Используя формулы (2.28), (2.29), (2.30), (2.31), (2.34) и (2.35), рассчитываем сопряженную длину, массу нитей на сновальных валах и соответствующие диаметры намотки.

$$\text{Вариант 1: } L_{bc} = \left(6000 \cdot 5 + 1,4 + \frac{18,7}{3} \right) \cdot (1 - 0,01 \cdot 1) = 29707 \text{ м,}$$

$$G_{bc} = 29707 \cdot 510 \cdot 19,96 \cdot 10^{-6} = 302,4 \text{ кг, } D_{bc} = \sqrt{\frac{4 \cdot 302,3 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 140 \cdot 0,5} + 24^2} = 78,0 \text{ см;}$$

$$\text{Вариант 2: } L_{bc} = \left(6000 \cdot 3 + 1,4 + \frac{11,4}{5} \right) \cdot (1 - 0,01 \cdot 1) = 17824 \text{ м,}$$

$$G_{bc} = 17824 \cdot 850 \cdot 19,96 \cdot 10^{-6} = 302,4 \text{ кг, } D_{bc} = 78,0 \text{ см.}$$

6. Согласно (2.41) сопряженная длина нити на бобине

$$L_{bc} = 6000 \cdot 15(1 - 0,01 \cdot 1) \cdot (1 + 0,01 \cdot 1) = 89991 \approx 90000 \text{ м.}$$

7. По формулам (2.21) и (2.36) сопряженная масса пряжи на бобине и соответствующий ей диаметр намотки будут: $G_{bc} = 1,800 \text{ кг, } D_{bc} = 25,5 \text{ см.}$

2.2.5. Замечания о расчете сопряженности паковок сновально-шлихтовального агрегата

При выполнении условия (2.37) необходимо иметь в виду следующее:

1. После определения целочисленного значения $n_H = k$, разложение его (в зависимости от величины) на два сомножителя k_1 и k_2 может осуществляться не в двух, как в предыдущих расчетах, а в нескольких вариантах.

Например, при $k = 30$ возможны 6 вариантов: $k_1 = 2, k_2 = 15$; $k_1 = 3, k_2 = 10$; $k_1 = 5, k_2 = 6$; $k_1 = 15, k_2 = 2$; $k_1 = 10, k_2 = 3$; $k_1 = 6, k_2 = 5$. Если же, например, $k = 16$, то будет 3 варианта: $k_1 = 2, k_2 = 8$; $k_1 = 4, k_2 = 4$; $k_1 = 8, k_2 = 2$.

В таких случаях сопряженность паковок может рассчитываться для всех возможных вариантов. Процент сокращения процесса снования в каждом из них определяется по формуле

$$\delta_{\text{сокp}} = \left(1 - \frac{K_1}{k_1}\right) \cdot 100, \quad (2.42)$$

которая легко получается из второй формулы (2.22) с учетом выражений (2.1), (2.2) и (2.3).

Из (2.22) следует, что $\frac{K_1}{k_1} = \frac{m'_c}{m_o}$. Поэтому в (2.42) $K_1/k_1 < 1$, так как $m'_c < m_o$.

Согласно (2.23) величина K_1 в каждом их возможных вариантов расчета есть величина постоянная. Поэтому, как показывает выражение (2.42), процент сокращения процесса сновки будет больше в том варианте, где больше значение k_1 . Так, в приведенных выше расчетах сопряженности паковок, по формуле (2.42) получим:

- для ткани бязь арт. 299 ($K_1 = 3,130$):

$$\text{Вариант 1: } \delta_{\text{сокp}} = \left(1 - \frac{3,130}{5}\right) \cdot 100 = 37,4 \%,$$

$$\text{Вариант 2: } \delta_{\text{сокp}} = \left(1 - \frac{3,130}{7}\right) \cdot 100 = 55,3 \%;$$

- ткань марля арт. 6498 ($K_1 = 2,321$):

$$\text{Вариант 1: } \delta_{\text{сокp}} = \left(1 - \frac{2,321}{5}\right) \cdot 100 = 53,5 \%,$$

Вариант 2: $\delta_{сокp} = \left(1 - \frac{2,321}{3}\right) \cdot 100 = 22,6 \%$.

Эти результаты совпадают с ранее полученными по формуле (2.2).

2. Неравенство (2.6) накладывает определенные ограничения на величину некоторых параметров расчета.

Действительно, с учетом второй формулы (2.22) неравенство (2.6) примет вид:

$$m'_c = \frac{K_1}{k_1} \cdot m_o \geq \frac{H_e}{\delta_{\max}}. \quad (2.43)$$

Отсюда

$$k_1 \leq K_1 m_o \delta_{\max} / H_e. \quad (2.44)$$

Согласно (2.1) $m'_c = 0,01 \delta_{сн} m_o$, и неравенство (2.6) можно записать иначе:

$$\delta_{сн} \geq \frac{H_e \cdot 100}{m_o \delta_{\max}}, \%. \quad (2.45)$$

При этом из соотношения (2.3) получаем:

$$\delta_{сокp} \leq 100 \left(1 - \frac{H_e}{m_o \delta_{\max}}\right), \%. \quad (2.46)$$

Неравенства (2.44) и (2.46) показывают, что величина k_1 и процент $\delta_{сокp}$ сокращения процесса сновки не могут превышать определенные пределы. Это обстоятельство следует учитывать при выборе подходящего для реализации варианта расчета сопряженности паковок.

Полагая $\delta_{\max} = 5$ мм и $H_e = 1400$ мм, для выше проведенных нами расчетов сопряженности паковок находим:

- для ткани бязь арт. 299:

$$k_1 \leq 3,130 \cdot 1988 \cdot 5 / 1400 = 22, \quad \delta_{сокp} \leq 100 \left(1 - \frac{1400}{1988 \cdot 5}\right) = 85,9 \%;$$

- для ткани марля арт. 6498:

$$k_1 \leq 2,321 \cdot 1098 \cdot 5 / 1400 = 9; \quad \delta_{сокp} \leq 100 \left(1 - \frac{1400}{1098 \cdot 5}\right) = 74,5 \%.$$

Заметим, что неравенства (2.44), (2.45) и (2.46) справедливы как при первом, так и при втором способе расчета сопряженности паковок.

3. Для выполнения условия (2.37) теоретически можно рассматривать два крайних варианта:

$$1. k_1 = 1, k_2 = k \quad \text{и} \quad 2. k_1 = k, k_2 = 1.$$

Проанализируем практическую возможность их осуществления.

В первом крайнем варианте с каждой ставкой бобин на сновально-шлихтовальном агрегате должно поочередно срабатываться количество k_2 сновальных валов, равное общему числу k наработанных ткацких навоев. Для этого, очевидно, длина нитей на сновальном валу должна быть равна длине нитей на ткацком навое. Приравнивая при $T_{ов} = T_{он}$ обе последние формулы (2.21), данное условие приводит к необходимости выполнения второго выражения (2.22), откуда

$$\frac{m'_c}{m_c} = \frac{G_g}{G_n} = K_1. \quad (2.47)$$

Анализ показывает, что это равенство может быть выполнено лишь при условии, когда масса G_g пряжи на сновальном валу будет меньше массы G_n пряжи (без учета приклея) на ткацком навое. В данном случае $G_g < G_n$ и из (2.47) $m'_c = K_1 \cdot m_o$ и $m_c = m_o - m'_c$.

В выше приведенных расчетах (см. пункт 2.2.4) $G_g > G_n$, и поэтому первый крайний вариант, когда $k_1 = 1$ и $k_2 = k$, нами не рассматривается.

Во втором крайнем варианте все ткацкие навои в количестве $k_1 = k$ должны набиваться на сновально-шлихтовальном агрегате с одного ($k_2 = 1$) сновального вала. Для этого длина L_g нитей на валу должна быть равна длине L_b нити на бобине. При $L_g = L_b$ из (2.21), считая приближенно $T_{об} = T_{ов}$, приходим к необходимости выполнения условия:

$$m'_c = G_g / G_b. \quad (2.48)$$

Заметим, что эту формулу можно получить и из выражений (2.22) при $k_1 = k$, если учесть формулы (2.23).

По формуле (2.48) в данном варианте можно рассчитать число m'_c нитей на сновальном валу, а по формуле (2.25) и число бобин $m_c = m_o - m'_c$ в шпулярнике сновально-шлихтовального агрегата. Однако необходимо иметь в виду выполнение неравенства (2.6) которое должно выполняться при любом способе и варианте расчета сопряженности паковок.

Согласно нашим расчетам, сделанным в пункте 2.2.4, для обоих артикулов тканей (бязь и марля) по формуле (2.48) получаем: $m'_c = 302,7/1,720 = 176$ нитей. Однако при $H_в = 1400$ мм и $\delta_{\max} = 5$ мм неравенство (2.6) будет: $m'_c \geq 1400/5 = 280$ нитей. Так как расчетное значение $m'_c = 176$ меньше допустимого $m'_c = 280$, второй крайний вариант (когда $k_1 = k$ и $k_2 = 1$) нами так же не рассматривался, как не реализуемый на практике вследствие образования чрезмерной бугристости намотки сновального вала.

2.3. Возможность увеличения ассортимента вырабатываемых тканей с применением подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА

Предыдущий анализ показывает, что число m_o нитей основы на ткацком навое ограничено допустимой емкостью $K_{дон}$ шпулярника на сновально-шлихтовальном агрегате и зависит от процента сокращения $\delta_{сокp}$ процесса партионного снования. Это видно из условия (2.5), которое с учетом выражения (2.2) имеет вид:

$$m_o \leq \frac{K_{дон}}{0,01\delta_{сокp}}, \quad (2.49)$$

где $\delta_{сокp} \neq 0$, так как в противном случае сокращение технологии будет отсутствовать.

Рассмотрим более подробно взаимосвязь между параметрами m_o , $K_{дон}$ и $\delta_{сокp}$.

Предварительно заметим, что из формул (2.1) и (2.2)

$$m'_c = 0,01 \delta_{сн} m_o, \quad (2.50)$$

$$m_c = 0,01 \delta_{сокp} m_o, \quad (2.51)$$

где, как и ранее m'_c , m_c и $\delta_{сн}$ - соответственно число нитей в шпулярнике сновальной машины, в шпулярнике агрегата и процент присутствия сновки (процент m'_c от m_o).

Поскольку рассадка фланцев сновального вала $H_\phi = 1400$ мм (машина типа СП-140), а расстояние между соседними нитями при сновании, обеспечивающее предотвращение чрезмерной бугристости намотки пряжи на валу, не должно превышать $\delta_{max} = 5$ мм [29], условие (2.6) будет:

$$m'_c \geq 1400 / 5 = 280.$$

Или, после подстановки сюда формулы (2.50), получим:

$$\delta_{сн} \geq \frac{28000}{m_o}, \% \quad (2.52)$$

С помощью этого неравенства для разного числа m_o нитей на ткацком навое можно рассчитать границы возможных значений $\delta_{сн}$. Затем по формулам (2.50) и (2.51), с учетом того, что $\delta_{сн} + \delta_{сокp} = 100$ и $m'_c + m_c = m_o$, легко определяются граничные значения остальных параметров. Результаты таких расчетов, проведенных нами при разном числе нитей на ткацком навое, представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Граничные значения параметров $\delta_{сн}$, $\delta_{сокp}$, m_c и m'_c

$m_o =$	1000	1500	2000	2500
$\delta_{сн} \geq$	28	18,7	14,0	11,2
$\delta_{сокp} \leq$	72	81,3	86,0	88,8
$m_c \leq$	720	1220	1720	2220
$m'_c \geq$	280	280	280	280

Для заданного количества m_o нитей на ткацком навое с помощью этой таблицы можно принять допустимую величину сокращения $\delta_{сокp}$ и присутствия $\delta_{сн}$ ($\delta_{сн} = 100 - \delta_{сокp}$) процесса партионного снования. Затем по формулам (2.50) и (2.51) легко рассчитываются число нитей m_c и m'_c . Результаты таких расчетов приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6. Расчетное число нитей в шпуляриках агрегата и сновальной машины (m_c и m'_c) для заданного количества m_o нитей на ткацком навое в зависимости от степени присутствия и сокращения ($\delta_{сн}$, $\delta_{сокp}$) процесса партионного снования

$m_o = 1000$				$m_o = 1500$			
$\delta_{сокp}$, %	$\delta_{сн}$, %	m_c	m'_c	$\delta_{сокp}$, %	$\delta_{сн}$, %	m_c	m'_c
70	30	700	300	80	20	1200	300
65	35	650	350	70	30	1050	450
60	40	600	400	60	40	900	600
50	50	500	500	50	50	750	750

Окончание табл. 2.6

$m_o = 2000$				$m_o = 2500$			
$\delta_{сокp}$, %	$\delta_{сн}$, %	m_c	m'_c	$\delta_{сокp}$, %	$\delta_{сн}$, %	m_c	m'_c
85	15	1700	300	85	15	2125	375
80	20	1600	400	80	20	2000	500
70	30	1400	600	70	30	1750	750
60	40	1200	800	60	40	1500	1000
50	50	1000	1000	50	50	1250	1250

На рисунке 2.5 приведены графики, построенные по данным таблицы 2.6. Согласно (2.5) допустимая емкость шпулярика агрегата $K_{дон}$ принята равной расчетному числу нитей m_c .

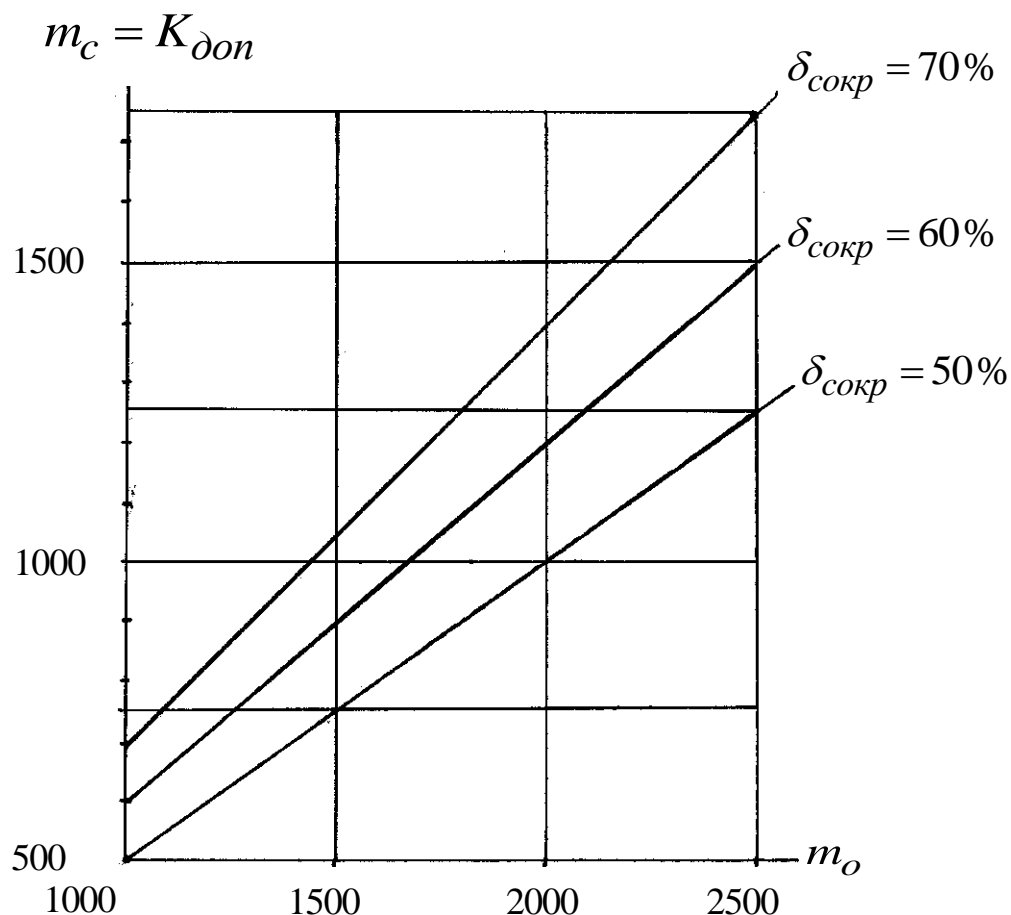


Рисунок 2.5. Зависимость числа нитей m_c от m_o при разной степени сокращения процесса снования

Графики (рисунок 2.5) наглядно показывают, что с увеличением количества нитей m_o ткацкого навоя допустимая емкость $\delta_{сокp}=70\%$ шпулярника на агрегате линейно возрастает при любой степени сокращения $\delta_{сокp}$ процесса партионного снования. Причем, с увеличением процента сокращения $\delta_{сокp}$ допустимая емкость шпулярника на агрегате возрастает при любом заданном количестве нитей на ткацком навое.

Рисунок 2.5 можно рассматривать в качестве номограммы, из которой видно, например, что емкость шпулярника на агрегате в 1000 бобин обеспечит процент сокращения процесса снования на 50 % и более, если число нитей на ткацком навое будет $m_o \leq 2000$. При большем числе нитей m_o существенно возрастает емкость шпулярника агрегата, что усложняет его обслуживание.

Заметим, что, согласно пункту 2.2.1, сокращать процесс снования менее, чем на 50 % не целесообразно, так как при снижении емкости шпулярника агрегата значительно возрастает емкость шпулярника для подготовки сновального вала на машине типа СП-140.

Таким образом, ассортимент вырабатываемых тканей при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата (см. Приложение А) ограничивается числом нитей на ткацком навое $m_o = 2000$, что при ширине заправки ткацкого станка $B_3 \geq 90$ см, соответствует плотности ткани по основе $P_o \leq 220$ нитей/дм.

С учетом ограничений на допустимую емкость шпулярника агрегата данная технология может быть использована при выработке тканей в одно полотно с двух ткацких навоев на современных отечественных ткацких станках типа СТБУ и станках передовых зарубежных фирм: Зульцер Рюти, Дарнье, Омни Плюс Пиканоль и других. Примеры таких станков с максимальной шириной заправки ткани по берду от 220 до 280 см приведены в Приложении В.

При этом за счет увеличения вдвое количества нитей основы возрастает и ассортимент вырабатываемых тканей по сокращенной технологии. Если, например, число нитей в полотне основы с двух ткацких навоев будет $M_o \leq 4000$, то на

ткацком навое сновально-шлихтовального агрегата их будет $m_o = M_o / 2 \leq 2000$ и все предыдущие результаты по обслуживанию агрегата и расчету сопряженности паковок остаются прежними. Возможность формировать сновальные валы для сновально-шлихтовального агрегата из нитей, отличных от бобин шпулярника, также позволят существенно расширить ассортимент вырабатываемых тканей.

2.4 Выводы

1. На основе патента РФ № 1541320 [17] предложена технологическая схема практической реализации сновально-шлихтовального агрегата конструкции ИГ-ТА. Установлен порядок обслуживания агрегата и определены его ассортиментные возможности.

2. Сновально-шлихтовальный агрегат позволяет сократить процесс снования пряжи в приготовительном отделе ткацкого производства. Предложены расчетные формулы (2.1) и (2.2) для оценки степени остаточного присутствия и сокращения процесса партионного снования. Процент сокращения зависит от сопряженного числа нитей на паковках.

3. С целью большего сокращения процесса снования нужно уменьшать число m'_c нитей на сновальном валу (в шпулярнике сновальной машины). Однако при этом возрастает число m_c нитей в шпулярнике агрегата, которое не должно превышать определенного значения, создающего неудобство обслуживания и потерю производительности процесса.

4. Для предотвращения чрезмерной бугристости намотки пряжи на сновальном валу, увеличивающей неравномерность натяжения нитей по ширине полотна основы на агрегате, расстояние между соседними нитями при сновании не должно превышать некоторой величины δ_{\max} . С этой целью число m'_c нитей в шпулярнике сновальной машины (рисунок 2.3) должно удовлетворять условию (2.6), которое накладывает ограничение на процент $\delta_{\text{сокp}}$ сокращения процесса снования,

величина которого не может быть больше определенного значения, соответствующего неравенству (2.46).

5. Сформулированы условия (2.8) и (2.9) сопряженности паковок при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата и предложена формула (2.10) для расчета числа n_g сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин на агрегате.

6. Разработана методика расчета сопряженности паковок при подготовке основ на сновально-шлихтовальном агрегате конструкции ИГТА, включающая в себя два возможных способа расчета сопряженности паковок.

7. Исследования показывают, что первый способ расчета сопряженности паковок применим в случае, когда количество n_g сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин агрегата и подсчитанных по формуле (2.10), будет дробным числом. В другом случае, если n_g будет целым числом, - применяется второй способ расчета сопряженности паковок.

8. В первом способе расчета сопряженности паковок предложена методика составления таблицы смены сновальных валов, устанавливающей порядок наработки ткацких навоев со сновальных валов, поочередно срабатываемых на стойке агрегата при разных ставках бобин.

9. Установлено, что характерной особенностью таблицы смены сновальных валов на сновально-шлихтовальном агрегате является наличие периода (или раппорта) ставок. Он представляет собой количество Π_{cm} ставок бобин, после которого порядок наработки ткацких навоев со сновальных валов на агрегате повторяется. Получены формулы (2.13) – (2.15) для расчета периода ставок, количества N_n наработанных за этот период ткацких навоев и числа N_g одновременно сработанных сновальных валов.

10. Показано, что во втором способе расчета сопряженности паковок, когда наряду с выполнением условий (2.8) и (2.9) выполняется и условие (2.37), период ставок $\Pi_{cm} = 1$, а количество k_2 сновальных валов, сработанных с каждой став-

кой бобин на сновально-шлихтовальном агрегате, равно числу k_3 валов, наработанных со ставки сновальной машины.

В первом способе расчета сопряженности паковок согласно (2.11) и (2.19) $k_2 \neq k_3$.

11. Несомненным преимуществом второго способа расчета сопряженности паковок является то, что сопряженная длина $L_{\bar{oc}}^a$ нити на бобине шпулярника агрегата равна сопряженной длине $L_{\bar{oc}}^c$ нити на бобине сновальной машины ($L_{\bar{oc}}^a = L_{\bar{oc}}^c = L_{\bar{oc}}$). В первом способе расчета в общем случае $L_{\bar{oc}}^a \neq L_{\bar{oc}}^c$.

12. Предложенная методика расчета сопряженности паковок опробована нами в случаях подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате к выработке двух видов хлопчатобумажных тканей: бязь арт. 299 и марля арт. 6498. Результаты расчета представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7. Результаты расчета сопряженности паковок сновально-шлихтовального агрегата ИГТА

Параметры	бязь арт. 299			марля арт. 6498		
	1	2		1	2	
Способ расчета	1	2	3	1	2	3
Вариант расчета	-	1	2	-	1	2
1. Число m'_c нитей на сновальном валу (в шпулярнике сновальной машины)	994	1244	888	549	510	850
2. Число m_c нитей в шпулярнике агрегата	994	744	1100	549	588	248
3. Число нитей в основе m_o	1988	1988	1988	1098	1098	1098
4. Процент сокращения процесса снования $\delta_{сокр}$, %	50	37,4	55,3	50	53,5	22,6
5. Линейная плотность основной пряжи T_o , текс	42	42	42	20	20	20
6. Число сновальных валов в заправке	1	1	1	1	1	1

Продолжение таблицы 2.7

Параметры	бязь арт. 299			марля арт. 6498		
	1	2		1	2	
Способ расчета	-	1	2	-	1	2
Вариант расчета	-	1	2	-	1	2
7. Количество $k = n_H$ ткацких навоев, получаемых из ставки бобин агрегата	35	35	35	14	15	15
8. Число $k_1 = n'_H$ ткацких навоев, получаемых из длины нитей одного сновального вала	6	5	7	4	5	3
9. Число k_2 снов. валов, устанавливаемых по мере срабатывания ставки бобин	6	7	5	4	3	5
10. Количество n_B снов. валов, срабатываемых со ставкой бобин на агрегате	5,833	7	5	3,5	3	5
11. Число $k_3 = n'_B$ снов. валов, получаемых из ставки бобин сновальной машины	5	7	5	3	3	5
12. Период (раппорт) ставок $P_{ст}$	6	1	1	2	1	1
13. Число N_H тк. навоев, наработанных за период ставок на агрегате	210	35	35	28	15	15
14. Количество N_B снов. валов, срабатываемых за период ставок	35	7	5	7	3	5
15. Сопряженная длина нитей:						
- на бобинах шпулярика агрегата $L_{бс}^a$, м	41086	41086	41086	84000	90000	90000
- на бобинах сновальной машины $L_{бс}^c$, м	35224	41086	41086	72000	90000	90000
- на сновальном валу $L_{вс}$, м	6975	5812	8135	23762	29707	17824
- на ткацком навое $L_{нс} = L_H$, м	1174	1174	1174	6000	6000	6000
16. Сопряженная масса нитей:						
- на бобинах шпулярика агрегата $G_{бс}^a$, кг	1,725	1,725	1,725	1,680	1,800	1,800

Окончание таблицы 2.7

Параметры	бязь арт. 299			марля арт. 6498		
	1	2		1	2	
Способ расчета	1	2	3	1	2	3
Вариант расчета	-	1	2	-	1	2
- на бобинах сновальной машины $G_{\text{бс}}^c$, кг	1,479	1,725	1,725	1,440	1,800	1,800
- на сновальном валу $G_{\text{вс}}$, кг	290,5	302,9	302,7	260,4	302,4	302,4
- на ткацком навое $G_{\text{н}} = G_{\text{нс}}$, кг	96,7	96,7	96,7	130,4	130,4	130,4

3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНОГО АГРЕГАТА

3.1 Получение расчетных формул для определения скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи

В настоящее время для расчета скорости шлихтования используется формула [37]:

$$v = \frac{Q \cdot 10^8}{60 \cdot m_o \cdot T_o \cdot (W_o - W_{\text{шл}})}, \text{ м/мин,} \quad (3.1)$$

где Q - испарительная способность сушильной части шлихтовальной машины, кг/ч; $W_o, W_{\text{шл}}$ - влажность пряжи после отжима и после сушки, %; m_o - число нитей в основе; T_o - фактическая линейная плотность пряжи, текс.

Эта формула не учитывает кинетику процесса и зависимость испарительной способности от определяющих параметров.

Целью настоящего исследования является получение расчетных формул [38] для скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи на машине ШБ – 11/140 по исходным данным таблицы 3.1, которые были получены по экспериментальной номограмме [39; 40, с. 173].

Таблица 3.1. Зависимость скорости шлихтования от исследуемых параметров P , T_o, m_o

Фактическая линейная плотность пряжи, T_o , текс	Число нитей в основе m_o								
	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
$P = 1 \cdot 10^5$ Па									
50	45	36	30	24	22,5	21	19	17	16
40	56	44	36,5	30	28	26	22	20	18
25	76	60	50	41	38	36	31	28	26
20	82,5	66	55	44	41,5	39	34	30,5	28
12,5	111	92	73	59	55	52	45	41	37,5

Окончание таблицы 3.1

Фактическая линейная плотность пряжи, T_o , текс	Число нитей в основе m_o								
	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
$P=3 \cdot 10^5$ Па									
50	68	54	46	36	34	32	28	25	23
40	82	66	55	44	41	38	33	30	27,5
25	103	81	68	54	51	47	41	37	34
20	115	92	77	61	58	52	46	42	38
12,5	150	120	100	90	75	70	60	55	50
$P=5 \cdot 10^5$ Па									
50	91,5	72	60	49	46	43	37	34	31
40	107	85	72	57	55	51	43	40	36
25	131	104	87,5	70	64	60	53	48	44
20	147,5	118	98	88,5	73,5	69	58,5	54	49
12,5	190	152	126,5	111	95	89	76	69	64

Примечание: P - среднее избыточное давление пара в сушильных барабанах.

Из формулы (3.1) находим:

$$\frac{Q}{60 \cdot \nu} = T_o \cdot m_o \cdot (W_o - W_{uhl}) \cdot 10^{-8}, \text{ кг/м.} \quad (3.2)$$

Это выражение показывает что величина $k_c = \frac{Q}{60 \cdot \nu}$ не зависит от теплового режима сушки, так как при постоянных W_o и W_{uhl} правая часть (3.2) не зависит от условий сушки.

Результаты расчета величины k_c по формуле (3.2) при $P=1 \cdot 10^5$, $3 \cdot 10^5$, $5 \cdot 10^5$ Па приведены в таблице 3.2. При этом $W_o=100\%$ и $W_{uhl}=10\%$ [39, 40], а испарительная способность Q рассчитана из формулы (3.1).

Из таблицы 3.2 видно, что испарительная способность Q в большей мере зависит от избыточного давления пара в сушильных барабанах и линейной плотности шлихтуемой пряжи, и мало зависит от числа нитей в основе.

