



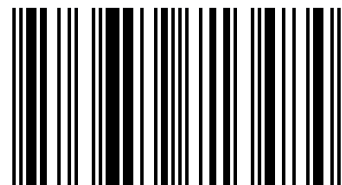
Монография посвящена оптимизации натяжения нитей на ткацких станках с микропрокладчиками. Проведены теоретические и экспериментальные исследования натяжения нитей основы за цикл работы ткацкого станка, по ширине заправки ткацкого станка, в период пуска и остановки ткацкого станка. Получены закономерности натяжения нитей основы по ширине ткани для различных типов ткацких станков, перемещения опушки ткани в зависимости от натяжения упругой системы заправки, физико-механических свойств основы и ткани, времени простоя ткацкого станка. Исследована динамика привода тормозного регулятора. Получены условия и даны рекомендации, при которых скачкообразное (неравномерное) движение навоя устраняются. Разработаны приборы и датчики натяжения нитей, угловой скорости, коэффициентов трения трущихся поверхностей, перемещения опушки ткани. Разработаны системы, оптимизирующие натяжения нитей основы и утка. Для научных сотрудников, технологов, конструкторов, магистров и бакалавров, занимающихся оптимизацией натяжением нитей на ткацких станках с микропрокладчиками.

Ойбек Ортиков



Ортиков Ойбек Акбаралиевич родился в 1984 году в Республике Узбекистан, Ташкентская область, Букинский район. В 2008 году закончил магистратуру в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности. 2008-2015 года работал заместителем декана факультета ТПП. Докторант PhD кафедры ТПП. Опубликовал более 40 научных статей.

Оптимизация натяжения нитей на ткацких станках с микропрокладчиками



978-3-659-71348-4

Ойбек Ортиков

**Оптимизация натяжения нитей на ткацких станках с
микропрокладчиками**

Ойбек Ортиков

**Оптимизация натяжения нитей на
ткацких станках с
микропрокладчиками**

LAP LAMBERT Academic Publishing RU

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:

LAP LAMBERT Academic Publishing

is a trademark of

International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page

ISBN: 978-3-659-71348-4

Copyright © Ойбек Ортиков

Copyright © 2017 International Book Market Service Ltd., member of
OmniScriptum Publishing Group

All rights reserved. Beau Bassin 2017

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

О.А. Ортиков, Х.Ю. Расулов, Д.Н. Кадырова, С.С. Рахимходжаев

ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ С МИКРОПРОКЛАДЧИКАМИ



**А в т о р ы : О.А. Ортиков, Х.Ю. Расулов, Д.Н. Кадырова,
С.С. Рахимходжаев**

Монография посвящена оптимизация натяжения нитей на ткацких станках с микропрокладчиками. Проведены теоретические и экспериментальные исследования натяжения нитей основы за цикл работы ткацкого станка, по ширине заправки ткацкого станка, в период пуска и останова ткацкого станка. Получены закономерности натяжения нитей основы по ширине ткани для различных типов ткацких станков, перемещения опушки ткани в зависимости от натяжения упругой системы заправки, физико-механических свойств основы и ткани, времени простоя ткацкого станка. Исследована динамика привода тормозного регулятора. Получены условия и даны рекомендации, при которых скачкообразное (неравномерное) движение навоя устраняются. Разработаны приборы и датчики натяжения нитей, угловой скорости, коэффициентов трения трущихся поверхностей, перемещения опушки ткани. Разработаны системы, оптимизирующие натяжения нитей основы и утка.

Для научных сотрудников, технологов, конструкторов, магистров и бакалавров, занимающихся оптимизацией натяжением нитей на ткацких станках с микропрокладчиками.