Таблица 3.2. Расчетные значения коэффициента k_c и испарительной способности Q

T_o , текст	Параметры	Число нитей в основе m_0				
		2000	3000	4000	5000	6000
50	$P = 1 \cdot 10^5$ Па					
	k_c , кг/м	0,090	0,135	0,180	0,225	0,270
	v , м/мин	45	30	22,5	19	16
	Q , кг/ч	243	243	243	256,5	259,2
	$P = 3 \cdot 10^5$ Па					
	v , м/мин	68	46	34	28	23
	Q , кг/ч	367,2	372,6	367,2	378,0	372,6
	$P = 5 \cdot 10^5$ Па					
	v , м/мин	91,5	60	46	37	31
Q , кг/ч	494,1	486,0	496,8	499,5	502,2	
40	$P = 1 \cdot 10^5$ Па					
	k_c , кг/м	0,072	0,108	0,144	0,180	0,216
	v , м/мин	56	36,5	28	22	18
	Q , кг/ч	241,92	236,52	241,92	237,6	233,28
	$P = 3 \cdot 10^5$ Па					
	v , м/мин	82	55	41	33	27,5
	Q , кг/ч	354,24	356,4	354,24	356,4	364,4
	$P = 5 \cdot 10^5$ Па					
	v , м/мин	107	72	55	43	36
Q , кг/ч	462,24	466,56	475,2	464,4	466,56	
25	$P = 1 \cdot 10^5$ Па					
	k_c , кг/м	0,045	0,0635	0,0900	0,1125	0,1350
	v , м/мин	76	50	38	31	26
	Q , кг/ч	205,2	202,5	205,2	209,25	210,6
	$P = 3 \cdot 10^5$ Па					
	v , м/мин	103	68	51	41	34
	Q , кг/ч	278,10	275,40	275,40	276,75	275,40
	$P = 5 \cdot 10^5$ Па					
	v , м/мин	131	87,5	64	53	44
Q , кг/ч	353,7	354,375	345,6	357,75	356,4	

Окончание таблицы 3.2

T_o , текс	Параметры	Число нитей в основе m_o				
		2000	3000	4000	5000	6000
20	$P = 1 \cdot 10^5$ Па					
	k_c , кг/м	0,0360	0,0540	0,0720	0,0900	0,108
	ν , м/мин	82,5	55	41,5	34	28
	Q , кг/ч	178,2	178,2	179,28	183,6	181,4
	$P = 3 \cdot 10^5$ Па					
	ν , м/мин	115	77	58	46	38
	Q , кг/ч	248,4	249,48	250,56	248,4	246,24
	$P = 5 \cdot 10^5$ Па					
	ν , м/мин	147,5	98	73,5	58,5	49
	Q , кг/ч	318,6	317,52	317,52	315,9	317,52
12,5	$P = 1 \cdot 10^5$ Па					
	k_c , кг/м	0,0225	0,0338	0,0450	0,0563	0,068
	ν , м/мин	111	73	55	45	37,5
	Q , кг/ч	149,85	147,83	148,5	151,88	151,9
	$P = 3 \cdot 10^5$ Па					
	ν , м/мин	150	100	75	60	50
	Q , кг/ч	202,5	202,5	202,5	202,5	202,5
	$P = 5 \cdot 10^5$ Па					
	ν , м/мин	190	126,5	95	76	64
	Q , кг/ч	256,5	256,16	256,5	256,5	259,2

В таблице 3.3 приведены усредненные с учетом промежуточных значений ($m_o = (2,5 + i) \cdot 10^3, i = 0,1,2,3$) величины \bar{Q} испарительной способности сушильного аппарата, полученные на основании таблицы 3.2.

Таблица 3.3. Испарительная способность сушильного аппарата

T_o , текс	12,5	20	25	40	50
$P = 1 \cdot 10^5$ Па					
\bar{Q} , кг/ч	150,2	179,5	206,2	238,4	246,9

Окончание таблицы 3.3

T_o , текс	12,5	20	25	40	50
$P=3 \cdot 10^5$ Па					
\bar{Q} , кг/ч	204,9	247,1	274,4	354,7	369,1
$P=5 \cdot 10^5$ Па					
\bar{Q} , кг/ч	258,9	321,8	352,3	466,2	495,0

По данным таблицы 3.3 построены графики, изображенные штрихами на рисунке 3.1. Каждый график соответствует своему значению линейной плотности пряжи.

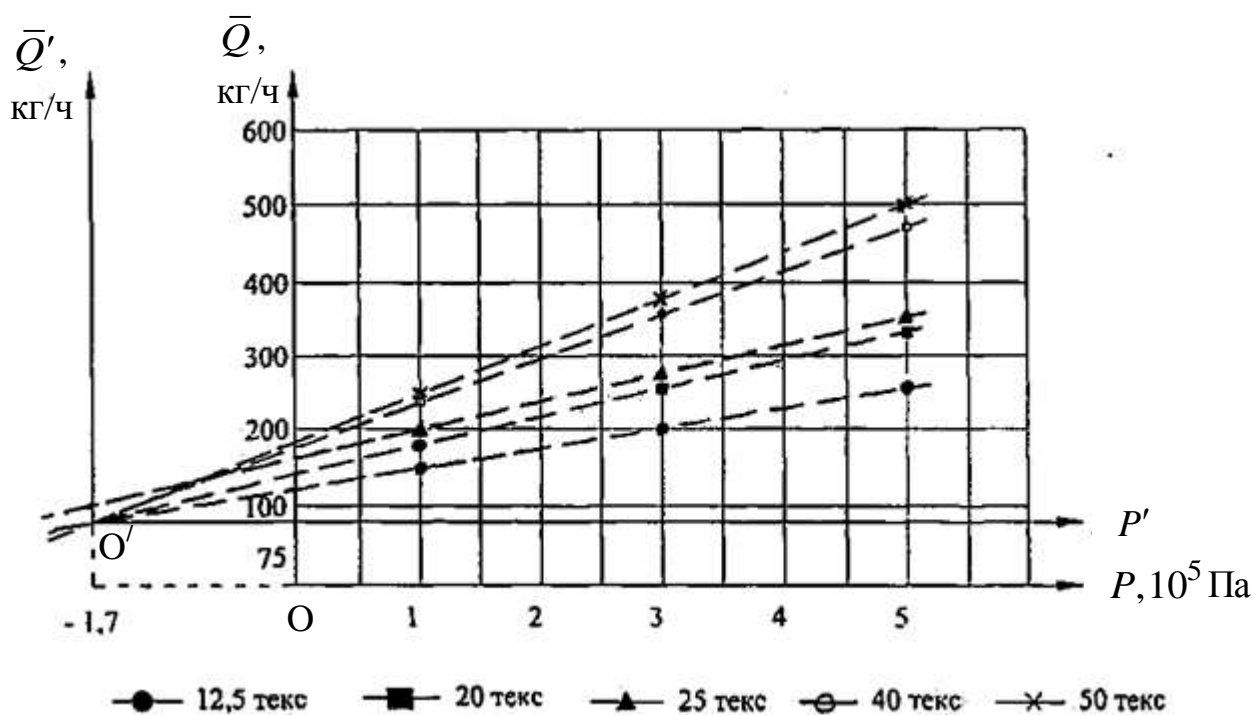


Рис. 3.1. Графики для испарительной способности сушильного аппарата

С небольшой погрешностью можно принять, что все прямые пересекаются в одной воображаемой точке $P = -1,7 \cdot 10^5$ Па и $\bar{Q} = 75$ кг/ч. Для математического описания этих графиков каждый из них ищем в виде:

$$\bar{Q} = a + b \cdot P. \quad (3.3)$$

Так как в точке $P = -1,7 \cdot 10^5$ Па $\bar{Q} = 75$ кг/ч, из уравнения (3.3) получаем:

$$a = 75 + 1,7 \cdot b. \quad (3.4)$$

С учетом выражения (3.4) исходное уравнение (3.3) будет:

$$\bar{Q} = 75 + 1,7 \cdot b + b \cdot P = 75 + (1,7 + P) \cdot b, \quad (3.5)$$

где, как и ранее, давление P выражено в 10^5 Па.

Для упрощения дальнейших расчетов перенесем оси координат $PO\bar{Q}$ (рис. 3.1) в точку O' с координатами $P = -1,7$; $\bar{Q} = 75$.

$$\text{При этом} \quad \bar{Q} = \bar{Q}' + 75; \quad P = P' - 1,7. \quad (3.6)$$

В новой системе координат $P'O'\bar{Q}'$ с учетом выражений (3.6) уравнение (3.5) примет вид:

$$\bar{Q}' = P' \cdot b. \quad (3.7)$$

Рассчитанные по методу наименьших квадратов [41] значения коэффициента b представлены в таблице 3.4, а коэффициент a определяется по формуле (3.4).

Таблица 3.4. Значения коэффициента b

T_o , текс	50	40	25	20	12,5
b	62,75	58,95	42,42	36,97	27,56

При рассчитанных значениях коэффициентов a и b получаем для каждой линейной плотности пряжи T_o свое уравнение (3.3), описывающее соответствующий график на рисунке 3.1. Для обобщения пяти полученных уравнений аппроксимацию графика $b = b(T_o)$, показанного на рисунке 3.2, осуществляем зависимостью:

$$b = b_0 + b_1 \cdot T_o + b_2 \cdot T_o^2. \quad (3.8)$$

Постоянные коэффициенты b_0, b_1 и b_2 определяем из условия, чтобы график (рисунок 3.2) проходил через точки: $T_o = 12,5$, $b = 27,5$; $T_o = 25$, $b = 42,42$; и $T_o = 50$, $b = 62,75$. Подставив координаты этих точек в уравнение (3.8), получаем систему трех алгебраических уравнений с тремя неизвестными коэффициентами. Путем решения этой системы методом Крамера [41] находим $b_0 = 9,57$; $b_1 = 1,56$ и $b_2 = -0,01$.

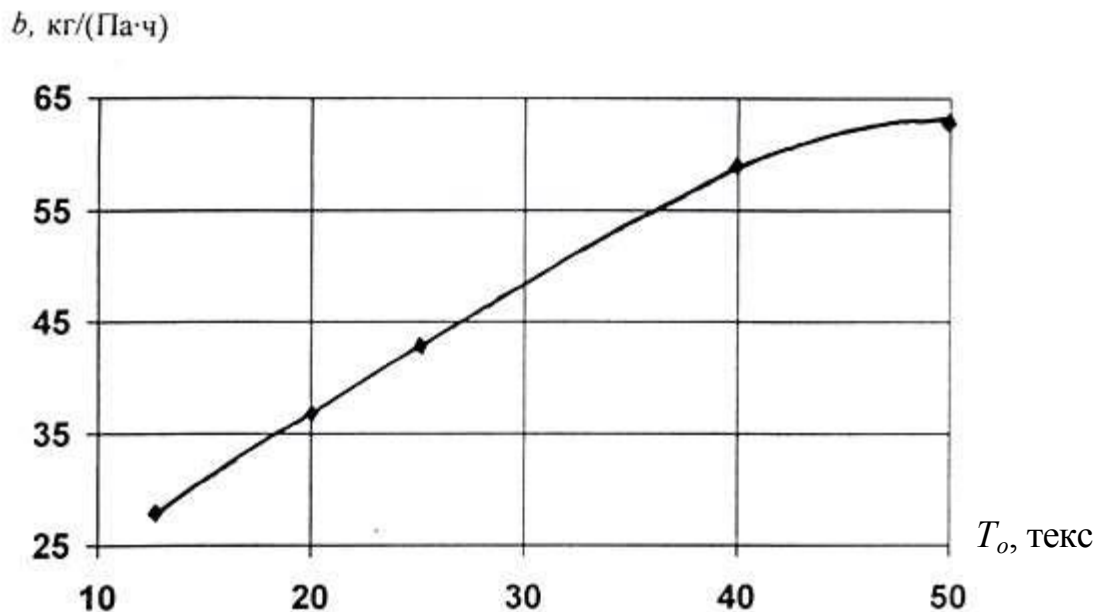


Рисунок 3.2. Зависимость коэффициента b от линейной плотности пряжи

Таким образом, уравнение (3.8) примет вид:

$$b = 9,57 + 1,56 \cdot T_o - 0,01 \cdot T_o^2. \quad (3.9)$$

Средняя погрешность расчета коэффициента b по формуле (3.9) составляет менее 1,05 %.

Окончательно формулы (3.3) и (3.4) с учетом зависимости (3.9) будут:

$$\left. \begin{aligned} b &= 9,57 + 1,56 \cdot T_o - 0,01 \cdot T_o^2, \text{ кг/(Па·ч)}, \\ a &= 75 + 1,7 \cdot b, \text{ кг/ч}, \\ \bar{Q} &= a + b(P \cdot 10^{-5}), \end{aligned} \right\} \quad (3.10)$$

где

$$10 \leq T_o \leq 50 \text{ текс}, \quad 1 \cdot 10^5 \leq P \leq 5 \cdot 10^5 \text{ Па}, \quad 2000 \leq m_0 \leq 5000 \text{ нитей}. \quad (3.11)$$

Таким образом, уравнения (3.10) позволяют рассчитать испарительную способность сушильных барабанов, а следовательно, по формуле (3.1) при $Q = \bar{Q}$ и скорость шлихтования.

3.2 Расчет скорости процесса на сновально-шлихтовальном агрегате

Линейная скорость подготовки основ на агрегате, как и в обычном процессе шлихтования, определяется в основном испарительной способностью сушильного аппарата. Поэтому в данном случае можно использовать для расчета скорости процесса формулы (3.1) и (3.10).

Расчет скоростей проводим для выбранных нами хлопчатобумажных тканей: бязь арт. 299 и марля арт. 6498 с числом нитей в основе соответственно $m_o = 1988$ и 1098. При выходе в некоторых случаях за пределы неравенств (3.11) (например, для марли $m_o < 2000$), предполагаем возможной экстраполяцию вышеуказанных формул.

Скорость сновально-шлихтовального агрегата определяем при избыточном давлении пара в сушильных барабанах $P = 2,5 \cdot 10^5$ Па – ткань бязь арт. 299, и $P = 3,0 \cdot 10^5$ Па – при выработке марли арт. 6498.

Для ткани бязь арт. 299 по формулам (3.10) рассчитываем:

$$b = 9,57 + 1,56 \cdot 42 - 0,01 \cdot 42^2 = 57,45 \text{ кг}/(\text{Па} \cdot \text{ч}),$$

$$a = 75 + 1,7 \cdot 57,45 = 172,67 \text{ кг}/\text{ч},$$

$$\bar{Q} = 172,67 + 57,45 \cdot 2,5 = 316,29 \text{ кг}/\text{ч}.$$

Чтобы определить скорость процесса по формуле (3.1) нужно знать влажность пряжи после отжима. С этой целью используем выражение [4, с. 149]:

$$W_o = \frac{C_o + W_m - P_u}{1 + 0,01 \cdot P_u}, \quad \%, \quad (3.12)$$

где W_m , C_o – влажность мягкой (нешлихтованной пряжи) и степень отжима пряжи, %; P_u – истинный приклей пряжи, %.

Полагая $m_o = 1988$, $W_m = 7$ %, $C_o = 90$ % [37, с. 316] и истинный приклей пряжи по картофельному (или маисовому) крахмалу $P_u = 3,3$ % [42], получаем:

$$W_o = (90 + 7 - 3,3)/(1 + 0,01 \cdot 3,3) = 90,7 \text{ \%}.$$

Теперь по формуле (3.1) находим:

$$v = \frac{316,29 \cdot 10^8}{60 \cdot 1988 \cdot 42(90,7 - 8)} = 76,3 \text{ м/мин.}$$

Принимаем на сновально-шлихтовальном агрегате $v = 75$ м/мин.

Аналогичные расчеты проводим для ткани марля арт. 6498.

Здесь $m_o = 1098$, $T_o = 20$ текс, $W_m = 7$ %, $C_o = 90$ % [37] и $\Pi_u = 1,4$ % [37, 42]. По формулам (3.10) последовательно получаем:

$$b = 9,57 + 1,56 \cdot 20 - 0,01 \cdot 20^2 = 36,77 \text{ кг/(Па·ч)},$$

$$a = 75 + 1,7 \cdot 36,77 = 137,51 \text{ кг/ч},$$

$$\bar{Q} = 137,51 + 36,77 \cdot 3,0 = 247,82 \text{ кг/ч.}$$

При подготовке основ к выработке ткани марля предлагается использовать не 11, а $n_{\bar{o}} = 5$ сушильных барабанов. Поэтому расчетная испарительная способность будет: $Q_{расч} = (\bar{Q} \cdot 5) / 11 = (247,82 \cdot 5) / 11 = 112,64$ кг/ч. По формулам (3.12) и (3.1) рассчитываем:

$$W_o = (90 + 7 - 1,4) / (1 + 0,01 \cdot 1,4) = 94,3 \text{ \%},$$

$$v = \frac{112,64 \cdot 10^8}{60 \cdot 1098 \cdot 20(94,3 - 8)} = 99,0 \text{ м/мин.}$$

Принимаем $v = 95$ м/мин.

Результаты расчета представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Параметры сушки пряжи и скорость процесса на сновально-шлихтовальном агрегате

Наименование ткани	m_o	T_o , текс	$n_{\bar{o}}$	P , Па	Q , кг/ч	v , м/мин
бязь арт. 299	1988	42	11	$2,5 \cdot 10^5$	316,29	75
марля арт. 6498	1098	20	5	$3,0 \cdot 10^5$	112,64	95

3.3. Исследование на экспериментальном стенде натяжения нити при осевом сматывании ее с бобины шпулярника сновально-шлихтовального агрегата

Из таблицы 3.5 видно, что скорость сматывания нитей с бобин шпулярника сновально-шлихтовального агрегата в 6-8 раз меньше скорости процесса партионного снования. Поэтому практический интерес представляет экспериментальное исследование натяжения нити, сматывающейся со шпулярника при скоростях, близких к скоростям на сновально-шлихтовальном агрегате.

3.3.1 Методика проведения эксперимента и результаты измерений

В работе использовался полный факторный эксперимент ПФЭ³. На основании априорных сведений о процессе в план эксперимента по изучению натяжения были включены три наиболее существенных фактора, наименования которых, их уровни и интервалы варьирования указаны в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Факторы, их уровни и интервалы варьирования

Обозначение и наименование факторов	Уровни варьирования x_i			Интервалы варьирования Y_i
	-1	0	+1	
X_1 - скорость сматывания, м/мин	80	100	120	20
X_2 - диаметр бобины, мм	80	150	220	70
X_3 - вес шайбы в натяжном приборе, сН	9	18	27	9

Эксперимент проводился с хлопчатобумажной пряжей двух подходящих линейных плотностей 18,5 и 42 текс, используемых для выработки исследуемых артикулов тканей. Нити в опытах сматывались с цилиндрических бобин пневмомеханического способа прядения на специальном стенде, изготовленном на базе мо-

тальной машины типа М-150. Функциональная схема экспериментального стенда приведена на рисунке 3.3.

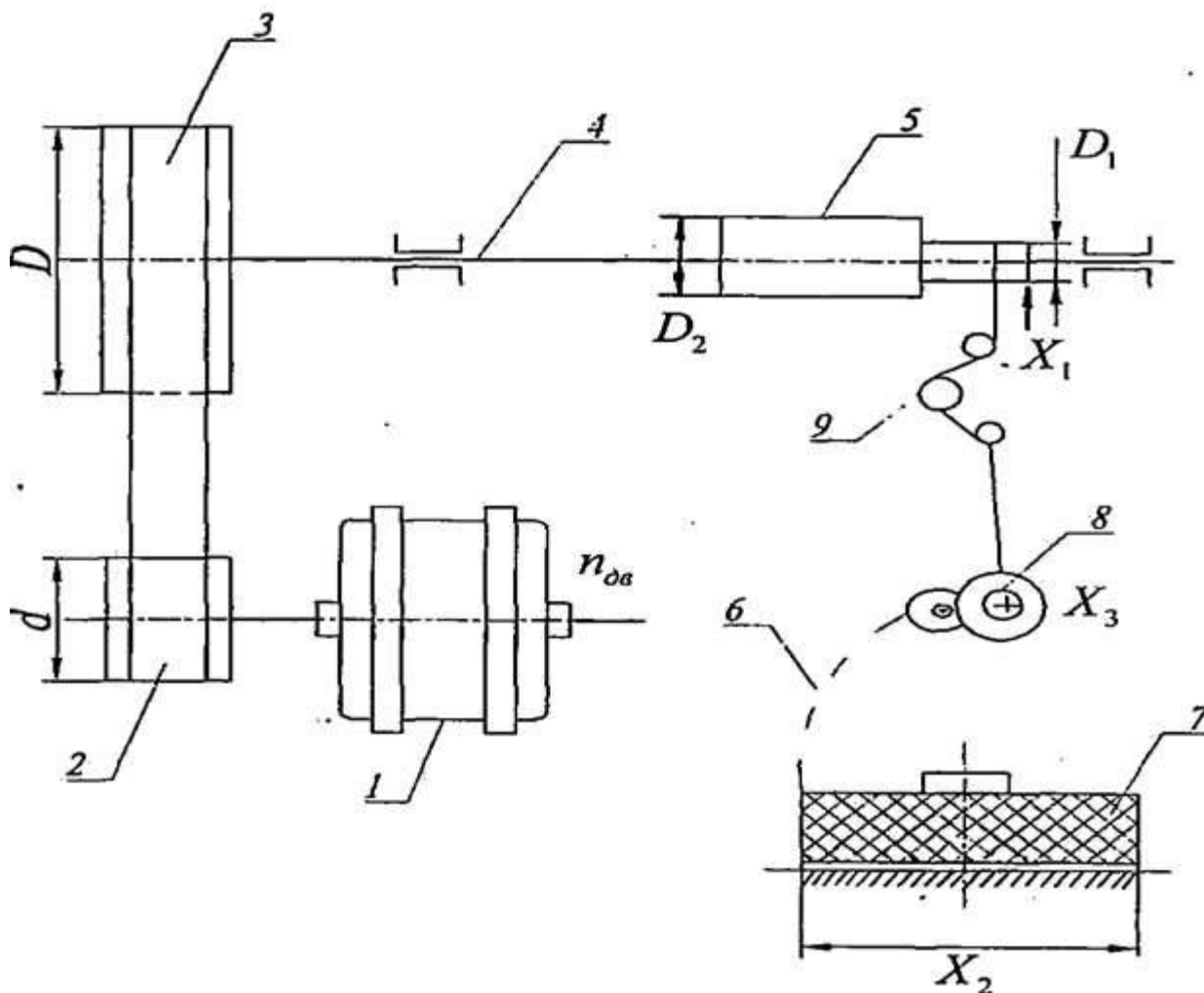


Рисунок 3.3. Схема экспериментального стенда

Стенд включает в себя имеющиеся на мотальной машине: боковой электродвигатель 1, ведущий и ведомый шкивы 2 и 3 клиноременной передачи, вал 4 мотальных барабанчиков. Вместо последнего (крайнего) мотального барабанчика на машине был установлен цилиндрический двухступенчатый наматывающий блок 5 с различными диаметрами D_1 и D_2 , позволяющими осуществлять разные линейные скорости сматывания нити с бобины 7.

Нить 6 (рисунок 3.3), сматываемая с бобины 7, проходит через шайбовый натяжной прибор 8, датчик 9 измерителя натяжения и наматывается на одну из цилиндрических поверхностей (диаметром D_1 или D_2) наматывающего блока 5.

Электропрерыватель, контрольно-чистительный прибор и крючок самоостанова при обрыве нити на мотальной машине на время эксперимента были отключены.

Шкивы 2 и 3 (рисунок 3.3) специально были изготовлены с диаметрами $D = 240$ мм и $d = 80$ мм, а наматывающий блок 5 – с диаметрами $D_1 = 51$ мм и $D_2 = 76$ мм. При скорости вращения электродвигателя 1 $n_{\text{дв}} = 1500$ оборотов в минуту указанные размеры диаметров давали возможность получать две скорости наматывания нити, и соответственно, сматывания её с бобины:

$$v_1 = n_{\text{дв}} \frac{d}{D} \pi D_1 = 1500 \frac{80}{240} \cdot 3,14 \cdot 0,051 \approx 80 \text{ м/мин},$$

и

$$v_2 = n_{\text{дв}} \frac{d}{D} \pi D_2 = 1500 \frac{80}{240} \cdot 3,14 \cdot 0,076 \approx 120 \text{ м/мин}.$$

Эксперимент проводился на двух уровнях факторов (-1 и +1), указанных в таблице 3.6. В виду незначительного в каждом опыте времени наматывания нити диаметры намотки блока 5 оставались практически неизменными и равными D_1 или D_2 . Перед очередным опытом намотанные отрезки нити с блока 5 удалялись.

Для создания заданной скорости сматывания нити с бобины одновременно со сменой в эксперименте диаметра наматывающего блока 5 всю линию заправки нити вместе с бобиной 7 (рисунок 3.3) перемещали вправо или влево так, чтобы наматывание осуществлялось на соответствующую ступень блока 5 перпендикулярно ее середине.

Измерение натяжения движущейся нити в зоне 9 (рисунок 3.3) производилось с помощью цифрового переносного прибора МТ311 предприятия-изготовителя ЗАО «Метротекс». Основные показатели технической характеристики прибора составили: диапазон измерения натяжения 0 - 500 сН, разрешающая способность 1 сН, диапазон скоростей движения нити 0 – 1200 м/мин, погрешность измерения 2 %.

Практика использования данного прибора показывает, что при наших измерениях усредненных значений натяжения нити он дает вполне удовлетворительные результаты. При необходимости записать текущие значения натяжения дви-

жущейся нити нами предложено электротензометрическое устройство [45], защищенное патентом РФ на полезную модель № 64637 (см. Приложение Б).

Матрицы планирования эксперимента, результаты опытов и их первичная математическая обработка приведены в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7. Хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 18,5 текс для Марли

Номер опыта j	Кодированные значения факторов			Повторные опыты Y_{ju} , сН		\bar{y}_j , сН	$s_j^2 \{y\}$, сН ²	y_{Rj} , сН
	x_1	x_2	x_3	1	2			
1	–	–	–	6	8	7,0	2,00	7,75
2	+	–	–	10	9	9,5	0,50	8,75
3	–	+	–	17	18	17,5	0,50	18,25
4	+	+	–	9	10	9,5	0,50	8,75
5	–	–	+	11	13	12,0	2,00	12,75
6	+	–	+	19	19	19,0	0,00	18,25
7	–	+	+	14	13	13,5	0,50	14,25
8	+	+	+	20	16	18,0	8,00	17,25
Σ						106,0	14,00	

Таблица 3.8. Хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 42 текс для Бязи

Номер опыта j	Кодированные значения факторов			Повторные опыты Y_{ju} , сН		\bar{y}_j , сН	$s_j^2 \{y\}$, сН ²	y_{Rj} , сН
	x_1	x_2	x_3	1	2			
1	–	–	–	14	12	13,0	2,00	14,00
2	+	–	–	16	14	15,0	2,00	15,25
3	–	+	–	24	22	23,0	2,00	22,75
4	+	+	–	14	16	15,0	2,00	14,00
5	–	–	+	18	18	18,0	0,00	17,75
6	+	–	+	23	25	24,0	2,00	23,00
7	–	+	+	21	23	22,0	2,00	23,00
8	+	+	+	26	24	25,0	2,00	25,25
Σ						155,0	14,00	

3.3.2. Регрессионные математические модели для натяжения нити

Полученные в результате эксперимента данные таблиц 3.7 и 3.8 подвергались математической обработке [43] с целью получения математических моделей для натяжения нити при осевом сматывании с бобины. Предварительно определяли указанные в табл. 3.7 и 3.8 средние значения $\bar{y}_j = \frac{1}{2} \sum_{u=1}^2 y_{ju}$ и построчные дис-

персии $s_j^2\{y\} = \frac{1}{2-1} \sum_{u=1}^2 (Y_{ju} - \bar{y}_j)^2$ выходного параметра.

Воспроизводимость эксперимента проверялась с помощью критерия Кохрена [43] по повторным опытам в строках матрицы планирования. Для этого определя-

ли расчетные значения критерия $G_R = s^2\{y\} \max / \sum_{j=1}^N s_j^2\{y\}$ соответственно при

подготовке основ для ткани марля и бязь: $G_{R_1} = 8/14 = 0,571$ и $G_{R_2} = 2/14 = 0,142$.

Здесь $s^2\{y\} \max$ максимальная из выборочных дисперсий (табл. 3.7 и 3.8). Таб-

личное значение критерия Кохрена $G_T\{P_\alpha = 0,95; N = 8; k = m' - 1 =$

$2 - 1 = 1\} = 0,680$. Поскольку в обоих случаях (таблицы 3.7 и 3.8) $G_R < G_T$, экспе-

римент воспроизводим. Соответствующие дисперсии воспроизводимости будут:

$$s_1^2\{y\} = s_2^2\{y\} = s^2\{y\} = 14/8 = 1,75 \text{ сН}^2.$$

Математическая модель для данного факторного эксперимента имеет вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3, \quad (3.13)$$

где факторы имеют кодированные значения $(-1 \leq x_i \leq +1, i = 1, 2, 3)$.

Используя уровни факторов в опытах таблиц 3.7 и 3.8, по формулам [43] получаем значения коэффициентов при получении основ:

- для ткани марля: $b_0 = 13,250$; $b_1 = \underline{0,750}$; $b_2 = 1,375$; $b_3 = 2,375$;

$$b_{12} = -1,625; b_{13} = 2,125; b_{23} = -1,250; b_{123} = 1,000; \quad (3.14)$$

- для ткани бязь: $b_0 = 19,375$; $b_1 = \underline{0,375}$; $b_2 = 1,875$; $b_3 = 2,875$;

$$b_{12} = -1,625; b_{13} = 1,875; b_{23} = \underline{-0,625}; b_{123} = 0,875. \quad (3.15)$$

Поскольку дисперсии воспроизводимости эксперимента в обоих случаях равны между собой, дисперсии коэффициентов регрессии тоже будут одинаковы: $s_1^2 \{b\} = s_2^2 \{b\} = s^2 \{b\} = s^2 \{y\} / (Nm') = 1,75 / (8 \cdot 2) = 0,1094$. Отсюда $s \{b\} = 0,3307$.

Расчетные значения критерия Стьюдента $t_{R_i} = |b_i| / s \{b\}$ для коэффициентов регрессии будут:

- в эксперименте таблицы 3.7:

$$t_{R_0} = 40,066; \quad t_{R_1} = \underline{2,268}; \quad t_{R_2} = 4,158; \quad t_{R_3} = 7,182; \quad t_{R_{12}} = 4,914; \quad t_{R_{13}} = 6,426; \\ t_{R_{23}} = 3,780; \quad t_{R_{123}} = 3,024;$$

- в эксперименте таблицы 3.8:

$$t_{R_0} = 58,588; \quad t_{R_1} = \underline{1,134}; \quad t_{R_2} = 5,670; \quad t_{R_3} = 8,694; \quad t_{R_{12}} = 4,914; \quad t_{R_{13}} = 5,670; \\ t_{R_{23}} = \underline{1,890}; \quad t_{R_{123}} = 2,646.$$

Табличное значение критерия Стьюдента [43] в обоих случаях равно $t_T \{P_\partial = 0,95, k = N(m' - 1) = 8(2 - 1) = 8\} = 2,306$. В первом случае $t_{R_1} < t_T$, а во втором случае $t_{R_1} < t_T$ и $t_{R_{23}} < t_T$. Следовательно для пряжи линейной плотности 18,5 текс в математической модели (3.13) коэффициент b_1 является незначимым. А при сматывании с бобины нити линейной плотности 42 текс незначимыми в математической модели (3.13) будут коэффициенты b_1 и b_{23} .