Ответственный редактор:

кандидат технических наук, доцент **С. С. Рахимходжаев**

...Рецензенты:

доктор технических наук, профессор **М.М.Мукимов**

кандидат технических наук, доцент **Б.К.Хасанов**

Директор по производству ООО“RENTALCARSERVIS” **Базаров С.Т.**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1.АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ.....	7
1.1.Анализ работ посвященных натяжению нитей основы на ткацких станках.....	7
1.2.Анализ работ посвященных натяжению нитей утка на ткацких станках.....	19
2.МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	26
2.1Экспериментальные измерения натяжения нитей на ткацких станках.....	26
2.2.Экспериментальные измерения натяжения и перемещений тканина ткацких станках.....	43
2.3Экспериментальные измерения коэффициента трения.....	48
3.ПРОЦЕСС ОТПУСКА И НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ.....	59
3.1Классификация механизмов отпуска и натяжения нитей основы.....	59
3.2.Процесс отпуска и натяжения нитей основы на бесчелночных ткацких станках.....	64
3.3.Динамика привода дискового основного тормоза.....	74
4.ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙОСНОВЫ ПО ШИРИНЕ ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА	83
4.1.Исследования натяжения нитей основы по ширине заправки ткацкого станка.....	83
4.2.Оптимизация натяжения нитей основы по ширине заправки ткацкого станка.....	104
5. ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯНИТЕЙ ОСНОВЫ ЗА ЦИКЛ РАБОТЫ ТКАЦКОГО СТАНКА.....	114
6.ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ	

ОСНОВЫ ПО МЕРЕ СРАБАТЫВАНИЯ ТКАЦКОГО НАВОЯ.....	125
7.ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯНИТЕЙ ОСНОВЫ В ПЕРИОД ПУСКА И ОСТАНОВАТКАЦКОГОСТАНКА	133
8.ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯНИТЕЙ УТКА.....	163
8.1.Исследование натяжения нитей утка на станкахс микропрокладчиками...	163
8.2.Оптимизация натяжения нитей утка на станкахс микропрокладчиками.....	183
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	199
CONCLUSION.....	202
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	206

ВВЕДЕНИЕ

Текстильная промышленность Узбекистана не только один из самых быстроразвивающихся сегментов экономики, но и лидер в привлечении иностранных инвестиций, экспорте продукции. Анализ деятельности предприятий текстильной промышленности показал, что практически все предприятия отрасли оснащены современным оборудованием. Поэтому развитию этой одной из ведущих отраслей Республики уделяется большое внимание. В работе [1] указано: «...Важнейшим направлением наших внутренних резервов и возможностей должно стать поэтапное увеличение глубины переработки отечественных сырьевых ресурсов, а также расширение объемов и номенклатуры производства продукции с высокой добавленной стоимостью. Иначе говоря, само время требует перейти на последовательные 3-4-стадийные циклы переработки сырья в востребованную на мировом рынке продукцию по схеме: базовое сырье – первичная переработка (полуфабрикаты) - готовые материалы для промышленного производства - готовая продукция для конечного потребления. При этом возникает необходимость при разработке и реализации программ проследить полный цикл глубокой переработки по каждому виду первичного сырья - от полуфабриката вплоть до готовой продукции конечного потребления».

В постановлении [2] отмечено то, что дальнейшее преобразование экономики, модернизация, диверсификация и динамичное развитие текстильной и швейно-трикотажной промышленности, расширение объемов и ассортимента производства конкурентоспособной, востребованной на внешних рынках готовой экспортоориентированной продукции возможно путем глубокой переработки хлопкового волокна и шелкового сырья. Здесь предусматривается глубокая переработка хлопкового волокна и шелкового сырья в ткацком производстве.

Специалистов ткацкого производства нередко интересует вопрос о том, какое натяжение нитей основы и уточины необходимо устанавливать на ткацком станке для выработки той или иной ткани. Наряду с этим их

интересует вопрос, какова зависимость между этими параметрами и строением ткани, насколько нужно увеличивать или уменьшать натяжение нитей основы и уточины при смене ассортимента ткани.

Эти проблемы возникают, потому что оптимизация натяжения нитей на ткацких станках обеспечивает повышение производительности оборудования и труда, а также улучшает качество вырабатываемых тканей. Учитывая то, что в настоящее время в Республике основной парк оборудования составляют ткацкие станки с микропрокладчиками, авторы для исследований приняли станки типа СТБ.