После исключения из (3.14) и (3.15) подчеркнутых незначимых коэффициентов в итоге получаем следующие математические модели:

- при сматывании нити линейной плотности 18,5 текс (для ткани Марля):

$$Y = 13,250 + 1,375x_2 + 2,375x_3 - 1,625x_1x_2 + 2,125x_1x_3 - 1,250x_2x_3 + x_1x_2x_3; \quad (3.16)$$

- при сматывании нити линейной плотности 42 текс (для ткани Бязь):

$$Y = 19,375 + 1,875x_2 + 2,875x_3 - 1,625x_1x_2 + 1,875x_1x_3 + 0,875x_1x_2x_3. \quad (3.17)$$

Рассчитанные по этим математическим моделям значения Y_{R_j} выходного параметра в опытах приведены в последних столбцах таблиц 3.7 и 3.8.

Для проверки адекватности математических моделей (3.16) и (3.17) предварительно рассчитывали соответствующие дисперсии адекватности по формуле:

$$s_{ad}^2 \{y\} = \frac{m'}{N-M} \sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - y_{R_j})^2, \quad (3.18)$$

где m' - число повторных опытов в строках матрицы планирования; M - число значимых коэффициентов математической модели.

При исходных данных таблиц 3.7 и 3.8 по формуле (3.18) получаем:

- для математической модели (3.16) $s_{ad}^2 \{y\} = 9,00 \text{ сН}^2$,

- для математической модели (3.17) $s_{ad}^2 \{y\} = 4,25 \text{ сН}^2$.

В первом случае (математическая модель (3.16)) расчетное значение критерия Фишера $F_R = s_{ad}^2 \{y\} / s^2 \{y\} = 9,00 / 1,75 = 5,142$. Табличное значение [43] критерия Фишера $F_T \{P_0 = 0,95, k_{ad} = N - M = 8 - 7 = 1, k = N(m' - 1) = 8(2 - 1) = 8\} = 5,320$.

Во втором случае (математическая модель (3.17)) получено: $F_R = 4,25 / 1,75 = 2,428$ и $F_T \{P_0 = 0,95, k_{ad} = N - M = 8 - 6 = 2, k = N(m' - 1) = 8(2 - 1) = 8\} = 4,460$.

Поскольку в обоих случаях $F_R < F_T$, гипотеза об адекватности регрессионных математических моделей (3.16) и (3.17) не отвергается.

Заметим, что с использованием таблицы 3.6 и выражений [43]:

$$X_i = X_{oi} + x_i J_i, \quad i = 1, 2, 3, \quad (3.19)$$

где X_{oi} - основной (нулевой) уровень i -го фактора, математические модели (3.16) и (3.17) могут быть записаны в натуральных значениях факторов.

3.3.3. Анализ математических моделей и создание необходимого натяжения нити

Скорость процесса подготовки основ для исследуемых артикулов тканей (фактор X_1) указана в таблице 3.5. Согласно таблице 3.6 и выражению (3.19) в кодированном виде это составит:

$$\text{- для ткани Марля: } x_1 = (X_1 - X_{o1})/J_1 = (95 - 100)/20 = -0,25;$$

$$\text{- для ткани Бязь: } x_1 = (75 - 100)/20 = -1,25.$$

Чтобы не выйти за пределы области эксперимента примем здесь $x_1 = -1$.

При полученных фиксированных скоростях процесса на сновально-шлихтовальном агрегате уравнения (3.16) и (3.17) примут вид:

- при сматывании нити линейной плотности 18,5 текс (для ткани Марля):

$$Y = 13,250 + 1,781x_2 + 1,844x_3 - 1,500x_2x_3; \quad (3.20)$$

- при сматывании нити линейной плотности 42 текс (для ткани Бязь):

$$Y = 19,375 + 3,500x_2 + x_3 - 0,875x_2x_3. \quad (3.21)$$

Для наглядного изображения зависимостей (3.20) и (3.21) проводилось их каноническое преобразование. В соответствии с общей методикой [44] определяем координаты центра семейства кривых по следующим формулам:

$$x_{2c} = \frac{b_3 \cdot b_{23} - 2b_2 \cdot b_{33}}{\Delta}, \quad x_{3c} = \frac{b_2 \cdot b_{23} - 2b_3 \cdot b_{22}}{\Delta}, \quad (3.22)$$

где дискриминант

$$\Delta = 4b_{22} \cdot b_{33} - b_{23}^2. \quad (3.23)$$

В уравнении (3.20) $b_2 = 1,781$, $b_3 = 1,844$, $b_{23} = -1,500$, $b_{22} = b_{33} = 0$ и вычисления дают:

$$\Delta = -2,25, \quad x_{2c} = (-1,844 \cdot 1,5 - 2 \cdot 1,781 \cdot 0)/(-2,25) = 1,229$$

$$x_{3c} = (-1,781 \cdot 1,5 - 2 \cdot 1,844 \cdot 0)/(-2,25) = 1,187.$$

В уравнении (3.21) $b_2 = 3,500$, $b_3 = 1$, $b_{23} = -0,875$, $b_{22} = b_{33} = 0$ и аналогично предыдущему находим:

$$\Delta = -0,766, \quad x_{2c} = (-1 \cdot 0,875 - 2 \cdot 3,5 \cdot 0)/(-0,766) = 1,143.$$

$$x_{3c} = (-3,5 \cdot 0,875 - 2 \cdot 1 \cdot 0) / (-0,766) = 4,000.$$

Поскольку в обоих случаях дискриминант $\Delta < 0$, семейство контурных кривых для уравнений (3.20) и (3.21) представляют собой гиперболы. Величины выходного параметра в центре новой системы координат $x'_2 O' x'_3$ соответственно будут:

$$Y_c = 13,25 + 1,781 \cdot 1,229 + 1,844 \cdot 1,187 - 1,5 \cdot 1,229 \cdot 1,187 = 15,44 \text{ сН},$$

$$Y_c = 19,375 + 3,5 \cdot 1,143 + 4,000 - 0,875 \cdot 1,143 \cdot 4,000 = 23,375 \text{ сН},$$

После параллельного переноса осей координат в новый центр получаем уравнения вида:

- для математической модели (3.20):

$$Y - 15,44 = -1,5 x'_2 x'_3, \quad (3.24)$$

где

$$x'_2 = x_2 - 1,229, \quad x'_3 = x_3 - 1,187; \quad (3.25)$$

- для математической модели (3.21):

$$Y - 23,375 = -0,875 x'_2 x'_3, \quad (3.26)$$

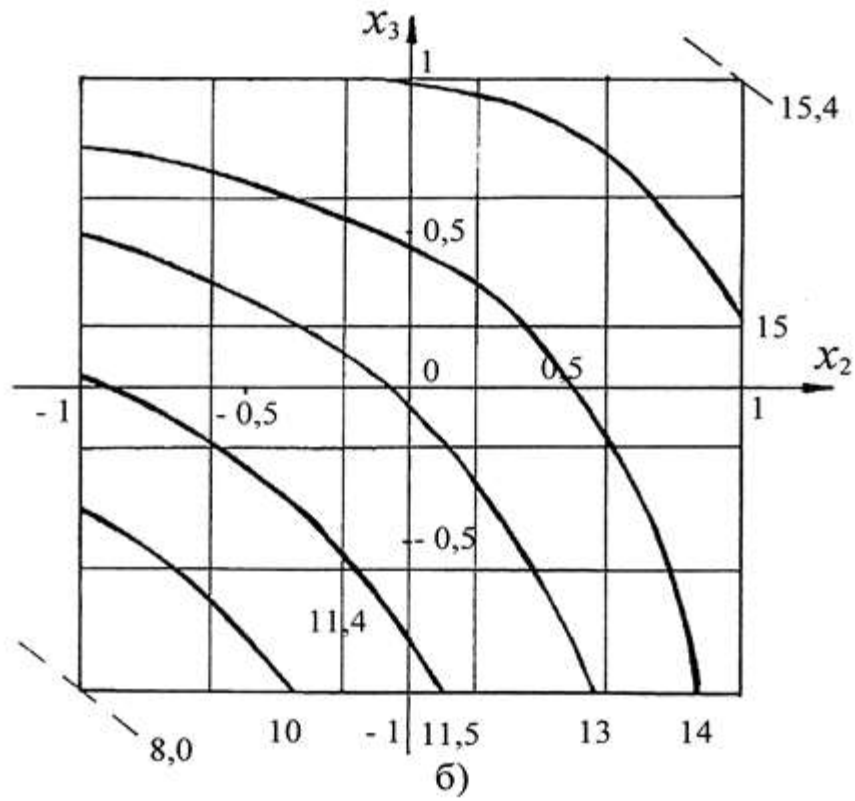
где

$$x'_2 = x_2 - 1,143, \quad x'_3 = x_3 - 4,00. \quad (3.27)$$

На рисунке 3.4 а, б показаны контурные кривые натяжения нити, построенные соответственно по уравнениям (3.24), (3.25) и (3.26), (3.27).

Из этих рисунков видно, что характер изменения графиков для обоих видов пряжи одинаков. Как и следовало ожидать, с увеличением шайбовой нагрузки (фактора x_3) в натяжном приборе, натяжение нити, сматывающейся с бобины, возрастает. Однако, при любом неизменном весе грузовых шайб это натяжение не остается постоянным в процессе сматывания. С уменьшением диаметра бобины (фактора x_2) натяжение нити уменьшается, что, по-видимому, объясняется возрастанием крутизны баллона (вследствие увеличивающейся угловой скорости вращения нити в баллоне) и соответствующим снижением силы трения нити о боковую поверхность и торец цилиндрической бобины.

a)



б)

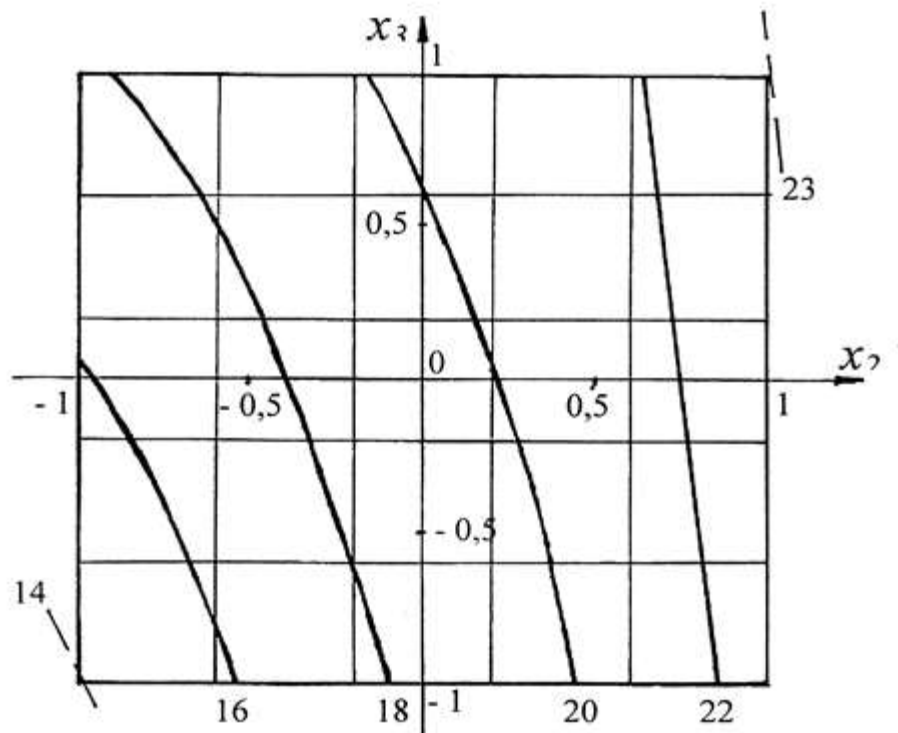


Рисунок 3.4. Контурные кривые натяжения нити при осевом сматывании с бобины для пряжи линейной плотности 18,5 текс (а) и 42 текс (б)

При сновании натяжение нитей обычно принимают в пределах 3-5 % от разрывной нагрузки [34], которая для нитей исследуемых линейных плотностей с пневмомеханических прядильных машин составляет около 10 сН/текс [10]. В соответствии с этими рекомендациями натяжение нитей с бобин шпулярика перед сновальным валом (рисунок 2.2) в расчете на одну нить будет: при выработке марли ≈ 10 сН, а при выработке бязи ≈ 20 сН.

Поскольку натяжение нити зависит от текущего диаметра бобины, рекомендуемые его значения целесообразно устанавливать по среднему диаметру сматывания. Полагая $x_2 = 0$, что соответствует диаметру бобины $x_2 = 150$ мм (см. таблицу 3.6), уравнения регрессии (3.20) и (3.21) можно записать в виде:

- для нити линейной плотности 18,5 текс (ткань Марля):

$$Y = 13,250 + 1,844x_3, \quad (3.28)$$

- для нити линейной плотности 42 текс (ткань Бязь):

$$Y = 19,375 + x_3. \quad (3.29)$$

Из рисунке 3.4а следует, что для пряжи линейной плотности 18,5 текс наиболее близким к искомому значению в области эксперимента при $x_2 = 0$ является сечение поверхности отклика с натяжением $Y = 11,4$ сН. При этом из (3.28) находим $x_3 = (11,4 - 13,25)/1,844 = -1,00$, что соответствует весу шайб в натяжном приборе $X_3 = 9$ сН (см. таблицу 3.6).

Согласно рисунку 3.4б сечение поверхности отклика, соответствующее искомому ($Y = 20$ сН) натяжению пряжи линейной плотности 42 текс, пересекает в области эксперимента вертикальную ось $x_2 = 0$. Из (3.29) в этой точке находим: $x_3 = 20 - 19,375 = 0,625$, что по формуле (3.19) соответствует шайбовой нагрузке $X_3 = 18 + 0,625 \cdot 9 = 23,6$ сН.

Таким образом, с целью создания необходимого натяжения нитей, сматывающихся с бобин шпулярика сновально-шлихтовального агрегата, шайбовая нагрузка в натяжных приборах должна составлять при подготовке основ для ткани марля – 9 сН, а для ткани бязь – 23,6 сН.

3.4. Нормализация режима натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, путем применения специальной тормозной системы [48]

Условия сматывания нитей с бобин шпулярника и сновального вала существенно различаются между собой. Однако по условиям технологического процесса натяжение их у тянущего вала шлифовальной машины должно быть одинаковым и постоянным в процессе сматывания.

С целью поддержания величины натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, и его автоматического выравнивания в процессе шлифования, используем специальное тормозное устройство [4, с. 60].

В системе торможения сновального вала (рисунок 3.5) муфты 10 вала 2 с обеих сторон огибаются тормозными лентами 8. Одни концы лент пружинными динамометрами 7 и ремнями соединены с блочками 6, закрепленными на продольных валиках 5. Последние через конические шестерни Z_1 и Z_2 соединены с поперечным валиком 4 на котором закреплен рычаг 3, заканчивающийся роликом-шупом 11.

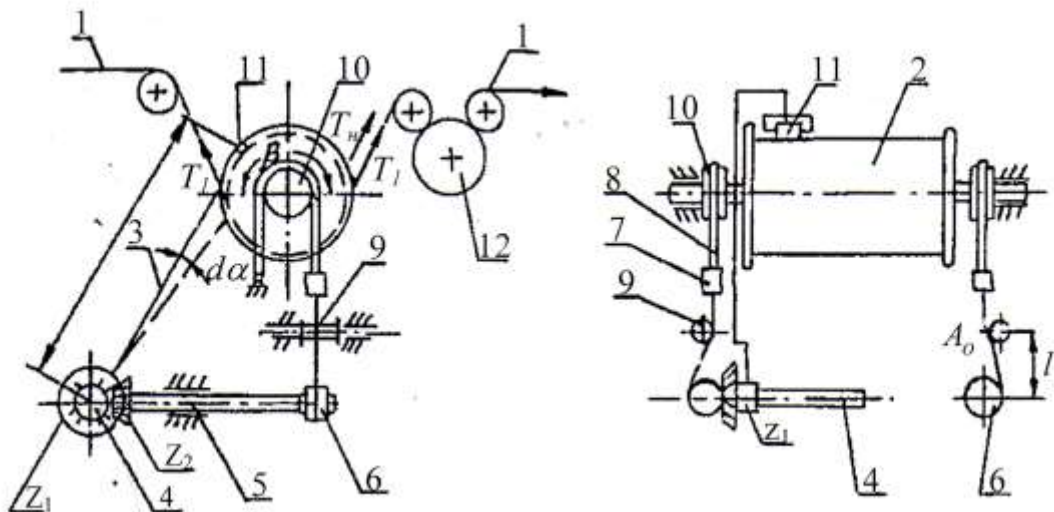


Рис. 3.5 Система торможения сновального вала

Данное устройство работает следующим образом.

Перед установкой сновального вала на стойку тормоз настраивается таким образом, чтобы при совмещении ролика-щупа 11 регулирующего рычага 3 со стволом сновального вала сила натяжения обоих пружинных динамометров была равна расчетному значению F_0 .

Перемещение регулирующего рычага 3 с роликом-щупом 11, прижимающимся к поверхности намотки, в процессе сматывания нитей 1 через конические шестерни Z_1 и Z_2 , валики 5, блочки 6, направляющие ролики 9 ослабляет пружины динамометров 7, что ведет к постепенному растормаживанию сновального вала. Вследствие этого натяжение основы перед шлихтовальной коробкой поддерживается постоянным.

Нити, сматывающиеся с бобин шпулярника, огибают сновальный вал (рисунок 3.5) под натяжением T_1 (в расчете на одиночную нить). Для того, чтобы нити этой части основы имели натяжение T_1 и на выходе сновального вала (перед тянущим валом 12), тормозное устройство настраивается так, чтобы натяжение T_n нитей, сматывающихся со сновального вала, было равно натяжению нитей, огибающих его, то есть $T_n = T_1$.

Таким образом, натяжение T_1 нитей сматывающихся с бобин, является исходным для расчета рассматриваемой тормозной системы. С целью сокращения затрат на изготовление профилей блочков 6 (рисунок 3.5), в конструкции тормоза предусматриваем применение шариковых или роликовых подшипников в опорах сновального вала. При этом согласно [4] профиль блочка вместо кулачка превращается в окружность радиуса r , величина которого рассчитывается по формуле:

$$r = T \cdot k_T / [2 \cdot R_{ш} \cdot C_n \cdot (e^{f\beta} - 1)], \quad (3.30)$$

где $T = m'_c \cdot T_n$ - суммарное натяжение нитей, сматывающихся со сновального вала, N (m'_c - число нитей на сновальном валу);

$k_T = Z_2 \cdot h / Z_1$ - конструктивный коэффициент, м;

h - длина регулирующего рычага (рис. 3.5), м;

$R_{ш}$ - радиус тормозного шкива, равный радиусу r_o ствола сновального вала, м;

C_n - коэффициент жесткости пружин динамометров, Н/м;

β - угол охвата тормозного шкива тормозной лентой, рад;

f - коэффициент трения между тормозной лентой и шкивом.

Согласно конструкции тормоза и рекомендациям [46] можно принять $Z_1/Z_2 = 2,5 \div 3$; $R_{ш} = 100 \div 120$ мм; $h = 600 \div 800$ мм; $C_n \leq 3000$ Н/м; $45 \leq r \leq 70$ мм.

Другие параметры настройки тормоза рассчитываются по следующим формулам [4]:

$$F_o = T \cdot r_o / [2 \cdot R_{ш} \cdot (e^{f\beta} - 1)], \quad (3.31)$$

$$l_o = F_o / C_n, \quad (3.32)$$

где F_o, l_o - соответственно сила и величина предварительного (перед началом сматывания) растяжения пружин динамометров.

Кроме указанных формул необходимо выполнить следующие условия [4]:

$$h \geq 2 \cdot (R - r_o), \quad 0 \leq \varphi \leq \frac{R - r_o}{k_T}, \quad (3.33)$$

где R - радиус полной намотки нитей на сновальном валу.

Основное назначение сновально-шлихтовальных агрегатов, как известно, заключается в сокращении или полной ликвидации процесса снования пряжи. Следовательно, можно предположить, что в нашем случае, наиболее благоприятным вариантом будет тот, где согласно расчету сопряженности паковок, на сновальном валу имеется меньшее число нитей m'_c (наибольшая величина $\delta_{сокр}$). В соответствии с этим из таблицы 2.5 принимаем для ткани марля арт. 6498 $m'_c = 510$, а для ткани бязь арт. 299 – $m'_c = 888$.

По приведенным формулам применительно к выбранным артикулам тканей рассчитываем радиусы r блочков и параметры F_o и l_o настройки тормозной системы.

1. Ткань марля арт. 6498.

В качестве исходных данным принимаем: $T = m'_c \cdot T_n = 510 \cdot 10 = 5100$ сН = 51,0 Н; $R = 0,38$ м; $R_{uu} = r_o = 0,12$ м; $\beta = \pi$ (3,14 рад); $f = 0,3$ [4]; $C_n = 500$ Н/м; $Z_1 / Z_2 = 3$.

Для выполнения первого условия (3.33) должно быть $h \geq 2 \cdot (0,38 - 0,12) = 0,52$ м. Принимаем $h = 0,65$ м; $k_T = Z_2 \cdot h / Z_1 = 0,65 / 3 = 0,217$ м. Согласно второму условию (3.33) $0 \leq \varphi \leq \frac{0,38 - 0,12}{0,217} = 1,2$ рад (69°).

По формулам (3.30) – (3.32) последовательно находим:

$$r = 51,0 \cdot 0,217 / \left[2 \cdot 0,12 \cdot 500 \cdot (e^{0,3\pi} - 1) \right] = 0,059 \text{ м} = 59 \text{ мм},$$

$$F_o = 51,0 \cdot 0,12 / \left[2 \cdot 0,12 \cdot (e^{0,3\pi} - 1) \right] = 16,4 \text{ Н},$$

$$l_o = 16,4 / 500 = 0,033 \text{ м} = 33 \text{ мм}.$$

2. Ткань бязь арт. 299.

Суммарное натяжение T нитей, сматывающихся со сновального вала при $m'_c = 888$ значительно больше, чем для марли арт. 6498: $T = m'_c \cdot T_n = 888 \cdot 20 = 177,6$ Н. Для удобства настройки тормоза при смене артикула ткани другие, необходимые для расчета параметры (R , $R_{uu} = r_o$, f , Z_1 / Z_2 , h и φ) оставляем неизменными.

Если принять коэффициент жесткости пружины по величине таким же, как и в случае марли ($C_n = 500$ Н/м), то при расчете по формуле (3.30) радиус r блочка будет равен 204 мм. Блочок с таким радиусом не вписывается в конструкцию тормозного устройства, так как его размеры выходят за указанные выше пределы.

Для удобства обслуживания тормоза принимаем здесь радиус блочка как и в случае марли $r = 59$ мм. Тогда по формуле, полученной из (3.30), находим коэффициент жесткости пружины:

$$C_n = \frac{T \cdot k_T}{2 \cdot R_{uu} \cdot r (e^{f\beta} - 1)} = \frac{177,6 \cdot 0,217}{2 \cdot 0,12 \cdot 0,059 (e^{0,3\pi} - 1)} = 1739,1 \approx 1740 \text{ Н/м}.$$

По формулам (3.31) и (3.32) аналогично случаю марли получаем:

$$F_o = 177,6 \cdot 0,12 / \left[2 \cdot 0,12 \cdot \left(e^{0,3\pi} - 1 \right) \right] = 56,9 \text{ Н},$$

$$l_o = 56,9 / 1740 = 0,033 \text{ м} = 33 \text{ мм}.$$

Предварительная настройка тормоза на заданную величину силы F_o осуществляется путем поворота блочка 6 относительно вала 5 (рисунок 3.5) на некоторый угол, после чего блочок крепиться к валу.

Предложенное тормозное устройство регулирует заданную величину натяжения нитей в стационарном режиме, когда скорость процесса равна рабочей скорости. При останове агрегата или при переходе его с рабочего на тихий ход в конструкции тормоза предусмотрено дополнительное торможения сновального вала, предотвращающее его забегание.

3.5. Технологические параметры сновально – шлихтовального агрегата

Ранее в подразделе 3.2 при подготовке основы для ткани бязь арт. 299 степень отжима пряжи, влажность пряжи после отжима, ее истинный приклей, влажность пряжи до и после шлихтования соответственно имели значения: $C_o = 90 \%$, $W_o = 90,7 \%$, $\Pi_u = 3,3 \%$, $W_m = 7 \%$ и $W_{шл} = 8 \%$. При подготовке основы к выработке марли арт. 6498 там же получено: $C_o = 90 \%$, $W_o = 94,3 \%$, $\Pi_u = 1,4 \%$, $W_m = 7 \%$ и $W_{шл} = 8 \%$. В качестве клеящего вещества принят картофельный крахмал.

Для выработки данных артикулов тканей определим видимый Π_e приклей пряжи, концентрацию C шлихты по сухому остатку, а также количества $G_{кл}$ клеящего вещества и $G_{шл}$ раствора шлихты, необходимые для шлихтования 1 тонны мягкой пряжи. С этой целью используем следующие формулы [4, 35]:

$$\Pi_e = \frac{\Pi_u (1 + 0,01W_{шл}) - W_m + W_{шл}}{1 + 0,01W_m}, \text{ \%}; \quad (3.34)$$

$$C = \frac{100 \Pi_u}{C_o}, \text{ \%}, \quad (3.35); \quad G_{кл} = \frac{1000 \Pi_u}{100 - W_{кл}}, \text{ кг}; \quad (3.36)$$

$$G_{шл} = 10 \cdot C_o, \text{ кг (л)}. \quad (3.37)$$

где $W_{кл}$ - влажность клеящего вещества (для картофельного крахмала $W_{кл} = 20\%$ [37]).

По этим формулам соответственно получаем:

- при подготовке основы для ткани бязь арт. 299:

$$P_v = \frac{3,3(1 + 0,01 \cdot 8) - 7 + 8}{1 + 0,01 \cdot 7} = 4,3\%,$$

$$C = \frac{100 \cdot 3,3}{90} = 3,7\%, \quad G_{кл} = \frac{100 \cdot 3,3}{100 - 20} = 41,25 \text{ кг},$$

$$G_{шл} = 10 \cdot 90 = 900 \text{ л (кг)};$$

- при подготовке основы для ткани марля арт. 6498:

$$P_v = \frac{1,4(1 + 0,01 \cdot 8) - 7 + 8}{1 + 0,01 \cdot 7} = 2,4\%,$$

$$C = \frac{100 \cdot 1,4}{90} = 1,6\%, \quad G_{кл} = \frac{100 \cdot 1,4}{100 - 20} = 17,50 \text{ кг},$$

$$G_{шл} = 10 \cdot 90 = 900 \text{ л (кг)};$$

Полученные здесь и в предыдущем разделе технологические параметры работы сновально-шлихтовального агрегата приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9. Технологическая карта сновально-шлихтовального агрегата для подготовки основ к выработке бязи арт. 299 и марли арт. 6498

Наименование параметров	Обозначение	Цифровое значение	
		Бязь арт. 299	Марля арт. 6498
1. Линейная скорость процесса, м/мин	v	75	95
2. Число нитей:			
- в основе,	m_o	1988	1098
- в шпулярнике агрегата,	m_c	1100	588
- на сновальном валу	m'_c	888	510
3. Линейная плотность пряжи, текс	T_o	42	20

Продолжение таблицы 3.9

Наименование параметров	Обозначение	Цифровое значение	
		Бязь арт. 299	Марля арт. 6498
4. Характеристика входящих паковок: Бобина БД-200 в шпулярнике агрегата:	—	—	—
- диаметр намотки, мм	$D_{\text{б}}$	250	250
- диаметр патрона, мм	$d_{\text{б}}$	56	56
- плотность намотки, г/см ³	$\gamma_{\text{б}}$	0,41	0,41
- сопряженная длина нити, м	$L_{\text{бс}}^a$	41086	90000
Сновальный вал:			
- диаметр намотки, мм	$D_{\text{в}}$	780	780
- диаметр ствола, мм	$d_{\text{в}}$	240	240
- рассадка фланцев, мм	$H_{\text{в}}$	1400	1400
- плотность намотки, г/см ³	$\gamma_{\text{в}}$	0,50	0,50
- сопряженная длина нитей, м	$L_{\text{вс}}$	8135	29707
5. Характеристика выходящей паковки (ткацкого навоя):			
- диаметр намотки, мм	$D_{\text{н}}$	520	570
- диаметр ствола, мм	$d_{\text{н}}$	100	150
- рассадка фланцев, мм	$H_{\text{н}}$	1000	1070
- плотность намотки, г/см ³	$\gamma_{\text{н}}$	0,48	0,51
- сопряженная длина нитей, м	$L_{\text{н}}$	1174	6000
6. Настройка тормозной системы сновального вала:			
- радиус блочка, мм	r	59	59
- коэффициент жесткости пружин динамометров, Н/м	$C_{\text{н}}$	1740	500
- величина предварительного растяжения пружин, мм	l_0	33	33
- сила предварительного растяжения пружин, Н	F_0	56,9	16,4
7. Натяжение нитей, сматывающихся с бобин, перед сновальным валом, сН/нить	$T_1 = T_{\text{н}}$	20	10
- вес грузовых шайб в натяжных приборах, сН	$Q_{\text{ш}}$	23,6	9

Продолжение таблицы 3.9

Наименование параметров	Обозначение	Цифровое значение	
		Бязь арт. 299	Марля арт. 6498
8. Натяжение пряжи по зонам заправки сновально-шлихтовального агрегата, % от разрывной нагрузки [37, 59]: - от второй пары отжимных валов до первого сушильного барабана - зона сушки и ценовое поле - от выпускного вала до ткацкого навоя	T_2	5...7	5...7
	T_3	8...10	8...10
	T_4	18...20	18...20
9. Вытяжка пряжи на агрегате, %	$v_{шл}$	1,0...1,5	1,0...1,5
10. Клеящий материал	—	крахмал картофельный	
11. Температура шлихты в клеевой ванне, °С	$t_{шл}$	90	90
12. Вязкость шлихты в относительных единицах	$B_{шл}$	1,1...1,2	1,1...1,2
13. Влажность пряжи, %: - мягкой - шлихтованной	W_m	7,0	7,0
	$W_{шл}$	8,0	8,0
14. Приклей пряжи, % - истинный - видимый	P_u	3,3	1,4
	P_v	4,3	2,4
15. Степень отжима пряжи, %	C_o	90	90
16. Влажность пряжи после отжима, %	W_o	91	94
17. Концентрация шлихты по сухому остатку, %	C	3,7	1,6
18. Расход клеящего вещества на шлихтование 1 тонны мягкой пряжи, кг	$G_{кл}$	41,25	17,50
19. Количество раствора шлихты, необходимое для шлихтования 1000 кг мягкой пряжи, л	$G_{шл}$	900	900

Окончание таблицы 3.9

Наименование параметров	Обозначение	Цифровое значение	
		Бязь арт. 299	Марля арт. 6498
20. Количество сушильных барабанов	$n_{\bar{o}}$	11	5
21. Среднее избыточное давление пара в сушильных барабанах, 10^5 Па	P	2,5	3,0
22. Избыточное давление пара (10^5 Па) и температура поверхности сушильных барабанов ($^{\circ}$ С) в разных тепловых зонах:	–	–	–
- зона I	P_1 / t_{c1}	2,5/138	4,0/153
- зона II	P_2 / t_{c2}	3,5/148	2,0/133
- зона III	P_3 / t_{c3}	1,5/127	–
23. Количество ценовых прутков	$n_{\bar{y}}$	1	1
24. Давление воздуха в пневмокамере уплотняющего устройства, 10^5 Па	$P_{\text{упл}}$	2...2,5	2...2,5
25. Температурно-влажностные условия в цехе:			
- температура (зимой/летом), $^{\circ}$ С	$t_{\bar{в}}$	20-23/23-25	
- влажность воздуха, %	$W_{\bar{в}}$	65...70	

Примечания:

1. Параметры пунктов 2, 4, 5 этой таблицы соответствуют второму способу расчета сопряженности паковок (см. таблицу 2.5) с вариантом 2 для ткани бязь и вариантом 1 для ткани марля, процент сокращения процесса снования в которых наибольший ($\delta_{\text{сокр}} = 55,3$ и $53,5$ % соответственно при выработке ткани бязь и марля).