Ткацкие станки типа СТБ универсальны и предназначены для производства: хлопчатобумажных тканей; шерстяных тканей; тканей из натурального и искусственного шелка; тканей из химических волокон; смесовых тканей. Здесь уместно отметить то, что в процессе выработки шелковых тканей в системе заправки ткацкого станка возникают большие релаксационные колебания, вследствие высоких упругих свойств нитей. Поэтому целесообразно оснащать ткацкие станки при выработке шелковых тканей основными тормозами (тормозными регуляторами), а остальной ассортимент тканей основными регуляторами. Кроме того исследования натяжения нитей основы по ширине заправки ткани, за цикл работы ткацкого станка и в период пуска – останова станка на основе вязкоупругих механических моделей позволяет более точно прогнозировать поведение нитей и ткани в системе заправки ткацкого станка. Исследование динамики процесса прокладывания уточной нити на основе теории распространения волн в упругой среде позволяет определить закономерности изменения натяжения и деформации уточной нити по зонам на участке прокладчик – бобина. Кроме того механика несомой деформируемой гибкой нити на плоскости и других форм направляющих не учитывают жесткость нитей на поверхности трения, так как этот параметр обусловлен родом и видом нитей, линейной плотностью нитей и упругими свойствами нитей. Поэтому изучение натяжения нитей проводят на основе учета коэффициента жесткости нитей.

1.АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ

Одним из основных технологических параметров, влияющих на ход технологического процесса и структуру тканей является натяжение нитей основы и утка. Так как незначительное отклонение от заданного значения этих параметров приводит к увеличению обрывности нитей и снижению качества вырабатываемых тканей. Поэтому анализ литературных источников проведен в двух направлениях для станков с микропрокладчиками (СТБ, ЗУЛЬЦЕР-РЮТИ) – работы посвященные исследованию и оптимизации натяжения нитей основы и работы, посвященные исследованию и оптимизации натяжения нитей утка.

1.1. Анализ работ посвященных натяжению нитей основы на ткацких станках

Для обеспечения непрерывного процесса образования ткани необходимо, чтобы нити основы имели определенное натяжение. Оно создаётся механизмами отпуска и натяжения основы. Величина натяжения основы циклически изменяется в течение каждого оборота главного вала станка. В процессе ткачества нити основы подвергаются действию переменных по величине растягивающих сил, кроме того, они подвергаются деформации изгиба и воздействию сил трения. Нити основы во время ткачества совершают циклическое возвратное движение, что увеличивает истирающее воздействие на них. Так как основа перемещается на ткацком станке в продольном направлении с небольшой скоростью, большинство перечисленных выше сил воздействуют на пряжу многократно. Чтобы противостоять этим динамическим силам, основная пряжа должна быть прочной, упругой, стойкой к истирающим воздействиям. Кроме того, она должна быть достаточно гладкой и ровной.

Известно, что циклическое натяжение основы приводит к усталостным явлениям и повышению обрывности нити. Поэтому, в процессе формирования ткани на ткацком станке, в которых сопровождается циклическое изменение

натяжения основных нитей и ткани, многое зависит от условий, создаваемых механизмами отпуска и натяжения основы. Установленное заправочное натяжение нитей основы для ткани определенного артикула должно оставаться постоянным за весь период срабатывания навоя. Только при соблюдении этого условия ткань будет иметь равномерное строение по всей ее длине. Поэтому механизмы отпуска и натяжения с помощью которых устанавливается заправочное натяжение должны не только обеспечить постоянное по величине заправочное натяжение, но и поддерживать его постоянным за весь период срабатывания основы с навоя.

Большое значение имеют работы проф. В.А.Гордеева [3,4], который комплексно обобщил и развил вопросы циклической деформации упругой системы заправки ткацкого станка в связи с работой механизмов отпуска и натяжения основы. Анализируя суммарную циклическую деформацию упругой системы заправки, автор показал, что эта деформация происходит в результате работы различных механизмов ткацкого станка и складывается из кинематических определенных деформаций. Эти деформации и их сумму он определяет как аналитически, так и экспериментально, представляя их в виде тригонометрических полиномов, удобных для математического анализа.