2. Относительная разрывная нагрузка мягкой (нешлихтованной) пряжи в пункте 8 составляет 10 сН/текс [33].

3. Распределение давления пара по группам сушильных барабанов принято согласно рекомендациям [37] из условия получения лучшего качества приклея.

В заключение получим необходимые рецепты шлихты.

Для этого, используя формулу [35, 37]:

$$K = \frac{1000 C}{100 - W_{кл}}, \text{ кг}, \quad (3.21)$$

найдем закладку K клеящего вещества (картофельного крахмала) на приготовление 1000 л шлихты:

- при подготовке основы для ткани бязь арт. 299:

$$K = \frac{1000 \cdot 3,7}{100 - 20} = 46,25 \text{ кг};$$

- при подготовке основы для ткани марля арт. 6498:

$$K = \frac{1000 \cdot 1,6}{100 - 20} = 20,00 \text{ кг}.$$

Согласно [33, 35] для данного вида пряжи и ее линейной плотности в составе шлихты принимаем хлорамин (расщепитель) в количестве 0,20 % от закладки клеящего вещества и хлопковое масло (пластификатор) с концентрацией в шлихте 0,2 г/л. С учетом этого искомые рецепты шлихты будут:

	Бязь арт. 299	Марля арт. 6498
Крахмал картофельный, кг	46,25	20,00
Хлорамин, г	92,5	40,0
Хлопковое масло, г	200	200
Объем готовой шлихты, л	1000	1000

В случае замены в водном растворе шлихты одного клеящего вещества другим должен быть изменен и истинный приклей пряжи. Составление рецепта шлихты при этом осуществляется по методике [37,47].

3.6. Выводы

1. С использованием экспериментальной номограммы впервые получены расчетные формулы для определения скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате. Показано, что испарительная способность сушильного аппарата в большей мере зависит от давления пара в су-

шильных барабанах и линейной плотности шлихтуемой пряжи и в меньшей степени – от числа нитей в основе.

2. Скорость сматывания нитей с бобин шпулярика сновально-шлихтовального агрегата в 6-8 раз меньше скорости процесса партионного снования. На специальном экспериментальном стенде, имитирующем осевое сматывание нитей с бобин шпулярика сновально-шлихтовального агрегата, получены для исследуемых видов пряжи адекватные математические модели для натяжения нитей в зависимости от величины шайбовой нагрузки в натяжном приборе, текущего диаметра бобины и скорости сматывания.

3. Анализ математических моделей и сечений поверхности отклика показывает, что:

- как и следовало ожидать, с увеличением веса грузовых шайб в натяжном приборе натяжение нити, сматывающейся с бобины, возрастает;

- с уменьшением диаметра бобины натяжение нити уменьшается, что можно объяснить возрастанием крутизны баллона (из-за увеличивающейся угловой скорости вращения нити в баллоне) и соответствующим снижением сил трения нити о боковую поверхность и торец цилиндрической бобины.

4. Математические модели процесса сматывания нити с бобины позволяют установить величину шайбовой нагрузки в натяжном приборе шпулярика сновально-шлихтовального агрегата, необходимой для создания рекомендуемого натяжения нити, при заданной скорости процесса.

5. Для поддержания величины натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, и его автоматического выравнивания в процессе шлихтования предложено использовать на сновально-шлихтовальном агрегате специальное тормозное устройство. Оно позволяет сделать величину натяжения нитей сновального вала одинаковой с натяжением нитей, одновременно сматывающихся с бобин шпулярика.

6. При подготовке основ на сновально-шлихтовальном агрегате разработаны:
- методика расчета параметров настройки тормозной системы сновального вала;

- последовательность (алгоритм)е расчета технологических параметров процесса проклеивания пряжи шлихтой;
- рекомендации по распределению давления пара по группам сушильных барабанов с целью получения лучшего качества приклея пряжи.

7. Впервые предложена технологическая карта подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате и для исследуемых артикулов тканей (марля арт. 6498 и бязь арт. 299) составлены рецепты шлихты с учетом необходимой взаимной увязки величины истинного приклея пряжи, степени отжима и концентрации шлихты по сухому остатку.

4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНОГО АГРЕГАТА

Производительность сновально-шлихтовального агрегата связана с операциями его обслуживания, о чем было сказано в разделе 2. Одной из основных операций является смена сновального вала после его доработки. Она включает в себя связывание нитей очередного вала с концами нитей, сработанных с предыдущего вала.

С целью получения методики расчета производительности сновально-шлихтовального агрегата предварительно рассмотрим производительность узловязальной машины, обслуживающей сновально-шлихтовальный агрегат.

4.1 Расчет нормы производительности процесса связывания нитей на узло- вязальной машине при смене сновального вала

Согласно расчету в разделе 2 сопряженности паковок, наибольшее сокращение процесса снования происходит в вариантах с меньшим числом нитей на сновальном валу. С учетом этого из табл. 2.5 принимаем: для ткани бязь арт. 299 $m'_c = 888$, а для ткани марля арт. 6498 $m'_c = 510$ нитей.

По методике [33, 49] находим теоретическую производительность Π_m узло-вязальной машины марки УП-5 (валов/час) при скорости связывания 400 узлов в мин:

$$\Pi_m = 60 \cdot 400 / m'_c ; \quad (4.1)$$

бязь, арт. 299:

марля, арт. 6498:

$$\Pi_m = 60 \cdot 400 / 888 = 27,03 \text{ валов/ч,}$$

$$\Pi_m = 60 \cdot 400 / 510 = 47,06 \text{ валов/ч.}$$

Рассчитываем машинное время связывания одного сновального вала (с.):

$$T_m = 60 \cdot m'_c / 400 ; \quad (4.2)$$

$$T_m = 60 \cdot 888 / 400 = 133,20 \text{ с,}$$

$$T_m = 60 \cdot 510 / 400 = 76,50 \text{ с.}$$

Расчет вспомогательного неперекрываемого времени простоев по группе «а» приведен в таблице 4.1 [49].

Таблица 4.1. Расчет времени простоев по группе «а»

Рабочие приемы	Длительность приема, с		Число приемов на сновальный вал		Общее время, с	
	бязь	марля	бязь	марля	бязь	марля
1. Перевозка зажимов и тележки	120	120	1	1	120	120
2. Заправка новой основы	120	120	1	1	120	120
3. Заправка старой основы	120	120	1	1	120	120
4. Установка узловязальной каретки	30	30	1	1	30	30
5. Ликвидация заминов игл (на 1000 нитей)	20	20	888/1000=0,89	510/1000=0,51	17,80	10,2
6. Освобождение привязанной основы от зажимов	60	60	1	1	60	60
Итого T_a :					467,80	460,20

Коэффициент простоев по группе «а»:

$$K_a = \frac{T_m}{T_m + T_a}. \quad (4.3)$$

Для ткани бязь:

$$K_a = \frac{133,20}{133,20 + 467,80} = 0,222,$$

Для ткани марля:

$$K_a = \frac{76,50}{76,50 + 460,20} = 0,142.$$

Расчет неперекрываемого времени обслуживания рабочего места по группе «б» указан в таблице 4.2.

Коэффициент простоев по группе «б»:

$$K_b = (T_{см} - T_b) / T_{см}; \quad (4.4)$$

$$K_b = (28800 - 780) / 28800 = 0,973.$$

Таблица 4.2. Расчет времени простоев по группе «б»

Перерывы	Длительность приема, с.	Число приемов за смену	Общее время, с
Текущий ремонт	-	-	180
Чистка и смазка узловязальной машины	300	1	300
Уборка машины	300	1	300
Итого $T_{\text{б}}$:			780

Примечание. Все, указанные в таблице 4.2 перерывы, происходят во время работы сновально-шлихтовального агрегата. Время на личные надобности 600 с не влияет на производительность сновально-шлихтовального агрегата и узловязальной машины.

Таким образом,

$$K_{ПВ} = K_a \cdot K_{\text{б}}, \quad (4.5)$$

$$K_{ПВ} = 0,222 \cdot 0,973 = 0,216, \quad K_{ПВ} = 0,142 \cdot 0,973 = 0,138.$$

Рассчитываем фактическую норму Π производительности узловязальной машины:

$$\Pi = \Pi_m \cdot K_{ПВ}, \quad (4.6)$$

$$\Pi = 27,03 \cdot 0,216 = 5,838 \text{ валов/ч}, \quad \Pi = 47,06 \cdot 0,138 = 6,494 \text{ валов/ч}.$$

Время связывания нитей одного сновального вала будет:

$$t_c = \frac{60}{\Pi}, \text{ мин}; \quad (4.7)$$

$$60/5,838=10,28 \text{ мин}, \quad 60/6,494=9,24 \text{ мин}.$$

Для последующего анализа получим общую формулу расчета фактического времени t_c связывания m'_c нитей одного сновального вала.

Из таблицы 4.1 имеем:

$$T_a = 450 + (m'_c / 1000) \cdot 20 = 450 + 0,02m'_c, \text{ с}. \quad (4.8)$$

Согласно (4.3)

$$\frac{1}{K_a} = 1 + \frac{T_a}{T_m}. \quad (4.9)$$

После подстановки сюда выражений (4.2) и (4.8) получаем:

$$\frac{1}{K_a} = 1 + \frac{450 + 0,02m'_c}{60m'_c / 400} = \frac{1,133m'_c + 3000}{m'_c}.$$

Отсюда

$$K_a = \frac{m'_c}{1,133m'_c + 3000}. \quad (4.10)$$

Так как для узловязальной машины ранее получено $K_{\delta} = 0,973$,

$$КПВ = K_a \cdot K_{\delta} = \frac{0,973m'_c}{1,133 \cdot m'_c + 3000}. \quad (4.11)$$

С учетом (4.1) и (4.11) фактическая производительность узловязальной машины будет:

$$П = \frac{24000}{m'_c} \cdot \frac{0,973m'_c}{1,133m'_c + 3000} = \frac{23352}{1,133m'_c + 3000} \text{ валов/ч.} \quad (4.12)$$

Теперь находим:

$$t_c = \frac{60}{П} = \frac{60(1,133m'_c + 3000)}{23352} = 0,00291m'_c + 7,708, \text{ мин.}$$

Или

$$t_c = 0,1746m'_c + 462,48, \text{ с.} \quad (4.13)$$

4.2 Нормирование операций сновально-шлихтовального агрегата и расчет его производительности

Исходные данные для расчета нормы производительности и КПВ сновально-шлихтовального агрегата для выработки бязи арт. 299 и марли арт. 6498, полученные из предыдущих разделов, приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 Исходные данные для расчета производительности и КПВ сновально-шлихтовального агрегата

Параметры	Бязь арт. 299	Марля арт. 6498
Варианты	1	2
1. Линейная скорость процесса ν , м/мин	75	95
2. Скорость тихого хода $\nu_{тх}$, м/мин	4	4
3. Линейная плотность основной пряжи T_o , текс	42	20

Окончание таблицы 4.3

Параметры	Бязь арт. 299	Марля арт. 6498
Варианты	1	2
4. Число нитей в основе m_o	1988	1098
5. Число m'_c нитей на сновальном валу (в шпулярнике сновальной машины)	888	510
6. Число m_c нитей в шпулярнике агрегата	1100	588
7. Процент сокращения процесса снования $\delta_{сокр}$, %	55,3	53,5
8. Число сновальных валов в заправке	1	1
9. Количество n_b сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин на агрегате	5	3
10. Количество ткацких навоев n_n , получаемых из ставки бобин агрегата	35	15
11. Сопряженная длина L_{bc}^a нити на бобине шпулярника агрегата, м	41086	90000
12. Сопряженная длина L_{bc} нитей на сновальном валу, м	8135	29707
13. Сопряженная длина $L_{nc} = L_n$ нитей на ткацком навое, м	1174	6000
14. Сопряженная масса G_{bc}^a пряжи на бобине шпулярника агрегата, на сновальном валу G_{bc} и на ткацком навое G_{nc} соответственно, кг	1,725 302,7 96,7	1,800 302,4 130,4
15. Число обрывов $Ч_{ош}$ на 1 млн. м. одиночной нити в шпулярнике агрегата	2,5	3,0
16. Число «хомутов» $Ч'_x$ на 1 млн. м. одиночной нити	0,2	0,2
17. Число обрывов $Ч_{ом}$ на 1 млн. м. одиночной нити на шлихтовальной машине	0,2	0,2
18. Число работников n_p , обслуживающих сновально-шлихтовальный агрегат	2	2
19. Продолжительность рабочей смены $T_{см}$, мин	480	480

Примечания: 1. Параметры этой таблицы соответствуют второму способу расчета сопряженности паковок (таблица 2.5) с вариантом 2 для ткани бязь и вариантом 1 для ткани марля.

2. Данные по количеству обрывов $Ч_{ом}$ и $Ч_{ош}$ нитей на шлихтовальной машине и в шпулярнике агрегата, а также по числу «хомутов» $Ч'_x$ приняты из [10, 33].

Операции по обслуживанию сновально-шлихтовального агрегата и расчет по данным таблицы 4.3 времени его простоев по группе «а» представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4. Расчет времени простоев сновально-шлихтовального агрегата по группе «а»

Операции обслуживания	Длительность одного случая, с.		Число случаев, приходящихся на один ткацкий навой		Общее время на ткацкий навой, с	
	Бязь	Марля	Бязь	Марля	Бязь	Марля
1. Смена ставки бобин	9	9	$\frac{1100}{2 \cdot 35} = 15,71$	$\frac{588}{2 \cdot 15} = 19,60$	141,43	176,40
2. Установка сновального вала на стойку	30	30	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	4,29	6,00
3. Снятие сновального вала со стойки	25	25	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	3,57	5,00
4. Закрепление и выравнивание сновального вала	20	20	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	2,86	4,00
5. Останов машины и выключение пара	10	10	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	1,43	2,00
6. Включение и выключение системы торможения	30	30	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	4,29	6,00
7. Связывание концов нитей вновь заправленного сновального вала с остальными нитями	617,524	551,526	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	88,218	110,305
8. Подъем и опускание погружающего вала	20	20	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	2,86	4,00
9. Сброс и подача давления на отжимные валы	20	20	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	2,86	4,00

Окончание таблицы 4.4

Операции обслуживания	Длительность одного случая, с.		Число случаев, приходящихся на один ткацкий навой		Общее время на ткацкий навой, с	
	Бязь	Марля	Бязь	Марля	Бязь	Марля
10. Подъем и опускание отжимных валов	20	20	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	2,86	4,00
11. Съём наработанного ткацкого навоя	20	20	1	1	20	20
12. Заправка нового навоя	30	30	1	1	30	30
13. Пропускание узлов от сновального вала до ткацкого навоя (на тихом ходу)	525	378	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	75,00	75,60
14. Прокладывание ценового шнура и ценового прутка	30	30	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	4,29	6,00
15. Раскладывание нитей в рядке (на 1000 нитей)	250	250	$\frac{5 \cdot 888}{35 \cdot 1000} = 0,127$	$\frac{3 \cdot 510}{15 \cdot 1000} = 0,102$	31,71	25,50
16. Ликвидация обрывов нитей в шпулярнике агрегата	51,4	44,1	3,1967	10,4785	164,31	462,10
17. Срезание хомутов	25	25	0,206	0,606	5,15	15,15
18. Ликвидация обрыва основы на шлихтовальной машине агрегата	20	20	0,462	1,304	9,24	26,08
19. Включение пара и пуск машины	20	20	$\frac{5}{35} = 0,143$	$\frac{3}{15} = 0,200$	2,86	4,00
				Итого:	597,228 с 9,954 мин	986,135 с 16,435 мин

Пояснения к заполнению таблицы 4.4

1. Длительность одного случая операции обслуживания, кроме пунктов 7, 13 и 16, приняты по нормативам [10, 49].

2. Время связывания нитей одного сновального вала в пункте 7 рассчитывается по формуле (4.13) при соответствующем числе нитей m'_c , взятом из таблицы 4.3.

3. Расчет длительности одного случая пропускания узлов от сновального вала до ткацкого навоя (на тихом ходу) в пункте 13, производится следующим образом.

Исходим из того, что заправочная длина основы в машине без шлихтовальной стойки для подготовки основ к выработке бязи равна 35 м [10, с. 148], а заправочная длина в сушильном аппарате 18 м. Следовательно время t_{ny} на протаскивание узлов на тихом ходу (при 11 барабанах в сушилке) будет:
 $t_{ny} = 35 \cdot 60 / 4 = 525 \text{ с.}$

Учитывая, что для марли нами принято пять сушильных барабанов, длина нитей в заправке без шлихтовальной стойки будет $35 - 18 + 18 \cdot 5 / 11 = 25,2 \text{ м.}$ Следовательно для марли $t_{ny} = 25,2 \cdot 60 / 4 = 378 \text{ с.}$

4. Длительность одного случая ликвидации обрывов нитей в шпулярнике агрегата по пункту 16 таблицы 4.4 рассчитывается из следующих соображений.

Среднее время ликвидации обрыва нити в шпулярнике [50]

$$\bar{t} = t_0 + C \cdot \bar{i}, \quad (4.14)$$

где t_0 - постоянный коэффициент, с.; C - разница во времени ликвидации обрыва нити для двух соседних вертикальных рядов бобин, с.; \bar{i} - среднее значение номера вертикального ряда бобин шпулярника

$$i = 0,5 \frac{m_c}{2b} = \frac{m_c}{4b}; \quad (4.15)$$

b - число бобин в вертикальном ряду.

Для типового шпулярника Ш-616-2 $b = 7$, $m_c = 616$ и $\bar{t} = 44,5 \text{ с}$ [10, с.122]. В том же справочнике на с. 113 для прерывного снования $C = 0,4 \text{ с}$, и согласно (4.14) и (4.15) получаем:

$$44,5 = t_0 + 0,4 \cdot \left(\frac{616}{4 \cdot 7} \right) \cdot 0,5 = t_0 + 8,8.$$

Отсюда $t_0 = 35,7 \text{ с}$ и выражение (4.14) будет:

$$\bar{t} = 35,7 + 0,4\bar{i}. \quad (4.16)$$

Или с учетом (4.15) для любого значения m_c

$$\bar{t} = 35,7 + 0,1 \frac{m_c}{b}, \text{ с.} \quad (4.17)$$

По этой формуле при $b = 7$ и соответствующем значении m_c , взятом из табл. 4.3, находим в случае ткани бязь $\bar{t} = 51,4$ с., а для ткани марля $\bar{t} = 44,1$ с.

5. Число случаев, приходящихся на один ткацкий навой в пунктах 16, 17 и 18 таблицы 4.4, соответственно будет:

$$Ч_{инп} = \frac{n_в}{n_n} L_{вс} Ч_{ош} m_c \cdot 10^{-6}, \quad (4.18)$$

$$Ч_x = \frac{n_в}{n_n} L_{вс} \cdot Ч'_x m'_c \cdot 10^{-6}, \quad (4.19)$$

$$Ч_{шм} = \frac{n_в}{n_n} L_{вс} Ч_{ом} m_o \cdot 10^{-6}. \quad (4.20)$$

При подстановке сюда значений параметров из таблицы 4.3, получим:

- для ткани бязь: $Ч_{инп} = 3,1967$, $Ч_x = 0,206$, $Ч_{шм} = 0,462$;

- для ткани марля: $Ч_{инп} = 10,4785$, $Ч_x = 0,606$, $Ч_{шм} = 1,304$.

6. Цифра 2 в знаменателе выражения пункта 1 таблицы 4.4 означает число ставильщиц $n_{ст} = n_p$.

После расчета таблицы 4.4, по формуле

$$T_m = L_n / v \quad (4.21)$$

определяем машинное время наработки ткацкого навоя. По данным таблицы 4.3 для ткани бязь получаем $T_m = 1174/75 = 15,653$ мин, а для ткани марля $T_m = 6000/95 = 63,158$ мин.

Теперь по формуле (4.3) находим:

- для ткани бязь: $K_a = 15,653 / (15,653 + 9,954) = 0,611$;

- для ткани марля: $K_a = 63,158 / (63,158 + 16,435) = 0,793$.

Для расчета КПВ сновально-шлихтовального агрегата определяем время обслуживания рабочего места, заполняя таблицу 4.5 [10].

Таблица 4.5. Время обслуживания рабочего места

Наименование работ	Длительность случая, с	Число случаев за смену	Общее время	
			с.	мин.
1. Подготовка шлифовальной машины к пуску (после перерыва между сменами)	600	1/2	300	5,0
2. Мелкий ремонт и смазка шлифовальной машины	-	-	300	5,0
3. Чистка агрегата	1500	1/15	100	1,67
4. Уборка рабочего места	240	1	240	4
5. Время на личные надобности	-	-	600	10
Итого $T_{\bar{o}}$:			1540	25,67

По формуле (4.4) коэффициент простоев по группе «б» для обоих артикулов тканей будет:

$$K_{\bar{o}} = (480 - 25,67) / 480 = 0,946.$$

Коэффициент полезного времени сновально-шлифовального агрегата при подготовке основ к выработке бязи:

$$K_{ПВ} = K_a \cdot K_{\bar{o}} = 0,611 \cdot 0,946 = 0,578,$$

а при подготовке основ к выработке марли:

$$K_{ПВ} = K_a \cdot K_{\bar{o}} = 0,793 \cdot 0,946 = 0,750.$$

Фактическая производительность сновально-шлифовального агрегата в кг/ч определяется по формуле:

$$P_a = 60 \nu m_o T_o \cdot K_{ПВ} \cdot 10^{-6}. \quad (4.22)$$

По данным таблицы 4.3 получаем:

- при подготовке основ для ткани бязь:

$$P_a = 60 \cdot 75 \cdot 1988 \cdot 42 \cdot 0,578 \cdot 10^{-6} = 217,173 \text{ кг/ч};$$

- при подготовке основ для ткани марля:

$$P_a = 60 \cdot 95 \cdot 1098 \cdot 20 \cdot 0,750 \cdot 10^{-6} = 93,879 \text{ кг/ч}.$$

Эта же производительность, выраженная в навоях, наработанных за час, рассчитывается по формуле:

$$P'_a = P_a \cdot 10^6 / (L_{нс} T_o m_o) \quad (4.23)$$

Или, с учетом (4.22):

$$P'_a = 60 \nu \cdot КПВ / L_{нс} \cdot \quad (4.24)$$

В случае подготовки основ для ткани бязь по последней формуле $P'_a = 60 \cdot 75 \cdot 0,578 / 1174 = 2,215$ навоев в час, а при подготовке основ к выработке ткани марля $P'_a = 60 \cdot 95 \cdot 0,750 / 6000 = 0,712$ навоев в час. В первом случае это составит $P''_a = 2,215 \cdot 8 = 17,72$ навоев в смену, а во втором - $P''_a = 0,712 \cdot 8 = 5,696$ навоев в смену.

4.3 Вывод общей формулы для расчета производительности сновально-шлихтовального агрегата

Фактическая производительность сновально-шлихтовального агрегата (в навоях за смену) рассчитывается по формуле [10]:

$$P''_a = \frac{T_{см} - T_{б}}{T_{м} + T_a}, \quad (4.25)$$

где, как и ранее $T_{см}$ - длительность рабочей смены; $T_{б}$ - простои по группе «б», не зависящие от количества выработанной продукции; Машинное время $T_{м}$ наработки ткацкого навоя определяется по формуле (4.21).

Для расчета суммарного времени T_a простоев сновально-шлихтовального агрегата в таблице 4.6 указаны операции его обслуживания (из таблицы 4.4) и соответствующие формулы расчета общего времени каждой операции.

Таблица 4.6. Операции обслуживания и их нормирование на сновально-шлихтовальном агрегате

Операции обслуживания	Формулы для определения времени обслуживания в расчете на один ткацкий навой, с
1	2
1. Смена ставки бобин	$t'_1 = \frac{t_{сб} m_c}{n_{см} n_H}, t_{сб} - \text{время смены одной бобины.}$
2. Установка сновального вала на стойку	$t_2 = t_{yc} \frac{n_г}{n_H}, t_{yc} - \text{время установки сновального вала на стойку.}$
3. Снятие сновального вала со стойки	$t_3 = t_{cc} \frac{n_г}{n_H}, t_{cc} - \text{время снятия сновального вала со стойки.}$
4. Закрепление и выравнивание сновального вала	$t_4 = t_{zc} \frac{n_г}{n_H}, t_{zc} - \text{время закрепления и выравнивания сновального вала.}$
5. Останов машины и выключение пара	$t_5 = t_{ом} \frac{n_г}{n_H}, t_{ом} - \text{время одного останова машины и включения пара.}$
6. Включение и выключение системы торможения	$t_6 = t_{вм} \frac{n_г}{n_H}, t_{вм} - \text{время одного случая вкл. и выкл. системы торможения вала.}$
7. Связывание концов нитей вновь заправленного сновального вала с остальными нитями	$t_7 = t_c \cdot \frac{n_г}{n_H} = (0,1746 \cdot m'_c + 462,48) \cdot \frac{n_г}{n_H},$ <p>t_c - время связывания нитей одного вала (4.13).</p>
8. Подъем и опускание погружающего вала	$t_8 = t_{но} \cdot \frac{n_г}{n_H}, t_{но} - \text{время одного случая подъема и опускания погружающего вала.}$
9. Сброс и подача давления на отжимные валы	$t_9 = t_{сн} \frac{n_г}{n_H}, t_{сн} - \text{время одного случая сброса и подачи давления на отжимные валы.}$

Окончание таблицы 4.6

1	2
10. Подъем и опускание отжимных валов	$t_{10} = t_o \cdot \frac{n_g}{n_n}$, t_o - время подъема и опускания отжимных валов.
11. Съем наработанного ткацкого навоя	$t_{11} = t_{сн}$, $t_{сн}$ - время съема наработанного ткацкого навоя.
12. Заправка нового навоя	$t_{12} = t_{зн}$, $t_{зн}$ - время заправки ткацкого навоя.
13. Пропускание узлов от сновального вала до ткацкого навоя (на тихом ходу)	$t_{13} = t_{ny} \cdot \frac{n_g}{n_n}$, t_{ny} - время пропускания узлов от сновального вала до ткацкого навоя (на тихом ходу).
14. Прокладывание ценового шнура и ценового прутка	$t_{14} = t_{nc} \frac{n_g}{n_n}$, t_{nc} - время одного случая прокладывания ценов. шнура и ценов. прутка.
15. Раскладывание нитей в рядок	$t_{15} = \frac{m'_c n_g}{1000 n_n} t_{pp}$, t_{pp} - время раскладывания 1000 нитей в рядок.
16. Ликвидация обрывов нитей в шпулярнике агрегата	$t_{16} = \bar{t} \chi_{шп}$, \bar{t} - среднее время ликвидации обрыва нити в шпулярнике (4.17).
17. Срезание хомутов	$t_{17} = t_x \chi_x$, t_x - время одного случая срезания хомутов.
18. Ликвидация обрыва основы на шлихтовальной машине агрегата	$t_{18} = t_{ош} \chi_{шм}$, $t_{ош}$ - время ликвидации обрыва нити на шлихтовальной машине.
19. Включение пара и пуск машины	$t_{19} = t_{nm} \frac{n_g}{n_n}$, t_{nm} - время одного пуска машины и вкл. пара.

Примечания: 1. Величины $\chi_{шп}$, χ_x и $\chi_{шм}$ в пунктах 16, 17 и 18 таблицы 4.6 рассчитываются по формулам (4.18), (4.19) и (4.20);

2. В пункте 13 таблицы 4.6 согласно пункту 3 пояснений к таблице 4.4

$$t_{ny} = \frac{l_{ny} \cdot 60}{v_{m.x.}}, \text{ с,} \quad (4.26)$$

где l_{ny} - длина нитей от сновального вала до ткацкого навоя, равная 35 м при 11 барабанах в сушильном аппарате (ткань бязь) и 25,2 м – при 5 сушильных барабанах (ткань марля).

По данным таблицы 4.6 имеем:

$$\sum_{i=2}^6 t_i + \sum_{i=8}^{10} t_i + \sum_{i=13}^{14} t_i + t_{19} = T_1 \frac{n_g}{n_H}, \quad (4.27)$$

где T_1 - величина постоянная:

$$T_1 = t_{yc} + t_{cc} + t_{zc} + t_{om} + t_{em} + t_{no} + t_{cn} + t_o + t_{ny} + t_{ny} + t_{nm}. \quad (4.28)$$

Индекс i в (4.27) соответствует порядковым номерам операций обслуживания, указанным в таблицах 4.4. и 4.6. Поэтому согласно таблицы 4.4 длительности одного случая (с.) в выражении (4.28) будут: $t_{yc} = 30$, $t_{cc} = 25$, $t_{zc} = 20$, $t_{om} = 10$, $t_{em} = 30$, $t_{no} = t_{cn} = t_o = 20$, $t_{ny} = 30$ и $t_{nm} = 20$.

Следовательно величина

$$T_1 = 225 + t_{ny}, \text{ с}, \quad (4.29)$$

где t_{ny} рассчитывается по формуле (4.26). В п.13 таблицы 4.4. получено: в случае подготовки основ для ткани бязь $t_{ny} = 525$ с, а при подготовке основ для ткани марля $t_{ny} = 378$ с.

Из таблицы 4.6 общее время простоев сновально-шлихтовального агрегата по группе «а» будет:

$$\begin{aligned} T_a = & \frac{t_{cб} m_c}{n_{cm} \cdot n_H} + \left(0,1746 m'_c + 462,48 + T_1 + 10^{-3} t_{pp} m'_c \right) \frac{n_g}{n_H} + \\ & + t_{cH} + t_{зH} + \left(35,7 + 0,1 \frac{m_c}{b} \right) \frac{n_g}{n_H} L_{вс} \Psi_{ош} m_c \cdot 10^{-6} + \\ & t_x \cdot \frac{n_g}{n_H} L_{вс} \Psi'_x m'_c \cdot 10^{-6} + t_{ош} \cdot \frac{n_g}{n_H} L_{вс} \cdot \Psi_{ом} m_o \cdot 10^{-6}. \end{aligned} \quad (4.30)$$

В этом выражении очевидно, что

$$\frac{n_g}{n_H} L_{вс} = L_H. \quad (4.31)$$

Отсюда с учетом (2.18) при $T_{ов} \cong T_{ош}$ получаем:

$$\frac{n_g}{n_H} = \frac{L_H}{L_{вс}} = \frac{G_H m'_c}{G_{вс} m_o} = \frac{m'_c}{m_o K_{1с}}, \quad (4.32)$$

где по аналогии с (2.20)

$$K_{1c} = \frac{G_{\delta c}}{G_H}. \quad (4.33)$$

По тем же формулам (2.18) при $T_{об} \cong T_{он}$ в первом слагаемом выражения (4.30)

$$n_H = \frac{L_{\delta c}}{L_H} = \frac{G_{\delta c}^a m_o}{G_H} = K_c m_o, \quad (4.34)$$

где по аналогии с (2.20)

$$K_c = \frac{G_{\delta c}^a}{G_H}. \quad (4.35)$$

Принимая во внимание (4.31), (4.32) и (4.34), выражение (4.30) можно записать в виде:

$$\begin{aligned} T_a = & \frac{t_{c\delta} m_c}{n_{cm} K_c m_o} + \left(0,1746 m'_c + 462,48 + T_1 + 10^{-3} t_{pp} m'_c \right) \cdot \\ & \cdot \frac{m'_c}{m_o K_{1c}} + t_{ch} + t_{3H} + \left(35,7 + 0,1 \frac{m_c}{b} \right) L_H \Psi_{ош} m_c 10^{-6} + \\ & t_x L_H \Psi'_x m'_c \cdot 10^{-6} + t_{ош} L_H \Psi_{ош} m_o 10^{-6}. \end{aligned} \quad (4.36)$$

Или:

$$T_a = A_1 m_c + A_2 m_c^2 + A_3 m'_c + A_4 m_c'^2 + A_5, \quad (4.37)$$

где

$$A_1 = \frac{t_{c\delta}}{n_{cm} K_c m_o} + 35,7 \cdot 10^{-6} L_H \Psi_{ош}, \quad (4.38)$$

$$A_2 = \frac{0,1}{b} L_H \Psi_{ош} \cdot 10^{-6}, \quad (4.39)$$

$$A_3 = \frac{T_1 + 462,48}{K_{1c} m_o} + L_H \Psi'_x t_x \cdot 10^{-6}, \quad (4.40)$$

$$A_4 = \frac{0,1746 + 10^{-3} t_{pp}}{K_{1c} m_o}, \quad (4.41)$$

$$A_5 = L_H \Psi_{ош} t_{ош} m_o \cdot 10^{-6} + t_{ch} + t_{3H}. \quad (4.42)$$

Таким образом, фактическая производительность сновально-шлихтовального агрегата в ткацких навоях, наработанных за смену, рассчитывается по формуле (4.25), знаменатель которой с учетом выражения (4.37) будет:

$$T_a + T_m = A_1 m_c + A_2 m_c^2 + A_3 m'_c + A_4 m'_c{}^2 + A_5 + \frac{L_H}{v} \cdot 60, \text{ с}, \quad (4.43)$$

где скорость v выражена в м/мин.

В числителе формулы (4.25) $T_{cm} = 8 \cdot 60 = 480$ мин = $480 \cdot 60 = 28800$ с, а из табл. 4.5 $T_{\sigma} = 25,67$ мин = 1540 с.

Для выбранных нами артикулов тканей по исходным данным таблицы 4.3 и формулам (4.33), (4.35) получаем:

- при подготовке основы для ткани бязь:

$$K_{Ic} = 302,8/96,7 = 3,131334, \quad K_c = 1,725/96,7 = 0,0178386;$$

- при подготовке основы для ткани марля:

$$K_{Ic} = 302,3/130,4 = 2,318251, \quad K_c = 1,800/130,4 = 0,0138036.$$

При этих и других исходных данных, указанных в таблицах 4.3, 4.4 и 4.6, по формулам (4.38) – (4.42) рассчитаны коэффициенты, представленные в таблице 4.7.

Таблица 4.7. Значения коэффициентов (с.) математических моделей (4.37) и (4.43)

A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
Подготовка основы для ткани бязь арт. 299				
0,2316713	$0,41928 \cdot 10^{-4}$	0,2006430	$0,6821 \cdot 10^{-4}$	59,336
Подготовка основы для ткани марля арт. 6498				
0,9395035	$2,57142 \cdot 10^{-4}$	0,4485838	$1,66808 \cdot 10^{-4}$	76,352

Теперь для условий таблицы 4.3 по формулам (4.43) и (4.25) соответственно находим:

- при подготовке основы для ткани бязь:

$$T_a + T_m = 0,2316713 \cdot 1100 + 0,41928 \cdot 10^{-4} \cdot 1100^2 + 0,2006430 \cdot 888 +$$

$$+ 0,6821 \cdot 10^{-4} \cdot 888^2 + 59,336 + \frac{1174}{75} \cdot 60 = 596,865 + 939,2 = 1536,06 \text{ с,}$$

$$P_a'' = (28800 - 1540) / 1536,06 = 17,75 \text{ навоев в смену;}$$

- при подготовке основы для ткани марля:

$$T_a + T_m = 0,9395035 \cdot 588 + 2,57142 \cdot 10^{-4} \cdot 588^2 + 0,4485838 \cdot 510 + 1,66808 \cdot 10^{-4} \cdot 510^2 + 76,352 + \frac{6000}{95} \cdot 60 = 989,950 + 3789,474 = 4779,42 \text{ с,}$$

$$P_a'' = (28800 - 1540) / 4779,42 = 5,704 \text{ навоя в смену.}$$

Согласно обычной методике для этих вариантов в подразделе 4.2 было получено: в случае бязи $P_a'' = 17,72$ навоев в смену, а при подготовке основы для ткани марля $P_a'' = 5,696$ навоя в смену. Сравнение показывает, что результаты расчетов производительности сновально-шлихтовального агрегата с использованием общей формулы (4.43) и по обычной методике практически совпадают. Относительная погрешность между ними не превышает 0,2 %, что объясняется округлениями при вычислениях.

Изложенный здесь материал опубликован нами в журнале [51] и в сборнике международной научно-технической конференции [52].

4.4 Определение оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате [53]

Анализ расчетных формул таблицы 4.6 показывает, что с увеличением ставки m_c бобин на сновально-шлихтовальном агрегате при подготовке основ к выработке заданного артикула ткани возрастает время на ликвидацию обрывов нитей в шпулярнике и на смену ставки бобин. Однако при этом снижаются затраты времени на связывание m'_c нитей при смене сновального вала и раскладывание нитей в рядке шлихтовальной машины. Эти, взаимно противоположные факторы, оказывают влияние на производительность сновально-шлихтовального агрегата,

которая, как показывают расчеты, при определенных условиях и соотношении числа нитей m_c и m'_c будет иметь наибольшее значение.

При неизменном числе m_o нитей на ткацком навое от величины m_c зависит число m'_c нитей и их длина на сновальном валу, а следовательно, и число n_g сновальных валов, срабатываемых на агрегате из ставки бобин. Все это также сказывается на производительности сновально-шлихтовального агрегата.

Рассмотрим условия оптимизации и методику определения оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата, обеспечивающие его наибольшую производительность.

Предварительно заметим, что числитель формулы (4.25), используемой для расчета производительности сновально-шлихтовального агрегата, есть величина постоянная для любого артикула вырабатываемой ткани и согласно таблицы 4.5 $T_{cm} - T_b = 28800 - 1540 = 27260$ с (454,33 мин). Таким образом, расчет производительности сновально-шлихтовального агрегата по формуле (4.25) сводится в основном к определению суммы ее знаменателя $T_m + T_a$.

Согласно выражению (4.43) эту сумму находят в каждом конкретном случае после расчета сопряженности паковок, когда становятся известными число нитей m_c и m'_c , а также массы пряжи на паковках, необходимые для вычисления коэффициентов K_{1c} и K_c , входящих в формулы (4.38), (4.40) и (4.41). Поскольку оптимальная ставка бобин и соответствующие ей сопряженные массы пряжи на паковках (за исключением ткацкого навоя) заранее не известны, по аналогии с [54] будем считать эти массы максимально возможными на бобине и сновальном валу, которые рассчитываются по формулам (2.23) и [34, с. 143]. Такое допущение при оптимизации ставок бобин оправдывается тем, что расчет сопряженности паковок всегда предусматривает максимально возможное заполнение их пряжей.

При указанных допущениях можно положить $K_c = K$ и $K_{1c} = K_1$, где коэффициенты K и K_1 рассчитываются по формулам (2.20), в первой из которых под G_b здесь подразумевается масса пряжи на бобине сновально-шлихтовального агрегата.

Принимая во внимание обе формулы (2.20) и последнюю из формул (2.18):

$$L_H = \frac{G_H \cdot 10^6}{m_o T_o}, \quad (4.44)$$

где $T_o \approx T_{он}$, текс,

выражения (4.38) – (4.42) можно преобразовать следующим образом:

$$A_1 = \frac{t_{сб} G_H}{n_{см} G_б m_o} + 35,7 \cdot 10^{-6} \frac{G_H \cdot 10^6}{m_o T_o} \mathcal{U}_{ош} = \left(\frac{t_{сб}}{n_{см} G_б} + \frac{35,7 \mathcal{U}_{ош}}{T_o} \right) \frac{G_H}{m_o}, \quad (4.45)$$

$$A_2 = \frac{0,1 G_H 10^6}{b m_o T_o} \mathcal{U}_{ош} \cdot 10^{-6} = \frac{0,1 \mathcal{U}_{ош}}{b T_o} \cdot \frac{G_H}{m_o}, \quad (4.46)$$

$$A_3 = \frac{T_1 + 462,48}{G_б} \cdot \frac{G_H}{m_o} + \frac{G_H \cdot 10^6}{m_o T_o} \mathcal{U}'_x t_x \cdot 10^{-6} = \left(\frac{T_1 + 462,48}{G_б} + \frac{\mathcal{U}'_x t_x}{T_o} \right) \cdot \frac{G_H}{m_o}, \quad (4.47)$$

$$A_4 = \frac{0,1746 + 10^{-3} t_{pp}}{G_б} \cdot \frac{G_H}{m_o}, \quad (4.48)$$

$$A_5 = \frac{G_H \cdot 10^6}{m_o T_o} \mathcal{U}_{ом} t_{ош} m_o \cdot 10^{-6} + t_{сн} + t_{зн} = \frac{G_H \mathcal{U}_{ом} t_{ош}}{T_o} + t_{сзн}, \quad (4.49)$$

где
$$t_{сзн} = t_{сн} + t_{зн}. \quad (4.50)$$

Обозначения других, входящих в формулы величин, были указаны ранее.

Формулы (4.45) – (4.49) показывают, что коэффициенты выражения (4.43) не зависят от соотношения числа нитей m_c и m'_c , а определяются их суммой m_o .

Поскольку числитель формулы (4.25) и машинное время T_m не зависят от величины ставки бобин в шпулярнике агрегата, фактическая производительность Π_a будет максимальна, когда величина T_a примет минимальное значение.

Учитывая, что $m'_c = m_o - m_c$, из (4.37) получаем:

$$T_a = A_1 m_c + A_2 m_c^2 + A_3 (m_o - m_c) + A_4 (m_o - m_c)^2 + A_5. \quad (4.51)$$

Или

$$T_a = a m_c^2 + b m_c + C, \quad \text{с}, \quad (4.52)$$

где

$$a = A_2 + A_4, \quad (4.53)$$

$$b = A_1 - A_3 - 2A_4m_o, \quad (4.54)$$

$$C = A_4m_o^2 + A_3m_o + A_5. \quad (4.55)$$

Таким образом, задача определения оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате сводится к исследованию на экстремум уравнения параболы (4.52).

Так как коэффициент $a > 0$, функция $T_a(m_c)$ сначала убывает, достигая минимума, а затем начинает возрастать [41]. Характер изменения этой функции показан на рисунке 4.1.

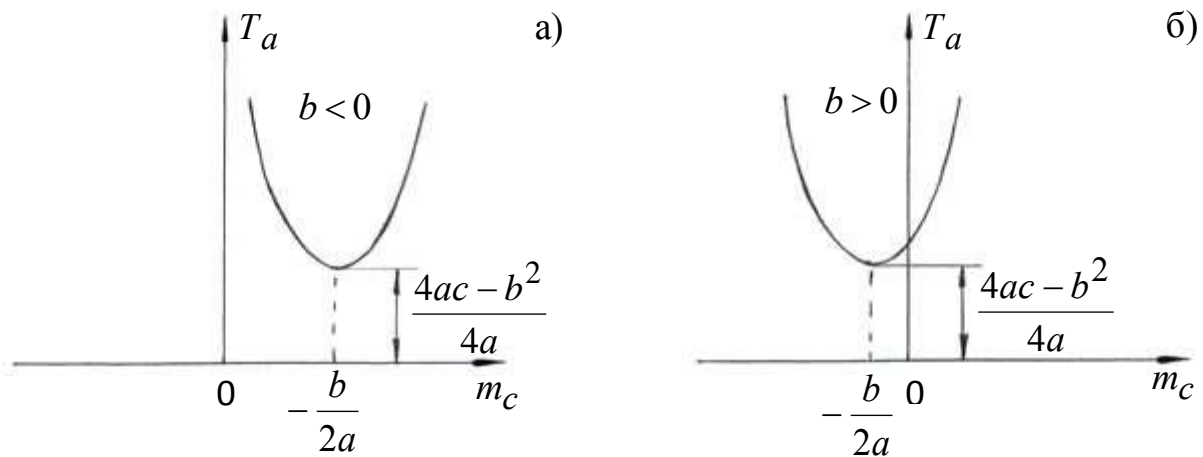


Рисунок 4.1. Характер изменения общего времени простоев сновально-шлихтовального агрегата по группе «а»

Для получения подобных графиков при подготовке основ к выработке принятых нами артикулов тканей предварительно рассчитываем соответствующие коэффициенты по формулам (4.45) – (4.49) и (4.53) – (4.55). Исходные данные для расчета принимаем те же, что и в разделе 2:

- при подготовке основ для ткани бязь арт. 299: $G_{\bar{o}} = 1,720$ кг, $G_g = 302,8$ кг, $G_H = 96,7$ кг, $m_o = 1988$ и $T_o = 42$ текс;

- при подготовке основ для ткани марля арт. 6498: $G_{\bar{o}} = 1,720$ кг, $G_g = 302,8$ кг, $G_H = 130,4$ кг, $m_o = 1098$ и $T_o = 20$ текс.

Результаты расчетов с использованием таблиц 4.3 и 4.4 представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8. Значения коэффициентов математических моделей (4.51) и (4.52)

Коэффициенты	Подготовка основ для ткани:	
	бязь арт.299	марля арт. 6498
A_1	0,2306246	0,9466801
A_2	$0,41362 \cdot 10^{-4}$	$2,54488 \cdot 10^{-4}$
A_3	0,2006280	0,4477210
A_4	$0,6823 \cdot 10^{-4}$	$1,66587 \cdot 10^{-4}$
A_5	59,209	76,080
a	$1,096 \cdot 10^{-4}$	$4,210 \cdot 10^{-4}$
b	- 0,241286	0,133134
c	727,713	768,516

Заметим, что, вследствие принятых допущений, числовые значения коэффициентов A_i ($i=1,2,\dots,5$) здесь отличаются от соответствующих коэффициентов таблицы 4.7. Однако максимальное относительное различие между ними не превышает 1,4 %.

С использованием таблицы 4.8 уравнение (4.52) в нашем случае примет вид:

- при подготовке основ для ткани бязь арт. 299:

$$T_a^{(б)} = 1,096 \cdot 10^{-4} m_c^2 - 2412,86 \cdot 10^{-4} m_c + 727,713; \quad (4.56)$$

- при подготовке основ для ткани марля арт. 6498:

$$T_a^{(м)} = 4,21 \cdot 10^{-4} m_c^2 + 1331,34 \cdot 10^{-4} m_c + 768,516. \quad (4.57)$$

Расчеты по формулам (4.56), (4.57) и (4.25) при разном числе m_c бобин в шпулярнике сновально-шлихтовального агрегата приведены в таблицах 4.9 и 4.10. Соответствующие им графики изображены на рисунке 4.2 а, б. [53,55].

Таблица 4.9. Расчет производительности сновально-шлихтовального агрегата при выработке ткани бязь арт. 299

m_c	m'_c	$T_a, \text{с}$	$T_a + T_m, \text{с}$	$\Pi_a = \frac{T_{cm} - T_{\bar{b}}}{T_m + T_a}, \text{навоев/см.}$
500	1488	634,4700	1573,6700	17,32
650	1338	617,1831	1556,3831	17,51
800	1188	604,8282	1544,0282	17,65
950	1038	597,4053	1536,6053	17,74
1100	888	594,9144	1534,1144	17,77
1250	738	597,3565	1536,5565	17,74
1400	588	604,7286	1543,9286	17,66
1550	438	617,0337	1556,2337	17,51
1700	288	634,2708	1573,4708	17,32

Таблица 4.10. Расчет производительности сновально-шлихтовального агрегата при выработке ткани марля арт. 6498

m_c	m'_c	$T_a, \text{с}$	$T_a + T_m, \text{с}$	$\Pi_a = \frac{T_{cm} - T_{\bar{b}}}{T_m + T_a}, \text{навоев/см.}$
400	698	888,1296	4677,6032	5,83
500	598	940,3330	4729,8066	5,76
600	498	999,9564	4789,4301	5,69
700	398	1067,9998	4857,4735	5,61
800	298	1144,4632	4933,9368	5,52

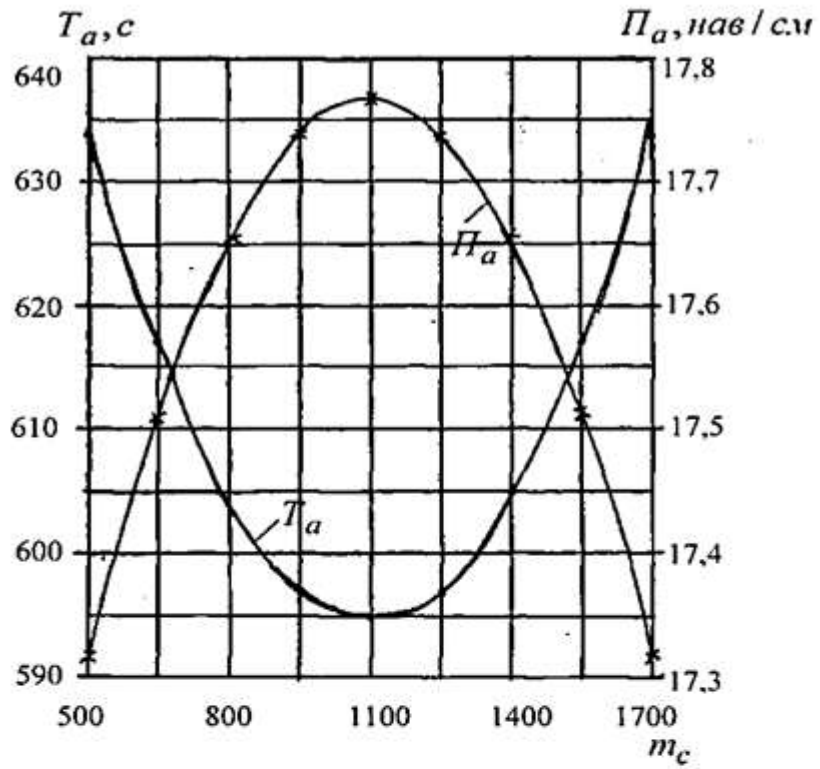
Проверка показывает, что результаты аналогичных расчетов при исходных данных таблицы 4.3 ($m_c = 1100$ и 588 соответственно для ткани бязь и марля) практически совпадают с ранее полученными результатами в конце подраздела 4.2. Относительное различие между ними составляет менее 0,3 %.

При расчете таблиц 4.9 и 4.10 изменение m_c принято с учетом условия (2.4) в диапазоне:

$$K_{\text{ин}} \leq m_c \leq m_o - \frac{H_e}{\delta_{\text{max}}}, \quad (4.58)$$

где $K_{\text{ин}}$ - номинальная емкость шпулярника.

а)



б)

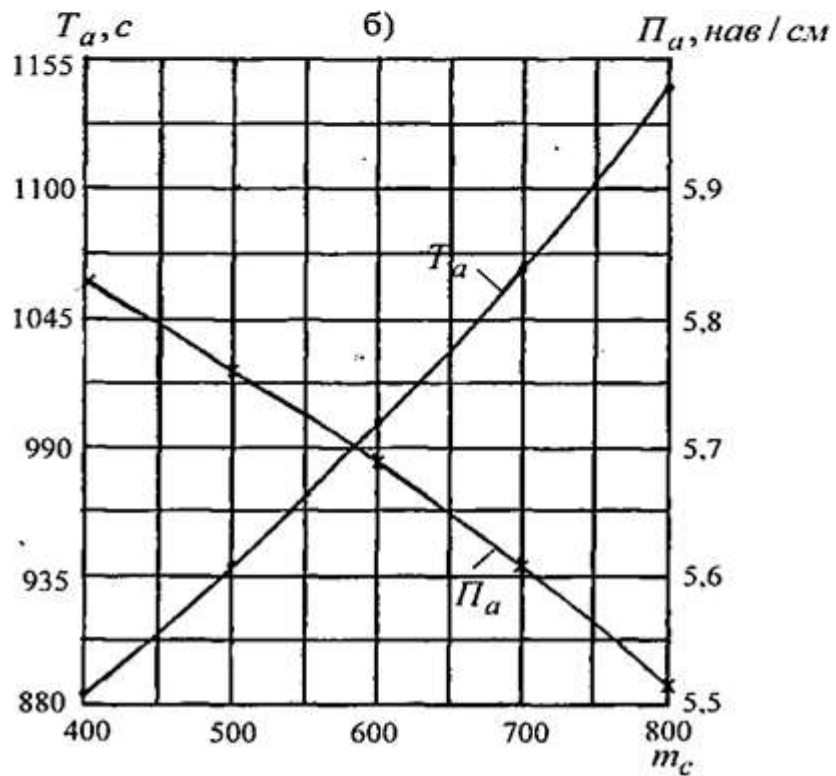


Рисунок 4.2. Изменение производительности P_a и времени T_a простоев по группе «а» сновально-шлихтовального агрегата в зависимости от величин m_c ставки бобин: а) при выработке бязи арт. 299, б) при выработке марли арт. 6498.

Так, для ткани бязь нами принято $K_{ун} = 500$ и $m_o - \frac{H_g}{\delta_{\max}} = 1988 - \frac{1400}{5} = 1708$, а в случае подготовки основ для ткани марля $K_{ун} = 400$ и $m_o - \frac{H_g}{\delta_{\max}} = 1098 - \frac{1400}{5} = 818$.

Анализируя графики рисунка 4.2, можно заметить, что изменение общего времени T_a простоев агрегата по группе «а» соответствует характеру его изменения, показанному на рисунке 4.1.

Поскольку при выработке ткани марля арт. 6498 коэффициент $b > 0$ (см. таблицу 4.8), оптимальное значение

$$m_c^* = -\frac{b}{2a} \quad (4.59)$$

будет отрицательным (как на рисунке 4.1 б) и, следовательно, в данном случае наименьшее значение T_a будет соответствовать левой границе интервала (4.58). Так как при расчете сопряженности паковок получено $m_c = 588$ (см. таблицу 4.3), то в качестве оптимальной ставки следует принять $m_c^* = 588$ бобин. При этом по формуле (4.57) $T_a^{(M)} = 992,3570$ с и $T_a^{(M)} + T_M = 4781,8307$ с, $\Pi_a = 5,700$ навоев в смену.

При подготовке основ для ткани бязь арт. 299 коэффициент $b < 0$ и с использованием данных таблицы 4.8 по формуле (4.59) находим: $m_c^* = -(-0,241296)/(2 \cdot 1,096 \cdot 10^{-4}) = 1100$ бобин. Этому значению согласно табл. 4.9 соответствует максимальная производительность сновально-шлихтовального агрегата $\Pi_a = 17,77$ навоев в смену.

Заметим, что с использованием выражений (4.53) и (4.54), формулу (4.59) для определения оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата можно записать в виде:

$$m_c^* = \frac{2A_4 m_o + A_3 - A_1}{2(A_2 + A_4)}, \quad (4.60)$$

где указанные коэффициенты рассчитываются по формулам (4.45) – (4.48).

Из вышеизложенного следует, что данную формулу, как и выражение (4.59), можно применять для практических расчетов лишь при условии $b < 0$, или, что то же самое, когда

$$2A_4 m_o + A_3 - A_1 > 0. \quad (4.61)$$

Учитывая выражения (4.48), (4.47) и (4.45), это условие запишем следующим образом:

$$2 \frac{0,1746 + 10^{-3} t_{pp}}{G_6} \cdot \frac{G_H \cdot m_o}{m_o} + \left(\frac{T_1 + 462,48}{G_6} + \frac{C'_x t_x}{T_o} \right) \cdot \frac{G_H}{m_o} - \quad (4.62)$$

$$- \left(\frac{t_{c\bar{o}}}{n_{c\bar{o}} G_{\bar{o}}} + \frac{35,7 C_{ош}}{T_o} \right) \frac{G_H}{m_o} > 0.$$

После несложных преобразований отсюда найдем:

$$m_o > \frac{G_6}{\tau_1} \left(\frac{t_{c\bar{o}}}{n_{cm} G_{\bar{o}}} + \frac{\tau_3}{T_o} \right) - \frac{\tau_2}{\tau_1}, \quad (4.63)$$

где

$$\tau_1 = 0,3492 + 2 \cdot 10^{-3} t_{pp}, \quad (4.64)$$

$$\tau_2 = T_1 + 462,48, \quad (4.65)$$

$$\tau_3 = 35,7 C_{ош} - C'_x t_x. \quad (4.66)$$

Обозначения входящих сюда величин $C_{ош}$, C'_x , t_{pp} , t_x и других были даны нами ранее (см., например, таблицы 4.3, 4.6, формулу (4.29)).

Таким образом, условие (4.61) будет выполнено, если число нитей основы m_o в вырабатываемой ткани удовлетворяет неравенству (4.63), то есть не будет меньше определенной величины. Только в этом случае выполнение неравенства (4.63) позволяет определять оптимальную ставку бобин с применением формул (4.59) и (4.60).

Для выбранных нами артикулов тканей по формулам (4.64) – (4.66) получаем:

- при подготовке основ для ткани бязь арт. 299: $\tau_1 = 0,3492 + 2 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 0,8492$ с, $\tau_2 = 462,48 + 750 = 1212,48$ с и $\tau_3 = 35,7 \cdot 2,5 - 0,2 \cdot 25 = 84,25$ с;

- при подготовке основ для ткани марля арт. 6498: $\tau_1 = 0,8492$ с, $\tau_2 = 462,48 + 603 = 1065,48$ с и $\tau_3 = 35,7 \cdot 3,0 - 0,2 \cdot 25 = 102,1$ с.