Находя связь между циклической деформацией системы заправки и динамическими характеристиками механизмов отпуска и натяжения основы, автор проводит целый комплекс работ по исследованию упругих свойств текстильных материалов в условиях кратковременных деформаций, показывая, что динамическая жесткость, как основы, так и ткани превышает статическую, что согласуется с современными взглядами на физико-механические свойства высокомолекулярных соединений.

Учитывая, что натяжение в различных зонах по глубине ткацкого станка различно, автор для нахождения деформации заправки дает формулы для определения эквивалентных заправочных длин ткани и основы, находящихся под воздействием натяжения той зоны, к которой приводится эта длина. Подобное построение позволяет автору с определенным приближением

упростить задачу анализа процессов в системе заправки, связать эти процессы с работой механизмов отпуска и натяжения нитей основы.

Также вопросу изучения циклического изменения натяжения нитей основы на ткацких станках посвящены работы [5,6,7,8].

В работе [5] установлено, что на развитие усталости пряжи влияют не только максимальное и минимальное натяжения основы в цикле работы станка, но и величины относительной продолжительности максимальной и минимальной нагрузок. По данным ее экспериментов, предел усталости нитей тем меньше, чем дольше находятся нити под действием максимальной нагрузки на протяжении цикла работы станка. На основании этих выводов она профилирует и испытывает эксцентрик принудительного движения скала, обеспечивающий относительно короткое пребывание заправки под максимальной нагрузкой в момент прибоя. Однако принудительное движение скала использовать на практике не удалось, так как оказалось невозможным согласовать циклическое колебание натяжения, нитей основы с циклическим колебанием скала при выработке различных переплетений.

В работе [6] отмечено, что посредством эксцентрикового привода качающегося скала невозможно достичь гармонического натяжения нитей основы в процессе ткачества.

В исследованиях [7] указано, что меньшая обрывность наблюдается в том случае, когда меньше разница максимального и минимального' натяжений нитей основы.

При изучении станков различных конструкции в работе [8] установлено, что наибольшая эффективность работы ткацкого станка достигается при меньшем натяжении нитей основы. Если среднее натяжение одинаково, то производительнее та система станков, у которых меньше амплитуда колебаний натяжения основы.

Фундаментальные работы по исследованию и совершенствованию согласованности циклического колебания скала с циклическим колебанием натяжения нитей основы проведены проф. Ю .Ф. Ерохиным [9]. В частности,

на основе теоретических и экспериментальных исследований разработан ряд оригинальных конструкций подвижной системы скала, которые обеспечивают выравнивание натяжений нитей основы, как за цикл работы ткацкого станка, так и за весь период срабатывания ткацкого навоя.

В работе [10] рассматриваются вопросы установления условия равновесия и стационарного движения нитей основы на поверхности скала механического и бесчелночного шелкоткацких станков. Приведены методы расчета статистических натяжений с учетом конструктивных параметров станка, физико-механических свойств материала нитей основы и внешних воздействий, прилагаемых в период заправки и подготовки станка к работе. Также приведены сравнения статических натяжений, возникающих в растяжимых и нерастяжимых нитях основы, заправленных в механических и бесчелночных станках. Методы решения задач позволяют учитывать реальные законы движения и свойства материала нитей основы, а также конструктивных и технологических параметров станков. Для учета свойств шелковых нитей рассматриваются задачи относительного скольжения по поверхности скала механического и бесчелночного станка нитей основы, обладающих линейноупругими и нелинейноупругими, а также упругопластическими свойствами.

Совершенствованию механизмов ткацкого станка и технологических процессов для производства шелковых тканей посвящена работа [11], где разработаны новые зевобразовательный механизм, батанный механизм и основной регулятор бесчелночного ткацкого станка, улучшены условия формирования нового элемента ткани. Рассмотрены особенности выработки ткани из натурального шелка и основные факторы, определяющие условия формирования ткани на основе нового способа формирования ткани на ткацком станке.

В работе [12] рассмотрены особенности процесса бесчелночного ткачества, взаимодействия нитей основы и утка в элементе ткани и методы оценки технологичности ткани. Изложены современные методы оценки нитей

различного волокнистого состава, используемые в ткацком производстве, характеристики процессов подготовки нитей к ткачеству и тенденции развития бесчелночных станков. Приведены методы оптимизации заправочных и технологических параметров в процессе нормализации ткачества.