При этом условие (4.63) соответственно будет:

-при выработке ткани бязь арт. 299:

$$m_o > \frac{302,7}{0,8492} \left(\frac{9}{2 \cdot 1,720} + \frac{84,25}{42} \right) - \frac{1212,48}{0,8492} = 220;$$

- при выработке ткани марля арт. 6498:

$$m_o > \frac{302,7}{0,8492} \left(\frac{9}{2 \cdot 1,720} + \frac{102,1}{20} \right) - \frac{1065,48}{0,8492} = 1498.$$

У ткани бязь арт. 299 число нитей в основе $m_o = 1988$, а у ткани марля арт. 6498 - $m_o = 1098$. Следовательно из двух последних неравенств выполняется лишь первое, поскольку для ткани бязь $m_o = 1988 > 220$. Поэтому для ткани бязь арт. 299 при исходных данных табл. 4.8 по формуле (4.60) получаем:

$$m_c^* = \frac{2 \cdot 0,6823 \cdot 10^{-4} \cdot 1988 + 0,2006280 - 0,2306246}{2(0,41362 \cdot 10^{-4} + 0,6823 \cdot 10^{-4})} = 1100 \text{ бобин,}$$

что совпадает с рассчитанным ранее результатом по формуле (4.59).

Еще раз подчеркнем, что при невыполнении условия (4.63) расчетные формулы (4.59) и (4.60) не применимы. Число бобин шпулярика сновально-шлихтовального агрегата, обеспечивающее его наибольшую производительность в этом случае выбирается с учетом сопряженности паковок и как можно дальше от правой границы интервала (4.58).

В любом случае оптимизация производительности сновально-шлихтовального агрегата должна учитывать сопряженность паковок, определяемую по методике раздела 2, и обеспечиваться при максимально возможном сокращении процесса снования по сравнению с классической технологией подготовки основ к ткачеству.

4.5 Выводы

1. Определен перечень операций обслуживания сновально-шлихтовального агрегата системы ИГТА.

2. Разработана методика расчета производительности агрегата с использованием обобщенных формул для определения времени простоев по группе «а».

3. Получены условие оптимизации и методика определения оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата ИГТА, при которой обеспечивается его наибольшая производительность.

4. Условие оптимизации сводится к выполнению или не выполнению неравенства (4.63). В первом случае оптимальная ставка бобин рассчитывается по формуле (4.60), а во втором случае в качестве оптимальной ставки выбирается число внутри интервала (4.58).

5. В любом случае оптимизация производительности сновально-шлихтовального агрегата должна учитывать сопряженность паковок, определяемую по методике раздела 2, и обеспечиваться при максимально возможном сокращении процесса снования по сравнению с классической технологией подготовки основ к ткачеству.

Применение предложенной методики расчета и оптимизации производительности сновально-шлихтовального агрегата опробовано нами в случаях подготовки основ к выработке двух видов хлопчатобумажных тканей: бязь арт. 299 и марля арт. 6498.

5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОКРАЩЕННОЙ И ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ОСНОВ

Для сравнения сокращенного (с применением сновально-шлихтовального агрегата ИГТА) способа подготовки основ и обычной (традиционной) технологии целесообразно сопоставить оба способа по количеству технологического оборудования, занимаемой производственной площади, отходам пряжи и другим показателям.

С этой целью необходимо рассчитать сопряженность оборудования для обеспечения одного и того же количества ткацких станков по сокращенной и традиционной технологиям.

5.1. Расчет сопряженности оборудования в ткацком производстве при применении сновально-шлихтовальных агрегатов

Формирование ткацких навоев по сокращенной технологии подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате конструкции ИГТА [17] осуществляется путем сматывания нитей с бобин шпулярника и одного сновального вала. Структурная схема технологического процесса применительно к использованию бобин пневмомеханического способа прядения изображена на рисунке 5.1.

Сделаем оценку сопряженности оборудования в ткацком производстве при применении указанных сновально-шлихтовальных агрегатов. Определим сначала количество агрегатов, сопряженных с одной сновальной машиной.

5.1.1. Определение сопряженности партионной сновальной машины и сновально-шлихтовальных агрегатов

Согласно структурной схеме подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате (рисунок 5.1), сновальные валы для агрегата формируют на партионной сновальной машине типа СП-140.

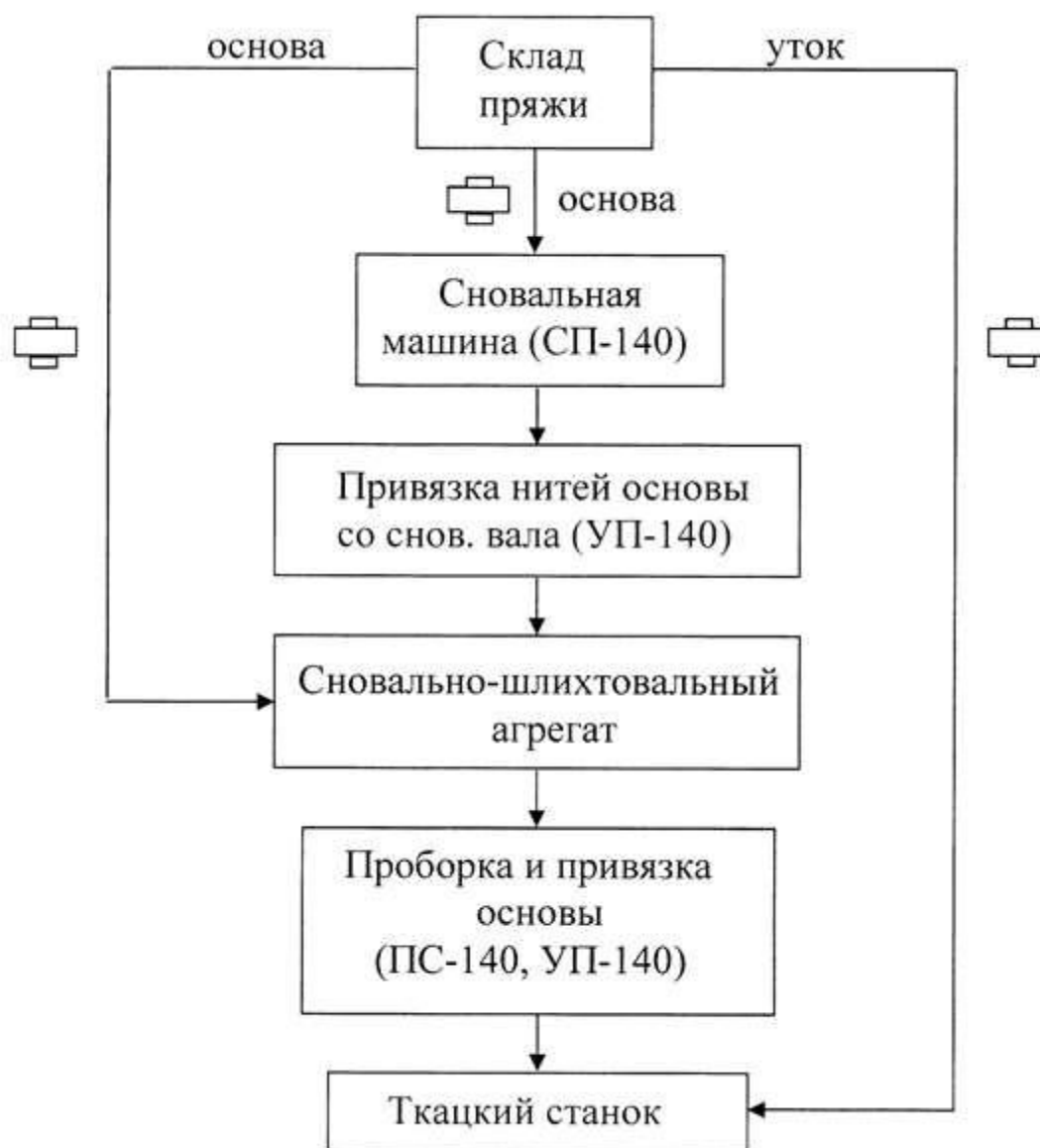


Рисунок 5.1. Структурная схема подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате

Доля δP_a производительности сновально-шлихтовального агрегата, соответствующая потребности в сновке, будет:

$$\delta P_a = 0,01 \cdot \delta_{сн} \cdot P_a, \text{ кг/ч}, \quad (5.1)$$

где P_a - найденная по методике раздела 4 производительность сновально-шлихтовального агрегата, кг/ч.; $\delta_{сн}$ - процент присутствия сновки, определяемый по формуле (2.1).

Пренебрегая здесь незначительными отходами пряжи в сновании и на сновально-шлихтовальном агрегате, получим [56] количество агрегатов n_a , сопряженных с одной сновальной машиной:

$$n_a = \frac{P_c}{\delta P_a} = \frac{100 \cdot P_c}{\delta_{сн} \cdot P_a}, \quad (5.2)$$

где P_c - фактическая производительность сновальной машины (кг/ч), определяемая по методике [10].

Проведем расчет производительности партионного прерывного снования в случаях подготовки основ для тканей бязь и марля с параметрами, указанными в таблице 4.3.

Теоретическая производительность сновальной машины, кг/ч

$$A_c = v_c \cdot 60 \cdot m'_c \cdot T_o / 10^6, \quad (5.3)$$

где v_c - скорость снования, м/мин. Принимаем [36, с. 13] для бязи $v_c = 800$ м/мин, для марли $v_c = 700$ м/мин.

По формуле (5.3) получаем (кг/ч):

бязь	марля
$A_c = 800 \cdot 60 \cdot 888 \cdot 42 / 10^6 = 1790,21;$	$A_c = 700 \cdot 60 \cdot 510 \cdot 20 / 10^6 = 428,40.$

Машинное время наработки сновального вала

$$T_m = L_{вс} / v_c. \quad (5.4)$$

бязь	марля
$T_m = 8135 / 800 = 10,17$ мин,	$T_m = 29707 / 700 = 42,43$ мин,

где значения сопряженной длины $L_{вс}$ нитей на валу приняты из таблицы 4.3.

Повторяемость операций ликвидации обрывов в расчете на один сновальный вал:

$$c'_o = c_c \cdot m'_c \cdot L_{вс} / 10^6, \quad (5.5)$$

где c_c - число обрывов на 1 млн. м одиночной нити на сновальной машине; m'_c - число нитей в шпуляльнике сновальной машины (см. таблицу 4.3).

Принимая для бязи $c_c = 3$, а для марли $c_c = 4$ [10] по формуле (5.5) находим:

бязь	марля
$c'_o = 3 \cdot 888 \cdot 8135 / 10^6 = 21,67,$	$c'_o = 4 \cdot 510 \cdot 29707 / 10^6 = 60,60.$

Повторяемость операций смены бобин, приходящихся на один сновальный вал, будет:

$$c = m'_c / (n'_g \cdot n_c), \quad (5.6)$$

где, как и ранее n'_g - число сновальных валов, получаемых из ставки m'_c бобин сновальной машины; n_c - число ставильщиц. Принимая из таблицы 2.5 значения n'_g , для соответствующих тканей получаем:

бязь	марля
$c = 888 / (5 \cdot 2) = 88,80,$	$c = 510 / (3 \cdot 2) = 85,00.$

Далее определяем перерывы в работе машины по группе «а» и группе «б», заполняя таблицы 5.1 и 5.2 [10].

Таблица 5.1. Вспомогательное технологическое время T_a

Операция	Длительность одного случая, с	Число случаев на 1 сновальный вал		Общее время перерывов на 1 сновальный вал			
				с		мин	
		бязь	марля	бязь	марля	бязь	марля
Ликвидация обрыва нити	44,5 [10]	21,67	60,60	964,31	2696,70	16,08	44,94
Смена ставки (бобин)	9	88,80	85,00	799,20	765,00	13,32	12,75
Смена вала	210	1	1	210	210	3,5	3,5

Окончание таблицы 5.1

Операция	Длительность одного случая, с	Число случаев на 1 сновальный вал		Общее время перерывов на 1 сновальный вал			
		бязь	марля	с		мин	
				бязь	марля	бязь	марля
Обмахивание машины	310	1	1	310	310	5,2	5,2
Итого T_a :				2283,51	3981,70	38,06	66,35

Таблица 5.2. Время T_{δ} обслуживания рабочего места

Операция	Перерывы в работе машины, мин.	Время загрузки сновальщицы T_3 , мин.
Текущий ремонт и профилактический осмотр машин	6,5	–
Смазка машины	1	–
Чистка машины	1,4	1,4
Прочие мелкие работы	5	5
Самообслуживание	10	5
Итого T_{δ} :	23,9	11,4

Определяем коэффициент K_a , учитывающий простои машины по группе «а»:

$$K_a = T_m / (T_m + T_a). \quad (5.7)$$

бязь

марля

$$K_a = 10,17 / (10,17 + 38,06) = 0,210; \quad K_a = 42,43 / (42,43 + 66,35) = 0,390.$$

Рассчитываем коэффициент K_{δ} , учитывающий простои машины по группе «б»:

$$K_{\delta} = (T_{см} - T_{\delta}) / T_{см}, \quad (5.8)$$

где $T_{см}$ - длительность рабочей смены в мин.

По этой формуле:

$$K_{\bar{b}} = (480 - 23,9) / 480 = 0,950.$$

Определяем КПВ сновальной машины по формуле:

$$KПВ = K_a \cdot K_{\bar{b}}. \quad (5.9)$$

Согласно этой формуле находим:

бязь	марля
$KПВ = 0,210 \cdot 0,950 = 0,200,$	$KПВ = 0,390 \cdot 0,950 = 0,371.$

Фактическая производительность сновальной машины:

$$П_c = A_c \cdot KПВ. \quad (5.10)$$

бязь	марля
$П_c = 1790,21 \cdot 0,200 = 358,04 \text{ кг/ч};$	$П_c = 428,40 \cdot 0,371 = 158,94 \text{ кг/ч}.$

По исходным данным таблицы 4.3 для указанных артикулов тканей находим процент $\delta_{сн}$ присутствия при сокращенной технологии подготовки основ процесса снования.

Из формулы (2.3) получаем для ткани бязь: $\delta_{сн} = 100 - \delta_{сокp} = 100 - 55,3 = 44,7 \%$, а для ткани марля: $\delta_{сн} = 100 - 53,5 = 46,5 \%$.

Теперь по формуле (5.2) рассчитываем:

- для ткани бязь $n_a = \frac{358,04}{0,01 \cdot 44,7 \cdot 217,173} = 3,68;$

- для ткани марля $n_a = \frac{158,94}{0,01 \cdot 46,5 \cdot 93,879} = 3,64.$

Заметим, что формулу (5.2) можно представить в виде:

$$n_a = \frac{\nu_c \cdot KПВ_c}{\nu_a \cdot KПВ_a}, \quad (5.11)$$

где индексы «с» и «а» относятся к сновальной машине и сновально-шлихтовальному агрегату соответственно.

Действительно, подставив в (5.2) выражения (4.22), (5.10) и (5.3), а также $\delta_{сн}$ из (2.1), будем иметь:

$$n_a = \frac{60v_c m'_c T_o \cdot КПВ_c \cdot 10^{-6}}{0,01 \frac{m'_c}{m_o} \cdot 100 \cdot 60v_a m_o T_o \cdot КПВ_a \cdot 10^{-6}}. \quad (5.12)$$

Отсюда и получаем формулу (5.11).

Из предыдущих расчетов имеем:

- при подготовке основ к выработке ткани бязь: $v_c = 800$ м/мин, $v_a = 75$ м/мин, $КПВ_c = 0,200$ и $КПВ_a = 0,578$;

- при подготовке основ к выработке ткани марля: $v_c = 700$ м/мин, $v_a = 95$ м/мин, $КПВ_c = 0,371$ и $КПВ_a = 0,750$.

При подстановке этих значений в (5.11) получаем те же результаты: $n_a = 3,68$ - для ткани бязь, и $n_a = 3,64$ - для ткани марля.

Таким образом, при подготовке основ для выработки ткани бязь или марля одна сновальная машина может обслужить 3,6-3,7 сновально-шлихтовальных агрегата.

Анализируя формулу (5.11) можно заметить, что зависимость n_a от процента сокращения процесса сновки в ней явно не просматривается. Однако величины $\delta_{сокp}$ и $\delta_{сн}$ оказывают определенное влияние на КПВ сновально-шлихтовального агрегата и сновальной машины.

5.1.2. Расчет количества ткацких станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом [56]

Пусть G_o - масса нешлихтованной основы в 100 пог. метрах ткани, кг. Тогда масса шлихтованной (после сновально-шлихтовального агрегата) основной пряжи, необходимой для выработки этих 100 пог. метров с учетом отходов будет:

$$G_{ошиш} = \frac{G_o (1 - 0,01k_H П_u)}{1 - 0,01Y_{тк}}, \text{ кг}, \quad (5.13)$$

где $П_u$ - истинный приклей пряжи, %; k_H - коэффициент неосыпаемости шликты; $Y_{тк}$ - процент отходов основы в ткачестве.

Количество ткацких станков в работе, сопряженное с одним сновально-шлихтовальным агрегатом

$$N_{cm} = \Pi_a / (0,01 G_{ошл} \cdot A_{cm}), \quad (5.14)$$

где A_{cm} - производительность ткацкого станка, м/ч.

В свою очередь,

$$A_{cm} = 6n KПВ_{cm} / P_y, \quad (5.15)$$

где n , $KПВ_{cm}$, P_y - соответственно частота вращения главного вала станка в мин, КПВ ткацкого станка и плотность ткани по утку, нити/дм.

После подстановки выражений (5.13) и (5.15) в (5.14), найдем:

$$N_{cm} = \frac{100 \Pi_a P_y (1 - 0,01 Y_{mk})}{6n KПВ_{cm} G_o (1 + 0,01 k_n \Pi_u)}. \quad (5.16)$$

Если в фоне и кромках ткани нити одинаковы, то

$$G_o = \frac{m_o T_o (1 - 0,01 b_o)}{(1 - 0,01 a_o) \cdot 10^4}, \quad (5.17)$$

где b_o , a_o - соответственно суммарная вытяжка нитей основы и уработка их в ткачестве, %.

В данном случае формула (5.16) будет:

$$N_{cm} = \frac{\Pi_a P_y 10^6 k_{cm}}{6n m_o T_o KПВ_{cm}}, \quad (5.18)$$

где

$$k_{cm} = \frac{(1 - 0,01 Y_{mk}) \cdot (1 - 0,01 a_o)}{(1 + 0,01 k_n \Pi_u) (1 - 0,01 b_o)}. \quad (5.19)$$

После перемножения выражений в числителе и знаменателе (5.19), пренебрегая затем малыми слагаемыми $0,01^2 a_o Y_{mk}$ и $0,01^2 b_o k_n \Pi_u$, получим:

$$k_{cm} = \frac{100 - (a_o + Y_{mk})}{100 + (k_n \Pi_u - b_o)}. \quad (5.20)$$

Таким образом, количество станков в работе, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом можно рассчитать по формулам

(5.16), (5.18) и (5.20).

Расчеты по этим формулам проводим для исследуемых тканей (бязь арт. 299 и марля арт. 6498).

Исходными данными для расчета являются [10]:

- бязь арт. 299: $P_y = 160$ нит/дм, $n = 360$ мин⁻¹, $KПВ_{cm} = 0,82$, $Π_a = 217,173$ кг/ч, $m_o = 1988$, $T_o = 42$ текс, $У_{mk} = 0,153$ %, $a_o = 8,4$ %, $e_o = 1,2$ %, $k_H = 0,67$, $Π_u = 5$ % (клеящее вещество маисовый крахмал);

- марля арт. 6498: $P_y = 73$ нит/дм, $n = 380$ мин⁻¹, $KПВ_{cm} = 0,80$, $Π_a = 93,879$ кг/ч, $m_o = 1098$, $T_o = 20$ текс, $У_{mk} = 0,030$ %, $a_o = 2,4$ %, $e_o = 1,2$ %, $k_H = 0,67$, $Π_u = 3$ % (клеящее вещество маисовый крахмал).

По формулам (5.20) и (5.18) соответственно получаем:

- бязь арт. 299:

$$k_{cm} = \frac{100 - (8,4 + 0,153)}{100 + (0,67 \cdot 5 - 1,2)} = 0,895,$$

$$N_{cm} = \frac{217,173 \cdot 160 \cdot 10^6}{6 \cdot 360 \cdot 0,82 \cdot 1988 \cdot 42} \cdot 0,895 = 210,28 \approx 210;$$

- марля арт. 6498:

$$k_{cm} = \frac{100 - (2,4 + 0,030)}{100 + (0,67 \cdot 3 - 1,2)} = 0,968,$$

$$N_{cm} = \frac{93,879 \cdot 73 \cdot 10^4}{6 \cdot 380 \cdot 0,80 \cdot 1098 \cdot 20} \cdot 0,968 = 165,62 \approx 166.$$

Таким образом, один сновально-шлихтовальный агрегат при подготовке основ для ткани бязь сможет обслужить 210 ткацких станков АТПР-100-4, а при подготовке основ для ткани марля – 166 ткацких станков Р-105-ZB-8.

Ранее в разделе 2 отмечалось, что с целью расширения ассортиментных возможностей сокращенной технологии, ткани можно вырабатывать с двух навоев в одно полотно на современных ткацких станках СТБУ, Дорнье, Зульцер Рюти, Омни Плюс Пиканоль и других (см. Приложение В). В этих случаях в числителе расчетной формулы (5.15) и в знаменателе выражений (5.16) и (5.18) необходимо

добавить в качестве множителя число полотен $K_{пол} = 2$. При этом количество $N_{см}$ ткацких станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом уменьшается вдвое.

5.1.3. Определение режимов работы и количества оборудования в разных вариантах его сопряженности при сокращенной технологии подготовки основ

Из вышеизложенного следует, что для полной загрузки одной сновальной машины необходимо иметь в работе $n_a = 3,68$ агрегата для подготовки основ к выработке ткани бязь арт. 299 и $n_a = 3,64$ агрегата - к выработке ткани марля арт. 6498. Один сновально-шлихтовальный агрегат может отдельно обслужить 210 ткацких станков АТПР-100-4 (ткань бязь) или 166 ткацких станков Р-105-ZB-8 (ткань марля). Следовательно, для полной загрузки одной сновальной машины и указанного количества сновально-шлихтовальных агрегатов нужно иметь в работе $210 \cdot 3,68 = 772,8$ станка АТПР-100-4 и $166 \cdot 3,64 = 604,2$ станка Р-105-ZB-8.

Количество $N_{узл}$ узловязальных машин, обеспечивающих работу n_a сновально-шлихтовальных агрегатов, можно рассчитать по формуле:

$$N_{узл} = 0,01 \delta_{сн} n_a P_a / P_{узл}, \quad (5.21)$$

где P_a , $P_{узл}$ - соответствующие производительности сновально-шлихтовального агрегата и узловязальной машины.

Из подраздела 4.1 с учетом массы сновального вала, взятой из таблицы 2.5, имеем:

- при подготовке основы для ткани бязь

$$P_{узл} = 5,838 \cdot 302,7 = 1767,16 \text{ кг/ч}$$

И по формуле (5.21)

$$N_{узл} = 0,01 \cdot 44,7 \cdot 3,68 \cdot 217,173 / 1767,16 = 0,20;$$

- при подготовке основы для ткани марля

$$P_{узн} = 6,494 \cdot 302,4 = 1963,78 \text{ кг/ч,}$$

$$N_{узн} = 0,01 \cdot 46,5 \cdot 3,64 \cdot 93,879 / 1963,78 = 0,08.$$

В таблице 5.3. приведен режим работы оборудования по двухсменному графику по сокращенной технологии подготовки основ при полной загрузке одной сновальной машины. Этот режим назовем базовым вариантом сокращенной технологии.

Таблица 5.3. Режимы работы оборудования при сокращенной технологии подготовки основ по варианту I (базовый вариант)

Вид оборудования	Число машин			Число машин по сменам работы	
	в работе	в заправке	в установке	2 см.	1 см.
Бязь арт. 299					
Сновальная машина	1	1	1	1	--
Сновально-шлихтовальный агрегат	3,68	3,96	4	4	--
Узловязальная машина для сновально-шлихтов. агрегата	0,20	0,20	1	1	--
Ткацкий станок	772,8	805	805	805	-
Марля арт. 6498					
Сновальная машина	1	1	1	1	--
Сновально-шлихтовальный агрегат	3,64	3,91	4	4	--
Узловязальная машина для сновально-шлихтов. агрегата	0,08	0,08	1	1	--
Ткацкий станок	604,2	629,4	630	630	--

Примечания:

1. Число сновально-шлихтовальных агрегатов и ткацких станков в заправке

получено с учетом КРО, которые соответственно равны 0,93 и 0,96 [35].

2. Узловязальная машина работает в две смены поскольку она требуется в ходе обслуживания сновально-шлихтовальных агрегатов.

Базовый вариант (вариант I) предусматривает полную загрузку в сокращенной технологии одной сновальной машины и соответствующего количества работающих сновально-шлихтовальных агрегатов и ткацких станков. При этом сновальная машина работает в две смены.

В таблицах 5.4 и 5.5 приведены режимы работы и потребность оборудования по двухсменному графику при других, представляющих определенный интерес, вариантах сокращенной технологии подготовки основ.

Таблица 5.4. Режимы работы оборудования при разных вариантах сокращенной технологии подготовки основ для выработки ткани бязь арт. 299

Вид оборудования	Число машин			Число машин по сменам работы	
	в работе	в заправке	в установке	2 см.	1 см.
Вариант II					
Сновальная машина	0,50	0,52	1	–	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	1,84	1,98	2	2	–
Ткацкий станок	386,4	402,5	403	403	–
Вариант III					
Сновальная машина	0,54	0,56	1	1	–
Сновально-шлихтовальный агрегат	1	1,07	1	1	–
Ткацкий станок	210	218,8	219	219	–
Вариант IV					
Сновальная машина	0,27	0,28	1	–	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	0,5	0,54	1	–	1
Ткацкий станок	105	109,3	110	110	–

Таблица 5.5. Режимы работы оборудования при разных вариантах сокращенной технологии подготовки основ для выработки ткани марля арт. 6498

Вид оборудования	Число машин			Число машин по сменам работы	
	в работе	в заправке	в установке	2 см.	1 см.
Вариант II					
Сновальная машина	0,50	0,52	1	–	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	1,82	1,96	2	2	–
Ткацкий станок	302,1	314,6	315	315	–
Вариант III					
Сновальная машина	0,55	0,57	1	1	–
Сновально-шлихтовальный агрегат	1	1,07	1	1	–
Ткацкий станок	166	172,9	173	173	–
Вариант IV					
Сновальная машина	0,24	0,25	1	–	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	0,5	0,54	1	–	1
Ткацкий станок	83	86,4	87	87	–

Расчеты показывают, что для обслуживания сновально-шлихтовальных агрегатов во всех рассмотренных вариантах достаточно одной узловязальной машины.

5.2 Определение количества оборудования и режимов его работы по традиционной технологии для подготовки основ в том же объеме, что и при сокращенной технологии

Для последующего сравнительного анализа потребности оборудования для подготовки основ по традиционной и сокращенной технологиям целесообразно рассматривать такие режимы работы, когда в обоих случаях обеспечивается вы-

работка одного и того же вида ткани на равном количестве одноптипных ткацких станков. В этом смысле такие режимы работы можно считать эквивалентными.

Для расчета сопряженности оборудования по обычной (традиционной) технологии в режимах, эквивалентных технологии сокращенной, незначительным процентом отходов пряжи можно пренебречь. Тогда справедливо очевидное равенство:

$$P_a \cdot N_a = P_{шл} \cdot N_{шл} = P_{сн} \cdot N_{сн}, \quad (5.22)$$

где $N_a, N_{шл}, N_{сн}$ - соответственно количество в работе сновально-шлихтовальных агрегатов при сокращенной технологии, число шлихтовальных и сновальных машин при обычной технологии, необходимое для подготовки основ для одинакового количества ткацких станков;

$P_a, P_{шл}, P_{сн}$ - соответствующие производительности сновально-шлихтовального агрегата, шлихтовальной и сновальной машины, кг/ч.

Из (5.22) находим:

$$N_{сн} = N_a \frac{P_a}{P_{сн}}, \quad N_{шл} = N_a \frac{P_a}{P_{шл}}. \quad (5.23)$$

Согласно [35] при обычной технологии

$$P_{сн} = 60 \nu_c T_{ос} m_{сн} \cdot КПВ_c \cdot 10^{-6}, \quad \text{кг/ч}, \quad (5.24)$$

$$P_{шл} = 60 \nu_{шл} T_{ош} m_o \cdot КПВ_{ш} \cdot 10^{-6}, \quad \text{кг/ч}, \quad (5.25)$$

где $m_{сн}$ - число нитей на сновальном валу; $T_{ос}, T_{ош}, КПВ_c, КПВ_{ш}$ - линейная плотность пряжи с учетом вытяжки и коэффициент полезного времени на соответствующем технологическом переходе.

Скорость сновальных машин при обычной (не сокращенной) технологии будет такой же, как и при сокращенной технологии. Однако на шлихтовальных машинах, вследствие увеличения количества сновальных валов в заправке по обычной технологии, скорость процесса будет на 7-10 % меньше скорости сновально-шлихтовального агрегата. Исходные данные для расчета по указанным формулам применительно к исследуемым артикулам тканей приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. Исходные данные для расчета сопряженности оборудования при обычной технологии подготовки основ

Параметры процесса:	
снования	шлихтования
Подготовка основы для ткани бязь арт. 299	
$v_c = 800$ м/мин $m_{сн} = 497$ нитей $KПВ_c = 0,31$	$v_{шл} = 70$ м/мин $m_o = 4 \text{ вала} \cdot 497 = 1988$ нитей $KПВ_{шл} = 0,77$
Подготовка основы для ткани марля арт. 6498	
$v_c = 700$ м/мин $m_{сн} = 549$ нитей $KПВ_c = 0,34$	$v_{шл} = 85$ м/мин $m_o = 2 \text{ вала} \cdot 549 = 1098$ нитей $KПВ_{шл} = 0,88$

Примечание. КПВ машин типа СП-140 и ШБ-11/140 рассчитан нами по известной методике [10].

С использованием выражений (5.24), (5.25) и цифровых данных таблицы 5.6 находим:

- при подготовке основы для ткани бязь:

$$P_{сн} = 60 \cdot 800 \cdot 41,90 \cdot 497 \cdot 0,31 \cdot 10^{-6} = 309,865 \text{ кг/ч,}$$

$$P_{шл} = 60 \cdot 70 \cdot 41,50 \cdot 1988 \cdot 0,77 \cdot 10^{-6} = 266,811 \text{ кг/ч;}$$

- при подготовке основы для ткани марля:

$$P_{сн} = 60 \cdot 700 \cdot 19,96 \cdot 549 \cdot 0,34 \cdot 10^{-6} = 156,480 \text{ кг/ч,}$$

$$P_{шл} = 60 \cdot 85 \cdot 19,80 \cdot 1098 \cdot 0,88 \cdot 10^{-6} = 97,571 \text{ кг/ч.}$$

Полагая $N_a = n_a$, по формулам (5.23) рассчитываем число машин при классической технологии, необходимых для подготовки в единицу времени такого же количества основ, что и по сокращенной технологии варианта I (таблица 5.3):

- при выработке ткани бязь:

$$N_{сн} = 3,68 \frac{217,173}{309,865} = 2,58, \quad N_{шл} = 3,68 \frac{217,173}{266,811} = 2,99;$$

- при выработке ткани марля:

$$N_{сн} = 3,64 \frac{93,879}{156,480} = 2,18, \quad N_{шл} = 3,64 \frac{93,879}{97,571} = 3,50.$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 5.7.

Таблица 5.7. Режимы работы оборудования при обычной (традиционной) технологии подготовки основ (Вариант I)

Вид оборудования	Число машин			Число машин по сменам работы	
	в работе	в заправке	в установке	2 см.	1 см.
Бязь арт. 299					
Сновальная машина	2,58	2,66	3	3	–
Сновально-шлихтовальный агрегат	2,99	3,15	4	3	1
Ткацкий станок	772,8	805	805	805	–
Марля арт. 6498					
Сновальная машина	2,18	2,25	3	2	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	3,50	3,68	4	4	–
Ткацкий станок	604,2	629,4	630	630	–

Примечание. Режим работы оборудования подготовки основ в этой таблице является эквивалентным режиму сокращенной технологии, указанному в таблице 5.3.

Количество узловязальных машин для ткацкого цеха при сокращенной и традиционной технологиях будет одинаковым, поэтому их в сравнительном анализе не учитываем. Число сновальных и шлихтовальных машин в заправке (таблица 5.7) получено с учетом КРО, которые соответственно равны 0,97 и 0,95 [49].

Режимы работы оборудования по обычной технологии, соответствующие количеству ткацких станков второго, третьего и четвертого вариантов (таблицы 5.4 и 5.5) сокращенной технологии, представлены в таблице 5.8. Необходимые для этого расчеты проведены с применением формул (5.23), где количество сновально-шлихтовальных агрегатов соответствует данному эквивалентному варианту таблиц 5.4. и 5.5.

По данным таблиц 5.3, 5.4, 5.5 и 5.7, 5.8 для последующего анализа получена таблица 5.9, где указано количество оборудования, необходимое для выработки исследуемых тканей при различных эквивалентных вариантах подготовки основ с применением сновально-шлихтовальных агрегатов и традиционной технологии.

Таблица 5.8. Режимы работы оборудования по обычной (традиционной) технологии подготовки основ, эквивалентные соответствующим вариантам сокращенной технологии (таблицы 5.4 и 5.5)

Вид оборудования	Число машин			Число машин по сменам работы	
	в работе	в заправке	в установке	2 см.	1 см.
Бязь арт. 299. Вариант II					
Сновальная машина	1,29	1,33	2	1	1
Шлихтовальная машина	1,50	1,58	2	1	1
Ткацкий станок	386,4	402,5	403	403	–

Окончание таблицы 5.8

Вид оборудования	Число машин			Число машин по сменам работы	
	в работе	в заправке	в установке	2 см.	1 см.
Марля арт. 6498. Вариант II					
Сновальная машина	1,09	1,12	2	1	1
Шлифовальная машина	1,75	1,84	2	2	–
Ткацкий станок	302,1	314,6	315	2	–
Бязь арт. 299. Вариант III					
Сновальная машина	0,70	0,72	1	1	–
Шлифовальная машина	0,81	0,86	1	1	–
Ткацкий станок	210	218,8	219	219	–
Марля арт. 6498. Вариант III					
Сновальная машина	0,60	0,62	1	1	–
Шлифовальная машина	0,96	1,01	1	1	–
Ткацкий станок	166	172,9	173	173	–
Бязь арт. 299. Вариант IV					
Сновальная машина	0,35	0,36	1	–	1
Шлифовальная машина	0,41	0,43	1	–	1
Ткацкий станок	105	109,3	110	110	–
Марля арт. 6498. Вариант IV					
Сновальная машина	0,30	0,31	1	–	1
Шлифовальная машина	0,48	0,50	1	–	1
Ткацкий станок	83	86,4	87	87	–

Таблица 5.9. Количество установленного оборудования для различных вариантов подготовки основ по сокращенной и традиционной технологиям

Вид оборудования	Количество оборудования			
	Бязь арт.29 9	Марля арт.6498	Бязь арт.29 9	Марля арт.6498
Вариант I	Сокращенная технология		Традиционная технология	
Ткацкий станок	805	630	805	630
Сновальная машина	1	1	3	3
Сновально-шлихтовальный агрегат	4	4	–	–
Шлихтовальная машина	–	–	4	4
Вариант II	Сокращенная технология		Традиционная технология	
Ткацкий станок	403	315	403	315
Сновальная машина	1	1	2	2
Сновально-шлихтовальный агрегат	2	2	–	–
Шлихтовальная машина	–	–	2	2
Вариант III	Сокращенная технология		Традиционная технология	
Ткацкий станок	219	173	219	173
Сновальная машина	1	1	1	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	1	1	–	–
Шлихтовальная машина	–	–	1	1
Вариант IV	Сокращенная технология		Традиционная технология	
Ткацкий станок	110	87	110	87
Сновальная машина	1	1	1	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	1	1	–	–
Шлихтовальная машина	–	–	1	1

Анализ таблицы 5.9 показывает, что число шлихтовальных машин в составе сновально-шлихтовальных агрегатов при сокращенной технологии подготовки основ практически равно их количеству в эквивалентных размерах традиционной технологии.

Снижение количества установленных сновальных машин при переходе от традиционной к эквивалентной сокращенной технологии возможно лишь при определенных режимах работы оборудования. Наибольший эффект от такого снижения достигается в случае, когда при сокращенной технологии установлена одна сновальная машина и она полностью загружена в две смены обслуживанием соответствующего количества сновально-шлихтовальных агрегатов (Вариант I). Несколько меньший эффект будет, если эта сновальная машина будет полностью загружена в одну смену (Вариант II, таблица 5.9).

При достаточно малом числе обслуживаемых ткацких станков снижение количества установленного оборудования при сокращенной технологии по сравнению с традиционной будет отсутствовать (см. Варианты III и IV таблицы 5.9).

В отличие от сматывания нитей с партии сновальных валов на стойке шлихтовальной машины при традиционной технологии, пряжа с одного сновального вала на сновально-шлихтовальном агрегате будет сматываться полностью. Поэтому при сокращенной технологии следует ожидать значительного снижения отходов пряжи по сравнению с традиционной технологией.

5.3 Сравнительный анализ количества отходов пряжи при сокращенной и традиционной технологии подготовки основ

При подготовке основ в приготовительном отделе ткацкой фабрики с применением сновально-шлихтовального агрегата ИГТА и способе обслуживания его, указанном в подразделе 2.1, отходы пряжи (рисунок 5.2) будут складываться из следующих составляющих:

- процент отходов $U_{инт}$ со шпулярика сновально-шлихтовального агрегата;
- отходы $U_{сн}$ при подготовке валов на сновальной машине;

- процент отходов Y_{θ} от связывания нитей при смене сновального вала и от протаскивания узлов нитей после смены ставки бобин в шпулярнике агрегата.

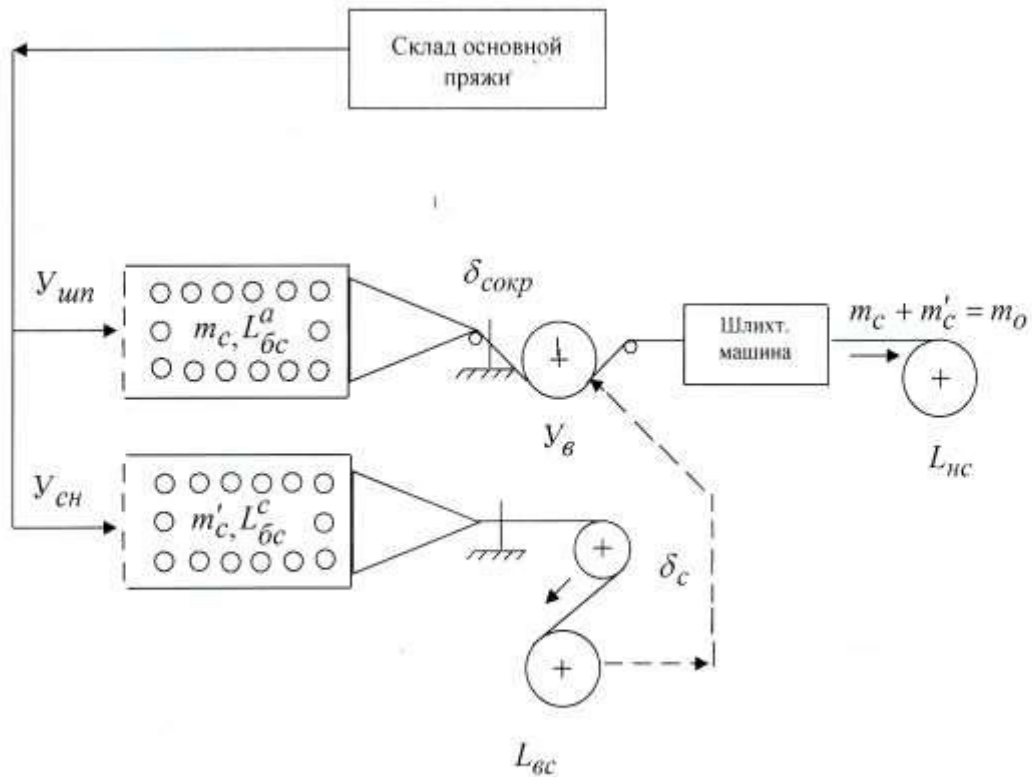


Рисунок 5.2. Схема, поясняющая образование отходов пряжи по сокращенной технологии

Проценты этих отходов соответственно будут:

$$Y_{шп} = \frac{l_{см} + l_{обр} n_{шп} + l_{сн}^a}{L_{бс}^a} \cdot 100, \quad (5.26)$$

$$Y_{сн} = \frac{l_{см} + l_{обр} n_{сн} + l_{сн}^c / 2}{L_{бс}^c} \cdot 100, \quad (5.27)$$

где согласно [10]:

$l_{см} = 0,75$ м – длина нити от старой и новой бобин, необходимая для связывания узлов при смене питающей паковки;

$l_{обр} = 6$ м – длина нити, теряемая при ликвидации обрыва нити в шпулярнике;

$l_{CH}^a, l_{CH}^c/2$ - длина нитей, теряемая при протаскивании узлов соответственно через рядок на выходе сновально-шлихтовального агрегата и сновальной машины [10], [34].

$n_{унп}, n_{сн}$ - соответствующее количество обрывов, приходящихся на одну бобину:

$$n_{унп} = \mathcal{C}_{ош}^a \cdot L_{бс}^a \cdot 10^{-6}, \quad (5.28)$$

$$n_{сн} = \mathcal{C}_{ош}^c \cdot L_{бс}^c \cdot 10^{-6}; \quad (5.29)$$

$L_{бс}^a, \mathcal{C}_{ош}^a, L_{бс}^c, \mathcal{C}_{ош}^c$ - сопряженная длина нити на бобине (м) и число обрывов, приходящихся на 1 млн. м. одиночной нити, соответственно в шпулярнике сновально-шлихтовального агрегата и сновальной машины.

Согласно (2.30) и (2.31) имеем:

$$l_{сн}^a = 6 + 0,0216 \cdot m_c, \text{ м}, \quad (5.30)$$

$$l_{сн}^c = 6 + 0,0216 \cdot m'_c, \text{ м}. \quad (5.31)$$

Процент отходов со сновального вала

$$Y_{в} = \frac{l_M + \frac{l_{сн}^a}{n_{в}}}{L_{вс}} \cdot 100, \quad (5.32)$$

где $l_M = 1,4$ м – длина мягкой пряжи, теряемая при смене сновального вала (см. формулы (2.28) и (2.29));

$L_{вс}$ - сопряженная длина пряжи на валу, м;

$n_{в}$ - число сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин на агрегате.

В соответствии со схемой на рисунке 5.2 суммарный процент отходов основной пряжи в приготовительном отделе при сокращенной технологии будет:

$$Y_{сокp} = Y_{унп} \cdot \frac{m_c}{m_o} + (Y_{сн} + Y_{в}) \cdot \frac{m'_c}{m_o}. \quad (5.33)$$

С учетом (2.1) и (2.2) последнюю формулу можно записать в виде:

$$Y_{сокp} = 0,01 \cdot Y_{шт} \cdot \delta_{сокp} + 0,01 \cdot (Y_{сн} + Y_{в}) \cdot \delta_{сн}, \quad (5.34)$$

где как и ранее $\delta_{сн}$ и $\delta_{сокp}$ соответственно процент остающейся сновки и сокращения ее на агрегате.

Поскольку $\delta_{сн} = 100 - \delta_{сокp}$, выражение (5.34) можно записать как:

$$Y_{сокp} = Y_{сн} + Y_{в} + 0,01 \cdot \delta_{сокp} (Y_{шт} - Y_{сн} - Y_{в}). \quad (5.35)$$

Из этой формулы видно, что в случае полного сокращения процесса снования ($\delta_{сокp} = 100\%$) суммарный процент отходов на агрегате будет:

$$Y_{сокp} = Y_{шт}, \quad (5.36)$$

то есть отходы в пригготовительном отделе будут образовываться лишь на шпулярнике агрегата. Если же $\delta_{сокp} = 0$, то процесс будет проходить по классической технологии, для которой в формуле (5.35) $Y_{в} = Y_{шт}$.

При традиционной (классической) технологии процент отходов основной пряжи складывается из отходов при сновании, определяемых по формуле (5.27), и отходов в шлихтовании [35]:

$$Y_{шт} = \frac{l_1 + l_2 (n_c - 1) / n_c + l_3}{L_{вс}} \cdot 100, \quad (5.37)$$

где $l_1 = 2,5$ м – длина мягких концов, отрезаемых при соединении пряжи со всех сновальных валов в одно полотно;

l_2 - средняя длина мягких концов, остающихся на сновальных валах после доработки шлихтовальной партии, м, $l_2 = (0,1 \div 0,2)\%$ от $L_{вс}$;

l_3 - длина клееных концов, идущая в отходы в зависимости от типа шлихтовальной машины, м ($l_3 = 26$ м для бязи при 11 сушильных барабанах и $l_3 = 16$ для марли при 5 сушильных барабанах);

n_c - число сновальных валов в шлихтовальной партии.

Суммарные отходы при традиционной (не сокращенной) технологии подготовки основ будут:

$$Y_{трад} = Y_{сн} + Y_{шт}. \quad (5.38)$$

Для расчета по указанным формулам в таблице 5.10 приведены параметры подготовки основ к выработке исследуемых артикулов тканей по разным технологиям.

Используя данные таблицы 5.10, по формулам (5.28) – (5.31), (5.26), (5.27) и (5.32) при подготовке основ по сокращенной технологии получаем:

- для ткани бязь арт. 299:

$$n_{шт} = n_{сн} = 2,5 \cdot 41086 \cdot 10^{-6} = 0,103 \text{ обр},$$

$$l_{сн}^a = 6 + 0,0216 \cdot 1100 = 29,8 \text{ м},$$

$$l_{сн}^c = 6 + 0,0216 \cdot 888 = 25,2 \text{ м},$$

Таблица 5.10. Исходные данные для расчета и анализа процента отходов при подготовке основ к ткачеству

Параметры	Технология подготовки основ:			
	Сокращенная		Традиционная	
	Бязь арт. 299	Марля арт. 6498	Бязь арт. 299	Марля арт. 6498
$L_{бс}^a, м$	41086	90000	–	–
$L_{бс}^c, м$	41086	90000	41690	90000
$L_{вс}, м$	8135	29707	13281	22447
m_o	1988	1098	1988	1098
m_c	1100	588	–	–
m'_c	888	510	497	549
$\delta_{сокp}, \%$	55,3	53,5	–	–
n_6	5	3	–	–

Окончание таблицы 5.10

Параметры	Технология подготовки основ:			
	Сокращенная		Традиционная	
	Бязь арт. 299	Марля арт. 6498	Бязь арт. 299	Марля арт. 6498
n_c	–	–	4	2
$Ч_{ош}^a, \frac{обр}{1млн.м.}$	2,5	3,0	2,5	3,0
$Ч_{ош}^c, \frac{обр}{1млн.м.}$	2,5	3,0	2,5	3,0

Примечание. Параметры этой таблицы для сокращенной технологии взяты из таблицы 4.3, а для традиционной (обычной) технологии получены путем расчета паковок по известной методике [10, 35].

$$Y_{шп} = \frac{0,75 + 6 \cdot 0,103 + 29,8}{41086} \cdot 100 = 0,076 \%,$$

$$Y_{сн} = \frac{0,75 + 6 \cdot 0,103 + (25,2/2)}{41086} \cdot 100 = 0,034 \%,$$

$$Y_{в} = \frac{1,4 + 29,8/5}{8135} \cdot 100 = 0,090 \%,$$

- для ткани марля арт. 6498:

$$n_{шп} = n_{сн} = 3,0 \cdot 90000 \cdot 10^{-6} = 0,270 \text{ обр},$$

$$l_{сн}^a = 6 + 0,0216 \cdot 588 = 18,7 \text{ м},$$

$$l_{сн}^c = 6 + 0,0216 \cdot 510 = 17,0 \text{ м},$$

$$Y_{шп} = \frac{0,75 + 6 \cdot 0,27 + 18,7}{90000} \cdot 100 = 0,023 \%,$$

$$Y_{сн} = \frac{0,75 + 6 \cdot 0,27 + (17,0/2)}{90000} \cdot 100 = 0,012 \%,$$

$$Y_{в} = \frac{1,4 + 18,7/3}{29707} \cdot 100 = 0,026 \%.$$

По формулам (5.29), (5.31), (5.27) и (5.37) и исходным данным таблицы 5.10 при подготовке основ по традиционной (не сокращенной) технологии находим:

- для ткани бязь арт. 299:

$$n_{CH} = 2,5 \cdot 41690 \cdot 10^{-6} = 0,104 \text{ обр},$$

$$l_{CH}^c = 6 + 0,0216 \cdot 497 = 16,7 \text{ м},$$

$$Y_{CH} = \frac{0,75 + 6 \cdot 0,104 + 16,7}{41690} \cdot 100 = 0,042 \%,$$

$$Y_{шл} = \frac{2,5 + 19,9(4 - 1)/4 + 26}{13281} \cdot 100 = 0,327 \%,$$

здесь в формуле (5.37) принято: $l_2 = \frac{0,15 \cdot 13281}{100} = 19,9 \text{ м};$

- для ткани марля арт. 6498:

$$n_{CH} = 3,0 \cdot 90000 \cdot 10^{-6} = 0,270 \text{ обр},$$

$$l_{CH}^c = 6 + 0,0216 \cdot 549 = 17,8 \text{ м},$$

$$Y_{CH} = \frac{0,75 + 6 \cdot 0,270 + 17,8}{90000} \cdot 100 = 0,022 \%,$$

$$Y_{шл} = \frac{2,5 + 33,6(2 - 1)/2 + 16}{22447} \cdot 100 = 0,157 \%,$$

здесь в (5.37) $l_2 = \frac{0,15 \cdot 22447}{100} = 33,6 \text{ м}.$

Согласно (5.35) и (5.38) суммарный процент отходов при сокращенной и традиционной технологии подготовки основ соответственно будут:

- для ткани бязь арт. 299:

$$Y_{сокр} = 0,034 + 0,090 + 0,01 \cdot 55,3(0,076 - 0,034 - 0,090) = 0,097 \%,$$

$$Y_{трад} = 0,042 + 0,327 = 0,369 \%;$$

- для ткани марля арт. 6498:

$$Y_{сокр} = 0,012 + 0,026 + 0,01 \cdot 53,5(0,023 - 0,012 - 0,026) = 0,030 \%,$$

$$Y_{трад} = 0,022 + 0,157 = 0,179 \%.$$

Сокращение λ_{oc} отходов пряжи при подготовке основ с применением сновально-шлихтовальных агрегатов по сравнению с классической (традиционной) технологией составит:

- для ткани бязь арт. 299: $\lambda_{oc} = 0,369 / 0,097 = 3,8$,
- для ткани марля арт. 6498: $\lambda_{oc} = 0,179 / 0,030 = 5,96 \cong 6,0$.

Таким образом, применение сновально-шлихтовальных агрегатов при сокращенной технологии подготовки основ позволяет значительно снизить отходы пряжи по сравнению с классической технологией. Как видим в случае выработки ткани бязь арт. 299 отходы сокращаются почти в 4 раза, а при выработке ткани марля арт. 6498 – в 6 раз.

Следует отметить, что, по сравнению с классической технологией подготовки основ, отходы пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате могут быть снижены еще в большей степени [57]. С этой целью после смены ставки бобин необходимо предусмотреть отрезание длины нитей с узлами в отходы в зоне сновального вала 2 (см. рисунок 2.2), а не на выходе сновально-шлихтовального агрегата. Однако в данном случае возникают дополнительные простои агрегата, обусловленные последующим связыванием нитей, идущих со шпулярника. Таким образом, узловязальная машина, установленная перед тянущим валом 7 (рисунок 2.2), будет занята связыванием нитей, идущих как со сновального вала 2 при его смене, так и со шпулярника агрегата после протаскивания узлов от смены ставки бобин. Время работы узловязальной машины возрастет в 2-2,5 раза, что отрицательно скажется на производительности процесса и качестве подготовки ткацких навоев.

5.4. Выводы

1. Для подготовки основ к ткачеству с применением сновально-шлихтовальных агрегатов конструкции ИГТА разработана методика расчета сопряженности оборудования, позволяющая определять:

- количество агрегатов, сопряженных с одной сновальной машиной, и число ткацких станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом;

- количество ткацких станков для полной загрузки одной сновальной машины.

2. На примере подготовки основ к выработке тканей бязь арт. 299 и марля арт. 6498 при двухсменном графике работы выявлены 4 наиболее характерных сопряженных варианта работы оборудования по сокращенной технологии:

- одна сновальная машина загружена полностью в две смены (вариант I), или в одну смену (вариант II);

- полностью загружен в две смены один сновально-шлихтовальный агрегат (вариант III), или же он загружен в одну смену (вариант IV).

3. Для сравнительного анализа подготовки основ по традиционной и сокращенной технологиям впервые введено понятие эквивалентных режимов работы оборудования, когда в обеих технологиях обеспечивается выработка одного и того же вида ткани при полной загрузке равного количества однотипных ткацких станков.

4. Выявлены условия наиболее эффективного использования сновально-шлихтовальных агрегатов за счет снижения числа сновальных машин по сравнению с традиционной технологией. Эти условия заключаются в том, чтобы при сокращенной технологии была установлена одна сновальная машина и она была бы полностью загружена в две смены обслуживанием соответствующего количества сновально-шлихтовальных агрегатов (вариант I таблицы 5.8). Несколько меньший эффект будет, если эта сновальная машина будет полностью загружена в одну смену (вариант II таблицы 5.8).

5. Разработана методика расчета отходов пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате. Показано, что эти отходы складываются из отходов со шпулярника агрегата, отходов при подготовке валов на сновальной машине и отходов от связывания нитей при смене сновального вала с учетом протаскивания узлов нитей после смены ставки бобин в шпулярнике агрегата.

6. Применение сновально-шлихтовальных агрегатов при сокращенной технологии подготовки основ позволяет значительно снизить отходы пряжи по сравнению с классической технологией. Показано, что в случае выработки ткани бязь

арт. 299 отходы сокращаются почти в 4 раза, а при выработке ткани марля арт. 6498 – в 6 раз.

7. Экономическая эффективность от использования сновально-шлихтовальных агрегатов образуется за счет уменьшения количества сновальных машин и высвобождения занятых ими производственных площадей, сокращения числа сновальщиц, а также за счет экономии сырья на отходах. Оценка ожидаемого экономического эффекта приведена в Приложении Г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги выполненного исследования

1. Анализ состояния проблемы создания сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству с применением сновально-шлихтовальных агрегатов показал следующее:

- сновально-шлихтовальный агрегат конструкции ИГТА реализует при определенных условиях наиболее предпочтительный способ агрегирования шлихтовальной машины со шпулярником, так как за счет включения в него сновального вала решается компромиссная задача не полного, а частичного сокращения процесса партионного снования. Агрегат сочетает в себе элементы обычной (классической) и новой (сокращенной) технологий подготовки основ к ткачеству;

- ассортиментные возможности сновально-шлихтовального агрегата ограничиваются выработкой тканей с плотностью $P_o \leq 220 - 240$ нит./дм, ширина полотна основы которых содержит до 2000 нитей на однонавойных и до 4000 нитей на двухнавойных ткацких станках;

- наличие сновального вала в агрегате ИГТА позволяет уменьшить глубину шпулярника, а также существенно снизить отходы пряжи по сравнению с обычной (классической) технологией. Однако широкие исследования данного сновально-шлихтовального агрегата не проводились. Отсутствуют методики определения его технологических режимов, организационных условий применения сокращенной технологии и обоснование наиболее эффективных вариантов в ее применения.

2. В данной работе предложена технологическая схема практической реализации сновально-шлихтовального агрегата ИГТА и определены рабочие операции по его обслуживанию. Получены расчетные формулы для оценки величины сокращения процесса партионного снования. Показано, что процент этого сокращения зависит от сопряженного числа нитей на паковках и ограничивается допусти-

мой емкостью шпулярника на агрегате и чрезмерной бугристостью намотки сновального вала.

3. Предложены условия сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА, предусматривающие наработку из ставки бобин шпулярника и длины нитей на сновальном валу соответствующего целого числа ткацких навоев. Разработана общая методика расчета сопряженности паковок, включающая в себя два возможных расчета, в зависимости от количества сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин,

4. В первом способе расчета сопряженности паковок (когда количество сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин агрегата, будет дробным числом) предложена методика составления таблицы (технологической карты) смены сновальных валов. Определено, что характерной особенностью этой таблицы является наличие периода (раппорта) ставок. Получены формулы для расчета периода ставок, количества наработанных за этот период ткацких навоев и сработанных сновальных валов.

5. С использованием экспериментальной номограммы впервые получены расчетные формулы для определения скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА.

6. Скорость сматывания нитей с бобин шпулярника, равная скорости процесса подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате, в 6-8 раз меньше скорости снования. В этих условиях для исследуемых видов пряжи на экспериментальном стенде получены адекватные математические модели для натяжения нитей, позволяющие определять величину шайбовой нагрузки в натяжном приборе шпулярника агрегата, необходимую для создания рекомендуемого натяжения нити при заданной скорости процесса.

7. Для поддержания постоянным натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, постоянным и равным натяжению нитей, идущих с бобин шпулярника агрегата, предложено использовать специальное тормозное устройство. Разработана методика расчета параметров его настройки.

8. Получена методика расчета отходов пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате.

9. Разработана методика расчета и оптимизации производительности сновально-шлихтовального агрегата ИГТА, содержащая:

- расчетные формулы для определения времени обслуживания каждой операции на агрегате при наработке ткацкого навоя и общую формулу для расчета производительности агрегата;

- условия оптимизации и порядок расчета оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата, при которой обеспечивается его наибольшая производительность.

10. Разработана методика расчета сопряженности оборудования при подготовке основ по сокращенной технологии на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА, которая позволяет определять:

- количество агрегатов, сопряженных с одной сновальной машиной, и число ткацких станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом;

- количество ткацких станков, необходимых для полной загрузки одной сновальной машины;

- условия наиболее эффективного использования сновально-шлихтовальных агрегатов по сравнению с традиционной (классической) технологией подготовки основ к ткачеству.

11. Разработанные в диссертации общие методики расчета параметров и анализ сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству, а также обоснование ее эффективности рассмотрено на примере выработки хлопчатобумажных тканей бязь арт. 299 и марля арт. 6498 в условиях базового предприятия ОАО «Навтекс» (Ивановская обл.).

12. Экономическая эффективность от использования сновально-шлихтовальных агрегатов ИГТА образуется за счет уменьшения количества сновальных машин, сокращения числа сновальщиц, а также экономии (в 4 – 6 раз) сырья на отходах. Ожидаемый экономический эффект от использования одного из благоприятных вариантов применения сокращенной технологии подготовки ос-

нов к ткачеству для исследуемых артикулов тканей составляет: при подготовке основ для выработки ткани бязь арт. 299 – 894618 рублей, а для ткани марля арт. 6498 – 511334 рубля. Результаты исследований внедрены в учебный процесс кафедры технологии и проектирования текстильных изделий текстильного института ИВГПУ.

Рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы

Проведенные исследования могут служить основой для составления технологического задания на проектирование опытно-промышленного образца сновально-шлихтовального агрегата ИГТА.