В ткачестве механизмы отпуска и натяжения нитей основы подразделяют на две группы: основные регуляторы и основные тормоза. Первые бывают независимого действия и зависимого действия (негативные). Каждый из них может быть прерывного и непрерывного действия.

Основные тормоза по виду нагрузки делятся на: тормоза трения, грузовые, пружинные и комбинированные. А по способу регулирования: на ручные и автоматические.

Первые исследования механизмов отпуска и натяжения основы связаны с определением ее натяжения в условиях статического равновесия подвижной системы скала. Однако, как указывает В.А.Гордеев, циклическая деформация упругой системы заправки, являющаяся причиной циклического изменения натяжения основы, обуславливает периодическое движение подвижной системы скала или навоя. В свою очередь, движение подвижной системы оказывает влияние на изменение натяжения основы. Таким образом эти два движения зависят друг от друга, и возникает необходимость исследования натяжения основы в динамических условиях.

Исследование упругой системы заправки ткацкого станка и определение оптимальных параметров для нескольких артикулов тканей в работе [13] связаны с решением вопроса о влиянии на величину обрывности по основе параметров заправки. Одним из основных технологическим параметров отмечается заправочное натяжение. При увеличении заправочного натяжения снижаются упругие свойства нитей, увеличивается истирание их в глазках галев и зубьев берда, что приводит к повышенной обрывности, снижению производительности труда и оборудования. При малом заправочном натяжении происходит залипание нитей при открытии зева, а это затрудняет прокладывание утка. Определение оптимального заправочного натяжения

расчетным методом, проведенное автором, позволяет снизить обрывность, но при выработке того артикула ткани, параметры которого введены в расчетную формулу.

Работа [14] посвящена исследованиям технологических параметров с целью улучшения условий формирования тканей на бесчелночных ткацких станках. Указывается, что наилучшими являются такие условия, при которых энергия, затрачиваемая на прибор уточной нити, для одной и той же ткани будет меньше. Такое условие достигается выбором рациональных параметров заправки и положением конструктивно-заправочной линии для определенного артикула ткани.

В работе [15] проведены исследования технологии формирования и оптимизация параметров заправки для выработки ткани с максимальной опорной поверхностью и заданными свойствами на станках СТБ. На основании теоретических и экспериментальных исследований автором определены способы и средства регулирования натяжения нитей, которые обуславливают требуемое строение ткани и как следствие свойства ткани.

В работе [16] значительную часть занимают исследования неравномерности отпуска основы. Для того, чтобы фрикционный основной регулятор обеспечил равномерную подачу, необходимо обеспечить замкнутую систему автоматического регулирования. Вместе с тем отмечено, что конструкция фрикционных основных регуляторов создает ошибку регулирования, величина которой зависит от жесткости перерабатываемой основы и от величины ее радиуса на навое. Также приведены сравнительные исследования работы фрикционного основного регулятора с каноническим регулятором типа "ХАНТ" и показано, что применение непрерывного способа регулирования натяжения основы без специального подбора параметров всех элементов этой системы не устраняет еще тех недостатков, которые присущи фрикционному основному регулятору.

На ряд конструктивных недостатков фрикционного основного регулятора указывается в работе [17]. Автор отмечает то, что во время

прибоя уточной нити при резком возрастании натяжения основы на станках СТБ происходит значительная деформация звеньев подвижной системы скала и ткацкого навоя, и после прибоя возникают крутильные колебания ткацкого навоя, вследствие чего нити основы испытывают дополнительные рывки. Следовательно, одним из мероприятий по снижению обрывности нитей основы является устранение колебаний навоя.

В работе [18] рассмотрены оптимизации наладочных параметров фрикционного основного регулятора при выработке тканей из вискозных, капроновых и триацетатных нитей на станках СТБ-2-216 ШЛ. Исследования показали: натяжение основы изменяется на протяжении одного цикла работы станка в зависимости от раппорта переплетения; в течение нескольких циклов из-за проскальзывания ведомой полумуфты; на протяжении нескольких сотен циклов работы - из-за колебания этого механизма и изменения диаметра намотки основы на навое. Амплитуда колебаний натяжений основы из-за запаздывания регулирующего воздействия возрастает при увеличении сил трения и зазоров в системе рычажно-кулисного передаточного механизма от скала к фрикционной муфте. После прибоя уточной нити к опушке ткани навоя имеет затухающие крутильные колебания, которые передаются на основу и вызывают резкие колебания натяжения основных нитей во время зевообразования, что является одной из основных причин повышения обрывности нитей основы. Для уменьшения вибрации навоя и колебания натяжения нитей основы после прибоя авторами предложено дополнительно устанавливать ленточный тормоз, управляемый от электромагнитов, на свободном фланце ткацкого навоя. Очевидно, введение дополнительных устройств к механизму увеличивает многозвенность.. Вопросами модернизаций занимались многие авторы [19-28]. Здесь необходимо отметить, что изменение конструкций этих механизмов велось в двух основных направлениях. Одним из них является модернизация подвижной системы скала с целью улучшения компенсации натяжения нитей основы [19-23]. Другим - модернизация непосредственно фрикционнорегулятора [24-28]. Многие из предложенных

конструкций не находят широкого применения в шелкоткацких производствах, так как в разработанных механизмах не учитывались специфические особенности выработки тканей из натурального шелка и не осуществлялся контроль натяжения нитей основы в неустановившемся режиме работы ткацкого станка, что вызывает дефекты на ткани - пусковые полосы.

Исследованию основных тормозов различных конструкций посвящены работы [4,10,41-45]. В работах [29,30] авторы разделяют период отклонения подвижной системы скала на пневматическом станке от первоначального на три этапа и описывают совместное движение подвижной системы скала и навоя в каждом из этих трех этапов при помощи системы уравнений -уравнения движения подвижной системы скала и уравнения движения навоя. Также отмечено, что основной тормоз пневматического ткацкого станка прост по конструкции и надежен в эксплуатации. Неравномерность статического натяжения основы за время срабатывания ткацкого навоя можно снизить за счет увеличения коэффициента трения между тормозной колодкой и тормозным шкивом и за счет уменьшения трения цапф скала в подшипниках. Для улучшения работы основного тормоза необходима его модернизация путем введения дифференциального фрикциона и увеличения силы трения между тормозной колодкой и тормозным шкивом.

В работе [31] показано, что движение навоя не обеспечивает равномерный отпуск основы с навоя, причина чего заключается в изменении силы торможения навоя. В свою очередь, сила торможения зависит от коэффициентов трения между колодкой и тормозным шкивом, а так как величина силы трения зависит от натяжения, то на станке будет циклически меняться сила трения между шкивом и тормозной колодкой. Автором предложено ввести пружину, воздействующую на тормозную колодку, в предположении, что коэффициент трения между тормозными поверхностями будет зависеть от нормального давления, то есть таким образом уменьшить величину изменения коэффициента трения.

Одной из мер стабилизации коэффициента трения в ленточном тормозе является безостановочное движение тормозного шкива в течение всего цикла, что обеспечивает во фрикционной паре только коэффициент трения в движении, который менее чувствителен к изменению внешних условий, чем коэффициент трения в покое [32].

В работе [33] отмечено, что с уменьшением радиуса намотки основы меняются скоростной режим движения навоя и параметры торможения навоя, в частности, изменяется среднее значение коэффициента трения. Автор предлагает пользоваться средним значением коэффициента трения. На наш взгляд, это ошибочно, так как при движении тормозного шкива с остановками в каждом цикле работы станка во фрикционной паре имеет место коэффициент трения в покое и коэффициент трения в движении. Коэффициент трения в покое - величина нестабильная, и большое влияние на нее оказывают внешние условия (температура, влажность, запыленность и т.д.), кроме того время неподвижного контакта во фрикционной паре. На это указывает В.А.Гордеев[4], говоря, что основной причиной неравномерного отпуска основы с навоя является изменение силы торможения навоя. В основных тормозах сила трения зависит в значительной мере от величины коэффициента трения между тормозными поверхностями. Поскольку величина коэффициента трения не является строго стабильной величиной и зависит от множества факторов, необходимо учитывать и неизбежность ее изменения при работе станка. Путем создания тормозов трения специальных конструкций можно уменьшить величину изменения коэффициента трения, но в определенных пределах. В основных тормозах трения существующих конструкций неизбежны значительные изменения коэффициентов трения и неравномерный отпуск основы с навоя.