С учетом ограничений на допустимую максимальную емкость шпулярника агрегата данная технология может быть использована при выработке тканей с увеличенным количеством нитей в основе с двух ткацких навоев современных ткацких станков, например, бесчелночных типа СТБУ и станков передовых зарубежных фирм: «Sulzer-Ruti» (Швейцария), «Dornier» (Германия), «Picanol» (Бельгия) и других, у которых максимальная ширина заправки ткани по берду находится в пределах от 220 до 280 см. Возможность формировать сновальные валы для сновально-шлихтовального агрегата из нитей, отличных от нитей на бобинах шпулярника, позволяет существенно расширить ассортимент вырабатываемых тканей.

Предложенные технологические и технические решения могут быть использованы технологами для реализации сокращенной технологии подготовки пряжи к ткачеству, а также конструкторами при создании промышленных образцов сновально-шлихтовальных агрегатов.

В реализации указанных рекомендаций заключаются перспективы дальнейшей разработки данной темы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горицкий, С.Г. К вопросу о сокращении технологического процесса подготовки основной пряжи к ткачеству/С.Г. Горицкий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1958. - № 1. – С. 52-61.
2. Горицкий С.Г. Агрегирование технологического процесса подготовки основной пряжи к ткачеству/С.Г. Горицкий // Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности. – 1970. - № 1. – С. 71-75.
3. Милюкова, Л.А. Подготовка пряжи на агрегате «Тсудакома» / Л.А. Милюкова, Е.Н. Жесткова, В.Н. Кокшаров // Текстильная промышленность. – 1976. - № 8. – С. 53-55.
4. Маховер В.Л. Совершенствование и анализ процессов на шлихтовальных машинах. Книга 1 / В.Л. Маховер. – Иваново: ИГТА, 2003.-356 с.
5. Финкельштейн А, Б. Новая техника и технология хлопкопрядильного производства / А.Б. Финкельштейн, С.Г. Горицкий, Э.С. Морыганова – М.: Легкая индустрия, 1966. – 304 с.
6. Разработка сокращенного процесса подготовки основной пряжи к ткачеству. Составление технологического задания на проектирование сновально-шлихтовального агрегата: Отчет о НИР/ЦНИХБИ: Рук. Э.А. Оников. - № ГР70040158; инв. № Б331939. – М., 1974. – 59 с.
7. Изыскание путем снижения обрывности нитей и сокращения числа переходов в льноткацком производстве: Отчет о НИР/ЦНИИЛВ: Рук. Р.Д. Дружинина. - № ГР74032670; инв. № Б441842. – М., 1974. – 149 с.
8. Вахромеева, Р.И. О сокращении технологического процесса подготовки основной льняной пряжи к ткачеству/ Р.И. Вахромеева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1976. - № 2. – С. 74 - 77.
9. Создание сновально-шлихтовального и сновально-перегонного агрегата с использованием емкого шпулярника ША-2640, разработанного институтом: Отчет о НИР/ГрузНИИТП: Рук. А.И. Дадунашвили. - № ГР73029304; инв. № Б352168. – Тбилиси, 1973. – 144 с.

10. Хлопкоткачество: Справочник, 2-е изд., перераб. и доп./Под ред. П.Т. Букаева. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 576 с.
11. Лиманаускас, П.В. О конструкции шпуляриков / П.В. Лиманаускас // Текстильная промышленность. – 1961. - № 8. – С. 157 - 165.
12. Рогозин В.В. Исследование и совершенствование процесса снования пряжи пневмомеханического прядения. – дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. Кострома, 1983.
13. Изыскание возможности увеличения емкости шпулярика: Отчет о НИР/ГрузНИИТП: Рук. А.И. Дадунашвили. - № ГР70010727; инв. № Б319384. – Тбилиси, 1970. – 42 с.
14. Смирнова, Т.В. Аналитический обзор различных технологических схем сновально-шлихтовальных агрегатов / Т.В. Смирнова // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс – 2007): сборник материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА. – Иваново, 2007. – Ч. 1. - С. 35-36.
15. Смирнова, Т.В. Анализ различных технологических схем сновально-шлихтовальных агрегатов / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер, А.Д. Ефремов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008. - №1. - С. 39 – 43.
16. Оников, Э.А. Влияние заправочной скорости шлихтовальной машины на обрывность основы на ткацком станке / Э.А. Оников, В.И. Шурупов // Новое в технике и технологии производства хлопчатобумажных тканей: сборник научн. трудов ЦНИХБИ. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1982. – С. 21 - 24.
17. Пат. 1541320 Российская Федерация, МКИ Д 06 В 3/06, Д02Н 1/00. Устройство для приготовления основных нитей к ткачеству / Ерохин Ю.Ф., Маховер В.Л., Гарелин В.Н. Опубл. 07.02.90. Бюл. 5.
18. Ерохин, Ю.Ф. Устройство для сматывания нитей и формирования их в полотно на шлихтовальных машинах / Ю.Ф. Ерохин, В.Л. Маховер, В.М. Тихомиров // Проблемы развития текстильной и легкой промышленности в современных условиях (Прогресс-92): тез. докл. междунар. научно-техн. конф. / ИвТИ. – Иваново, 1992.- С. 96.

19. Маховер, В.Л. Сновально-шлихтовальный агрегат / В.Л. Маховер, Ю.Ф. Ерохин, В.Н. Гарелин // Современные тенденции развития технологии и техники текстильного производства (Прогресс-93): тез. докл. междунар. научн.-техн. конф. / ИвТИ. – Иваново, 1993. - С. 66.

20. Гарелин, В.Н. Способ формирования ткацкого навоя на шлихтовальных или иных машинах / В.Н. Гарелин, В.М. Тихомиров, В.Л. Маховер, Ю.Ф. // Разработка, совершенствование и оптимизация технологического процесса ткачества: межвузовский сборник научн. трудов. / ИвТИ. – Иваново, 1993.-С. 83-84.

21. Маховер, В.Л. К вопросу частичного сокращения процесса партионного снования на сновально-шлихтовальном агрегате / В.Л. Маховер, Ю.Ф. Ерохин, В.Н. Гарелин // Проблемы развития чистых технологий в текстильной и легкой промышленности (Прогресс-94): тез. докл. междунар. научно-техн. конф. / ИГТА. – Иваново, 1994. – С. 63-64.

22. Разработка сновально-шлихтовального агрегата для подготовки пряжи к выработке тканей малых и средних поверхностных плотностей: Отчет о НИР/ИГТА: Рук. В.Л. Маховер.-№ ГР 01. 930000342.- Иваново, 1995.- 66 с.

23. Иванов, С.Н. Универсальный бобинодержатель / С.Н. Иванов //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1972.- № 1. - С. 60-64.

24. Смирнова, Т.В. Особенности обслуживания сновально-шлихтовального агрегата конструкции ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2009): сборник материалов межвузовской научно-техн. конф. аспирант. и студ.- Иваново, 2009.- Ч. 1. - С. 65-66.

25. Смирнова, Т.В. Технология подготовки пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате конструкции ИГТА / Т.В. Смирнова // Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения (ТЕХТЕКСТИЛЬ -2010): сборник материалов всероссийской научно-техн. конф. / ДИТиД. - Димитровград, 2010. - С. 185-186.

26. Авторское свидетельство 1253926 СССР, МКИ В65Н 75/28, Д02Н 13/36. Рулонодержатель текстильной машины / А.В. Булыгин, В.Л. Маховер Оубл. 30.08.86. Бюл. № 32. - С. 97.

27. Смирнова, Т.В. Оценка величины сокращения процесса партионного снования при подготовки основ с применением сновально-шлихтовального агрегата ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2012, -№ 1.-С. 63-66.

28. Меркурьев, М.А. Применение элементов автоматики и устройств вычислительной техники в системах управления в текстильной промышленности / М.А. Меркурьев, В.Н. Егоров. - Иваново: ИвГУ, 1981. С. 34 - 40.

29. Паникратов, С.К. Влияние нецилиндричности намотки основных паковок на процесс ткачества: дис. канд. техн. наук. - Иваново: ИвТИ, 1990.

30. Смирнова, Т.В. Расчет сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер В.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008. - №4. - С. 49 – 52.

31. Смирнова, Т.В. Условия сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2008): сборник материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА. – Иваново, 2008.- С. 64-65.

32. Маховер, В.Л. Анализ условий сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / В.Л. Маховер, Т.В. Смирнова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.- 2012. - № 2.- С. 62-65.

33. Оников, Э.А. Справочник по хлопкоткачеству / Э.А. Оников, П.Т. Букаев, А.П. Алленова и др.; под общ. ред. Э.А. Оникова. М.: Легкая индустрия, 1979. - 487 с.

34. Оников, Э.А. Проектирование ткацких фабрик: учебник для вузов / Э.А. Оников.-М.: Информ – Знание, 2005.- 432 с.

35. Маховер, В.Л. Основы проектирования ткацких производств / В.Л. Маховер, Г.В. Васильева, И.С. Бобылькова. - Иваново: ИГТА, 2008.-220 с.

36. Оников, Э.А. Технология, оборудование и рентабельность ткацкого производства: практическое пособие-справочник / Э.А. Оников. – М.: Текстильная промышленность, 2003. - 320 с.

37. Маховер, В.Л. Совершенствование и анализ процессов на шлихтовальных машинах. Кн. 2 / В.Л. Маховер. – Иваново: ИГТА, 2003. – 356 с.

38. Маховер, В.Л. Расчетные формулы для определения скорости шлихтования хлопчато-бумажной пряжи / В.Л. Маховер, Г.С. Зарубина, Т.В. Смирнова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009.- №4, С. 51-54.

39. Машина шлихтовальная барабанная ШБ-Л-3М. Паспорт ШБ-Л-3М ПС. Включает исполнения: ШБ-11/140-Л-3М-2; ШБ-11/140-Л-3М-1. Ивановский НИ-ЭКМИ.- 1989. - 108 с.

40. Дружинина, Р.Д. Льноткачество: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп./ Р.Д. Дружинина, А.Б. Брут-Бруляко, И.М. Иванникова и др. под ред. Р.Д. Дружиной – М.: Легпромбытиздат, 1985. - 424 с.

41. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, Семендяев К.А. - М.: Физматгиз, 1962. - 608 с.

42. Приказ Министра легкой промышленности СССР от 16 августа 1973 г. № 456 «Временные отраслевые нормы расхода пряжи на выработку 100 м суровых хлопчатобумажных, меланжевых, штапельных и технических тканей». – М., 1973.

43. Маховер, В.Л. Вероятностные методы исследования технологических процессов ткацкого производства / В.Л. Маховер. - Иваново: ИГТА, 2013.-512 с.

44. Ефимов Н.В. Квадратичные формы и матрицы.- М.: Наука, 1972. -159 с.

45. Патент РФ на полезную модель № 64637. Электротензометрическое устройство для измерения натяжения основной нити на ткацком станке / Н.М. Сокин, Т.В. Денисова (Смирнова), М.В. Комиссарова, И.Г. Максимов. - Оpubл. 10.07.2007. Бюл. № 19.

46. Маховер, В.Л. Натяжение нитей основы на стойках шлихтовальных машин / В.Л. Маховер. - Ярославль: Верхне-Волжское изд-во, 1977.-159 с.

47. Маховер, В.Л. Определение истинного приклея пряжи при замене клеящих веществ шлихты / В.Л. Маховер, Л.Б. Тихановская // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 1995. - № 5. - С. 39-43.

48. Смирнова, Т.В. Нормализация режима натяжения нитей на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2010): сборник материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА.- Иваново, 2010. - С. 32-33.

49. Поляк, Т.Б. Организация, планирование и управление ткацким производством: Учебник для вузов / Т.Б. Поляк, Е.А. Стерлин, А.А. Летуновская. - М.: Легпромбытиздат, 1986.-264 с.

50. Маховер, В.Л. Уточнение методики определения оптимальной ставки бобин при партионном сновании / В.Л. Маховер, В.Б. Микаелян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999. - №4.- С. 39-43.

51. Смирнова, Т.В. Расчет производительности сновально-шлихтовального агрегата ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.- 2012. - №3.- С. 56-59.

52. Смирнова, Т.В. Расчет производительности сновально-шлихтовального агрегата конструкции ИГТА / Т.В. Смирнова // Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (ТЕКСТИЛЬ – 2009): тез. докл. междунар. научно-техн. конф. / МГТУ им. Косыгина.- Москва, 2009.- С. 92-93.

53. Маховер, В.Л. Определение оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / В.Л. Маховер, Т.В. Смирнова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2012. - №5. - С. 70-73.

54. Ефремов, Е.Д. Технологический процесс снования пряжи в текстильном производстве / Е.Д. Ефремов, А.М. Кислякова, Г.К. Попова. – Ярославль.- 1977.- 240 с.

55. Смирнова, Т.В. Оптимизация величины ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой про-

мышленности (Прогресс-2012): сборник материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА. - Иваново, 2012.- Ч. 1. - С. 32-33.

56. Смирнова, Т.В. Определение режимов работы и количества сопряженного оборудования при подготовке основ с применением сновально-шлихтовальных агрегатов ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2013.-№1.- С. 70-73.

57. Смирнова, Т.В. Анализ количества отходов пряжи при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата конструкции ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Инновации молодежной науки: сб. научных трудов всероссийской научной конф. в 4 ч. Ч. 4/ СПбГУТиД. – СПб, 2011. - С. 240-241.

58. Смирнова, Т.В. Исследование натяжения нити при сматывании ее с бобины шпуляричника на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск – 2014): ИГТА. - Иваново, 2014.- Ч. 1. - С. 39-40.

59. Шурупов, В.И. Некоторые особенности шлихтования пряжи безверетенного способа прядения / В.И. Шурупов // Текстильная промышленность.- 1980. - №4. - С. 38-40.

60. Оников, Э.А. Проектирование технологических процессов ткацкого производства (Проектирование технологии тканей):учебник для вузов / Э.А. Оников, С.Д. Николаев.-М.: Информ – Знание, - 2010. - 328 с.

61. Воронин, С.Ю. Расстановка технологического оборудования ткацкого производства в среде графического редактора «Компас-3D»: учебное пособие / С.Ю. Воронин, Н.М. Сокерин, Р.В. Быкадоров. - Иваново: ИГТА, 2011. - 108 с.

62. Брут-Бруляко А.Б. Оборудование ткацких предприятий: учебное пособие / А.Б. Брут-Бруляко, В.А. Тягунов и др. - Кострома: КГТУ, 2009.- 131 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица А.1. Ассортиментные возможности нового сновально-шлихтовального агрегата [22]

Наименование ткани	Артикул	Ширина ткани, см	Число нитей в основе	Линейная плотность нитей, текс	Поверхностная плотность ткани, г/м ²
1	2	3	4	5	6
1. Бязь	122	91	1980	34	153
2. Бязь	127	90,5	2088	29БД	146
3. Бязь	128	77	1926	29	162
4. Бязь	142	90,5	2088	29БД	140
5. Бязь	147	91	1980	36БД	147
6. Ткань для пеленок	286	107	1844	29	83
7. Бязь	299	92,5	1988	42	176
8. Маль-маль	353	90	2030	20	80
9. Гарус крученный	703	84,1	912	34×2	181
10. Далемба	716	89,5	2038	25	166
11. Ткань рубашечная Любава хлопкополиэфирная	719	90,5	1608	42 33%ВПэф	148
12. Ткань рубашечная Турист меланжевая	874	96	1766	18,5×2	148
13. Репс	876	94,3	2056	15,4×2	140
14. Ткань плательно-костюмная	1080	93,5	855	110	240
15. Ткань Зарянка	1090	99	1804	18,5×2	120
16. Ткань плательная Дружба	1095	91	1416	29 33%ВПэф	107
17. Ткань плательная Алевтина	1097	95,7	1570	29 БД	125
18. Ткань плательная Ленок	1173	89	1898	42	168
19. Ткань плательно-рубашечная Тополинка	1182	97,7	1584	29×2	207

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
20. Ткань плательная Леночек	1186	90	1896	42	163
21. Ткань плательно-рубашечная Чайка	1274	95,8	2088	18,5×2	146
22. Ткань плательно-рубашечная Искринка	1285	95,8	2088	25 БД	118
23. Ткань плательная Нара	1300	90	1755	42 БД	155
24. Ткань плательно-рубашечная пестротканая	1302	97,3	1712	25 БД	98
25. Ткань плательно-блузочная Марика	1414	89	1287	29 БД	96
26. Ткань Модная	1415	90	1392	29	90
27. Кисея	1436	86	2054	16,5	83
28. Ткань плательная Эллада	1441	98	1906	20	78
29. Ткань костюмная Степная	1467	85	1726	36 БД	150
30. Ткань плательная Морошка	1481	91	1384	42	123
31. Ткань плательная Перевивочная	1494	88	1458	18,5×2	150
32. Ткань Модная-2	1515	90	1400	29 БД	92
33. Фланель	1679	88,5	2088	29 БД	181
34. Диагональ	3006	72	2082	42	296
35. Диагональ	3007	73	2085	42	270
36. Полотно платочное	3113	92	1992	60	256
37. Диагональ	3130	86,5	1760	50×2	378
38. Диагональ	3228	96,6	1971	50×2 25% ВПэф	378
39. Ткань карманная хлопкополиэфирная	3809	90	1770	42 33% ВПэф	190

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
40. Ткань бортовая хлопкополиэфирная	3866	95	1596	56	223
41. Тик матрацный хлопкополиэфирный	3904	89	1768	42 15% ВПэф	200
42. Тик наволочный хлопкополиэфирный	3907	83	2088	29 БД	148
43. Тик матрацный пестротканый	3919	102	2092	25×2	191
44. Тик матрацный	3930	94	1820	25×2	182
45. Тик матрацный	3931	94	1924	25×2	218
46. Тик матрацный	3939	90	1584	50БД	182
47. Тик матрацный пестротканый	3940	93	2088	29БД	163
48. Ткань карманная	4020	90	1770	42	190
49. Тик матрацный пестротканый	4058	89	1930	25×2	188
50. Вельвет-корд	4163	92	1992	18,5×2	340
51. Вельвет-корд	4171	96	2078	18,5×2	340
52. Вельвет-рубчик	4186	95	2056	15,4гр×2	220
53. Вельвет-корд	4197	95,5	2060	36	350
54. Ткань для носовых платков	4477	91	2026	33%ВПэф 20БД	95
55. Ткань для носовых платков пестротканая	4491	98,8	2016	11,8гр×2	94
56. Ткань хлопчатобумажная	4494	103	2088	25×2	194
57. Ткань полотенежная вафельная	4577	90	1797	50	195
58. Полотно гужульское крученое	4771	90	1734	25×2	184
59. Ткань драпировочная Метеор	5124	107	1832	18,5×2	191
60. Ткань декоративная Арфа	5221	89,5	1580	56 33%ВПэф	192

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
61. Одежда меланжевые	5718	146×209	1857	25×2	602
62. Одежда байковые меланжевые с виск. волокном в клетку	5772	95×111	1648	42	435
63. Одежда байковые	5773	146	1858	25×2	627
64. Марля медицинская с виск. волокном	6411	97	1160	18,5 30 % ВВис	39
65. Марля	6435	95	1158	25	60
66. Марля	6436	97	1158	18,5 30 % ВВис	39
67. Марля технич.	6437	160	1672	29	55
68. Марля	6438	72	860	18,5 30 % ВВис	39
69. Марля	6448	89	1214	18,5	43
70. Марля бытовая	6459	95	989	25 БД	46
71. Марля	6465	92	1102	18,5 30%ВВис	39
72. Марля бытовая	6469	90	839	29	51
73. Марля	6474	96,2	1132	25	55
74. Марля	6476	106,8	1240	25	55
75. Марля х/б отбеленная медицинская	6478	89	1066	18,5	39
76. Марля медицинская гигроскопич.	6485	97	1116	20 30%ВВис	39
77. Марля	6488	92	1118	18,5	39
78. Марля	6489	96	1049	25	54
79. Марля	6489	97	1098	20	39
80. Марля медицинская отбеленная с виск. волокном	6499	92	1061	20 БД 30%ВВис	39
81. Байка футорная	6727	98	1634	50	294
82. Бумазея-корд	6752	100	1720	42	307
83. Бязь	6760	98,5	2100	42 БД	190
84. Миткаль	6761	91	1554	29 БД	92

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
85. Ткань хлопко-полиэфирная, обувная	6764	102	1770	42 БД 33%ВПэф	236
86. Бумазея корд	6788	89	1814	36	316
87. Бязь	6804	89	1928	50	220
88. Бязь	6816	89	1916	50 БД	216
89. Ткань хлопко-полиэфирная	6855	90	2046	56 33%ВПэф	296
90. Двунитка	6860	71	1796	56	320
91. Ткань межподкладочная	6872	100	1660	25 БД	124
92. Ткань хлопчатобумажная	6875	74	1844	50 БД	283
93. Миткаль техническая	6927	90	1860	25	95
94. Миткаль Т-2	6928	90	1860	18,5	71
95. Миткаль Т-13	6946	95	1962	25	96
96. Парусинка ЭТ	7000	89	1662	72	266
97. Прокладка галошная	7003	92	1952	29 БД	110
98. Ткань прокладочная	7067	90	1030	42	138
99. Ткань подкладочная	7085	96	1868	50 БД	180
100. Холст фильтровальный	7116	91	1932	25	357
101. Ткань бортовочная с капроновой щетиной	7169	81	1148	25×2	168
102. Ткань Бортовка	7175	101,5	1746	25	129
103. Ткань упаковочная	64 пр	85	1096	56	146
104. Ткань тарная	76 пр	90	2058	42	178
105. Сорочка упаковочная	90 пр	90	1132	25	66
106. Сорочка упаковочная	3-90	90	1128	42	105
107. Сорочка упаковочная	4-140	140	1916	56	158

Таблица Б.1. Примеры ткацких станков, используемых для выработки тканей с двух навоев по сокращенной технологии подготовки основ [34], [36], [60]...[62]

Ткацкие станки	Максим. ширина заправки по берду, см	Диаметры фланцев тк. навоя, мм	Диаметр ствола навоя, мм	Частота вращения гл. вала, мин ⁻¹
СТБУ	220, 250, 280	600, 700, 800	155	310-325
Dornier (Германия): -модели PS с жесткими рапирами	220, 230, 240, 250,	800, 1000	180	530
-модели AS-пневмат.	260,280	800, 1000	180	до 700
Sulzer-Ruti (Швейцария): -модели F с гибкими рапирами	220, 230, 240, 280	700, 800, 900	175	280-330
-модели L-пневмат.	220, 250, 280	700, 800, 900	175	600
Picanol Omni Plus (Бельгия) пневматические	220, 250, 280	800, 1000	155	до 1100
GTM-A Picanol с гибкими рапирами	220, 240, 280	805, 1000	155	350-400
PAT-A Picanol пневматические	240, 280	805, 1000	155	800-900

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU⁽¹¹⁾64 637⁽¹³⁾ U1

(51) МПК

D03J 5/24 (2006.01)

G01N 33/36 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (титульный лист)

(21), (22) Заявка: 2006147118/22, 27.12.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.12.2006

(45) Опубликовано: 10.07.2007 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

153000, г.Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21, ГОУ
ВПО ИГТА, комн. Г359, проректору по НГД

(72) Автор(ы):

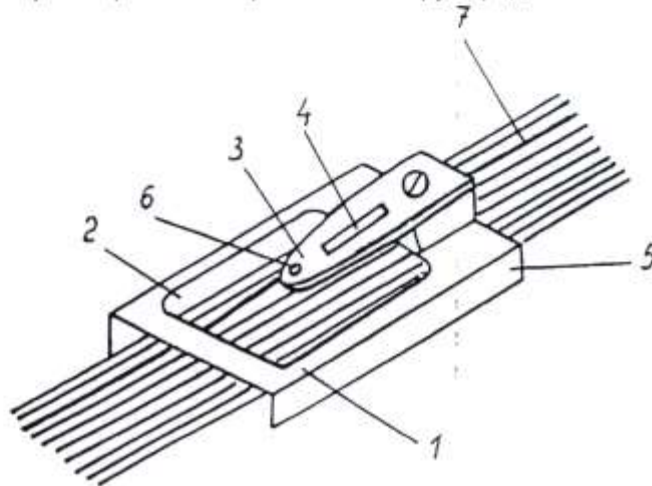
Сохерин Николай Михайлович (RU),
Денисова Татьяна Валерьевна (RU),
Комиссарова Марина Валерьевна (RU),
Максимов Иван Геннадьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Ивановская государственная текстильная
академия" (ИГТА) (RU)(54) ЭЛЕКТРОТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НАТЯЖЕНИЯ
ОСНОВНОЙ НИТИ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ

(57) Формула полезной модели

Электротензометрическое устройство для измерения натяжения отдельной основной нити на ткацком станке, содержащее консольную балочку в виде бруса равного сопротивления с наклеенными на нем тензорезисторами и приспособлением для заводки нити, горизонтальную пластину, жестко соединенную с консольной балочкой, отличающееся тем, что горизонтальная пластина выполнена прямоугольной формы, в ней выполнено прямоугольное сквозное отверстие со сторонами, параллельными сторонам горизонтальной пластины, по двум противоположным краям пластины в одном направлении с консольной балочкой и под прямым углом к плоскости пластины выполнены направляющие, приспособление для заводки нити выполнено в виде крючка, установленного на конце консольной балочки с нижней его стороны с возможностью регулирования его перемещения по вертикали и вокруг продольной оси.

RU
64637
U1

**Оценка ожидаемого экономического эффекта от использования
сновально-шлихтовальных агрегатов**

Рассмотрим наиболее благоприятный случай (Вариант 1 таблицы 5.9), когда при сокращенной технологии установлена одна сновальная машина, полностью загруженная по двухсменному графику обслуживанием соответствующего количества сновально-шлихтовальных агрегатов при подготовке основ для выработки тканей бязь арт. 299 и марля арт. 6498.

Таблица Г.1. Исходные данные для расчета (из таблицы 5.9)

Вид оборудования	Количество оборудования ^{*)}	
	Сокращенная технология	Традиционная технология
Подготовка основы для ткани бязь арт. 299		
Сновальная машина	1	3
Сновально-шлихтовальный агрегат	4	-
Шлихтовальная машина	-	4
Ткацкий станок АТПР-100-4	805	805
Подготовка основы для ткани марля арт. 6498		
Сновальная машина	1	3
Сновально-шлихтовальный агрегат	4	-
Шлихтовальная машина	-	4
Ткацкий станок Р-105-ZB-8	630	630

^{*)} Типы ткацких станков приняты по базовому предприятию ОАО «Навтекс» (г. Наволоки, Ивановская обл.).

Экономическая эффективность от использования сновально-шлихтовальных агрегатов образуется из следующих составляющих.

1. Ликвидируются по две сновальные машины для подготовки основ каждого из артикулов тканей. При балансовой стоимости одной машины в 89 000 руб, экономия в каждом случае будет:

$$\mathcal{E}_1 = 89000 \cdot 2 = 178000 \text{ руб.}$$

2. При подготовке основ для каждого артикула тканей высвобождаются 4 сновальщицы (по 2 в каждой смене), а для обслуживания агрегатов добавляются в каждой смене по 2 ставильщицы. При средней месячной зарплате сновальщицы в 9500 рублей, а ставильщицы в 8000 рублей, годовая экономия составит:

$$\mathcal{E}_2 = 9500 \cdot 4 \cdot 12 - 8000 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 12 = 72000 \text{ руб.}$$

3. Экономия сырья на отходах при использовании сновально-шлихтовальных агрегатов составляет: при выработке ткани бязь арт. 299 отходы сократятся на 0,272 %, а при выработке марли - на 0,149 %.

3.1. Для выработки ткани бязь арт. 299 для 805 пневморепродуктивных ткацких станках требуется 2962400 кг основной пряжи в год. При стоимости 1 кг пряжи 42 текса, равной 80 руб, экономия будет:

$$\mathcal{E}_3 = 0,01 \cdot 0,272 \cdot 2962400 \cdot 80 = 644618 \text{ руб.}$$

3.2. Потребность основной пряжи для выработки марли на 630 пневматических ткацких станках составляет 1512000 кг в год. При стоимости 1 кг пряжи 20 текса, равной 116 руб. экономия будет:

$$\mathcal{E}_4 = 0,01 \cdot 0,149 \cdot 1512000 \cdot 116 = 261334 \text{ руб.}$$

В итоге годовой экономический эффект составит:

- при подготовке основ для выработки ткани бязь арт. 299:

$$\mathcal{E}_b = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 = 178000 + 72000 + 644618 = 894618 \text{ руб.}$$

- при подготовке основ для выработки ткани марля арт. 6498:

$$\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_4 = 178000 + 72000 + 261334 = 511334 \text{ руб.}$$

В расчете на один сновально-шлихтовальный агрегат годовая экономия будет соответственно $894618/4=223654,5$ рубля и $511334/4=127833,5$ рубля.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
к.э.н., доцент


В.В. Шутенко
« 10 » октября 2015 г.

АКТ

внедрения в учебный процесс результатов диссертационной работы
Смирновой Т.В. «Сокращенная технология подготовки основ к ткачеству на
сновально-шлихтовальном агрегате», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.19.02 – Технология и
первичная обработка текстильных материалов и сырья

Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе
кафедры «Технология и проектирование текстильных изделий»
Текстильного института ИВГПУ при подготовке бакалавров по направлению
29.03.02 «Технологии и проектирование текстильных изделий» и магистров по
направлениям 261100 «Технологии и проектирование текстильных изделий» и
29.04.02 «Технологии и проектирование текстильных изделий», а именно:

- при чтении лекций по технологии ткацкого производства;
- в лабораторных работах по курсу «Теория процессов, компьютерное
проектирование технологии и оборудования подготовительных операций»;
- в курсовом и дипломном проектировании текстильных предприятий;
- при выполнении студенческих научных работ.

Соответствующие разделы отражены в рабочих программах учебных
дисциплин.

Зав. кафедрой ТПТИ,
д.т.н., профессор



Т.Ю. Карева