Несмотря на многообразие различных конструкций основных тормозов трения [34-41], эти устройства имеют существенный недостаток - наличие во фрикционной паре коэффициента трения в покое и коэффициента трения в

движении, что приводит к нестабильному моменту сопротивления на навое и, как следствие, неравномерному отпуску основы с навоя.

Также представляет практический интерес изучение процесса формирования ткани в неустановившемся режиме работы ткацкого станка (пуск-останов), так как процесс формирования ткани в период неустановившегося режима значительно отличается от условий формирования ткани в установившемся режиме ткацкого станка и, как следствие, приводит к наработке ткани с плотностью по утку, отличающейся от заданной плотности по утку, то есть к возникновению дефекта на ткани - пусковых полос.

Вопросы возникновения и изучения пусковых полос рассматривались в работах [42-47]. Работа [54] является первой попыткой дать теоретический анализ сущности явлений, происходящих на станке при его пуске после длительного останова, анализ причин, вызывающих нарушение нормального хода процесса ткачества после останова станка. Особое внимание уделено изучению положения опушки ткани и влиянию положения . опушки на плотность ткани по утку. По мнению автора, смещение опушки ткани от своего правильного положения за время останова и является причиной получения неравномерной плотности ткани после пуска станка.

Основной причиной, вызывающей смещение опушки ткани, является неодинаковая релаксация в основе и ткани. Ценность работы несколько снижается тем, что экспериментальные исследования проводились на механическом станке, и для измерения перемещения опушки ткани применен недостаточно точный прибор. Кроме того перемещение опушки рассматривали только от упругой деформации, что не позволило автору предсказать меры борьбы с пусковой полосой.

В работе [43] исследовано изменение величины пусковых полос в ткани, появляющихся после пуска станка П-125-А в зависимости от натяжения основы, времени простоя станка и других параметров. Исследования показали, что более долговременный простой ткацкого .станка вызывает заметные поперечные полосы. Автор указывает, что при выработке вискозной ткани

величина "недосеки" увеличивается быстрее во время первых нескольких секунд простоя станка. Заправочная система ткацкого станка состоит из двух неоднородных элементов - нитей основы и ткани, обладающих разным характером релаксации. Во время простоя станка в заправочной системе создается возможность возникновения релаксации напряжения, релаксации деформации и обратной релаксации напряжения. Если принять во внимание, что данные процессы могут происходить одновременно в отдельных нитях и притом по-разному в основных нитях и в ткани, то становится очевидной сложность исследований релаксационных свойств упругой системы "основа-ткань".

В работах [44,45] отмечено, что на станках АТПР при выработке некоторых артикулов тканей из общего числа пороков на долю пусковых полос приходится 20-25%, и с увеличением частоты вращения главного вала станка, размер дефекта возрастает. Также исследовано влияние на пусковые полосы различных законов движения берда на бесчелночном ткацком станке, в частности, установлено, что при увеличении времени контакта берда с опушкой ткани уменьшаются пусковые полосы.

При исследовании релаксации основы и ткани используют вязкоупругую модель Максвелла [46] и устанавливают зависимость величины перемещения опушки от свободной длины основы и ткани в заправке станка. В работе получено выражение перемещения опушки в зависимости от нагрузки, времени релаксации основы и ткани, соответственно модулей упругости

$$\varepsilon = \frac{P \cdot t \cdot (\tau_1 - \tau_2)}{\tau_1 \cdot \tau_2 \cdot (E_1 + E_2)}$$

где: ε - перемещение опушки;

P – заправочная нагрузка;

t - время релаксации основы и ткани;

E_1, E_2 - модуль упругости основы и ткани;

t- время простоя станка.

Из уравнения следует то, что величина перемещения опушки возрастает с увеличением заправочной нагрузки или времени простоя станка. Если $t \rightarrow \infty$, то ε тоже стремится $\varepsilon \rightarrow \infty$, то есть при бесконечно большом времени простоя станка опушка ткани начинает смещаться на сравнительно большие расстояния, что не совсем правильно отражает действительную картину перемещения опушки. Несмотря на указанный недостаток, уравнение при малых периодах остановов станка удовлетворительно описывает релаксационные процессы в упругой системе заправки

В работе [47] для качественного анализа исследуемых явлений используется уравнение наследственной среды Болцмана, которое дает возможность проследить изменения натяжения и смещения опушки во времени. При различных сочетаниях свойств основы и ткани получены различные закономерности перемещения опушки ткани. Величина этих перемещений находится в прямой зависимости от натяжения, при котором остановлен ткацкий станок.

$$x = T_0 \frac{\frac{l}{E} \cdot \frac{l_{oc}}{E_{01}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{E_{01}}{\eta_1}}\right) - \frac{l_{oc}}{E_0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{E_1}{\eta} \cdot t}\right)}{\frac{l}{E} + \frac{l_{oc}}{E_0} + \frac{l}{E_1} \cdot -\frac{l_{oc}}{E_0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{E_1}{\eta} \cdot t}\right) + \frac{l_{oc}}{E_{01}} \left(1 - e^{-\frac{E_{01}}{\eta_1} \cdot t}\right)}$$

где: T_0 - натяжение нитей в упругой системе заправки, зависящее от положения, в котором остановлен станок;

l_{oc}, l - эквивалентные длины основы и ткани;

E_0, E - первичный модуль упругости основы и ткани;

E_{01}, E_1 – вторичный (запаздывающий) модуль упругости основы и ткани;

η_1, η - коэффициенты вязкости (запаздывающей модели) основы и ткани;

t - время простоя станка.

Выражение теоретически прекрасно описывает характер перемещений опушки в зависимости от физико-механических свойств основы и ткани. Практически представляет большую трудность определение некоторых элементов, входящих в данное уравнение, как запаздывающая упругость основы и ткани, коэффициенты вязкости основы и ткани.

Автором также приводится ряд рекомендаций для снижения пусковых полос:

- снижение натяжений в системе заправки в моменты выстоя станков; здесь следует рекомендовать технологические мероприятия - останов станков в положении заступа и работу с малым заправочным натяжением, которому сопутствует большая величина приборной полосы, менее чувствительная к перемещениям опушки; конструкторское -изыскание механизма, разгружающего систему заправки автоматически в момент останова станка от большей части имеющегося натяжения и автоматически восстанавливающего его в момент пуска станка в работу после выстоя;
- правильный выбор существующих и введение новых специальных элементов в различных зонах станка, позволяющих изменять закономерность перемещения опушки ткани во время выстоя станка;
- изменение заправочных схем специальных станков по пути уменьшения длины ткани в заправке;
- изменением свойств пряжи в сторону уменьшения реологических свойств, правильным выбором режимов preparatory операций к ткачеству;
- создание электрических и электромеханических приборов контроля положения опушки ткани во время простоя и возврата ее в исходное положение в момент пуска станка в работу при сохранении первоначального уровня заправочного натяжения.

1.2. Анализ работ посвященных натяжению нитей утка на ткацких станках

Процесс прокладывания уточной нити на бесчелночных ткацких станках СТБ заключается в сматывании и транспортировке (прокладывании) отрезка

нити в зев посредством микропрокладчика, разгоняемого боевым механизмом торсионного типа. На станке в зависимости от заправочной ширины используется 13—17 прокладчиков. Нормальное протекание процесса в соответствии с технологическими требованиями обеспечивается согласованной работой следующих механизмов: тормоза утка, контроллера наличия нити, компенсатора, центрирующей створки, тормоза прокладчиков и др. [48].

В зеве прокладчик движется слева направо со стороны боевой коробки приемной коробке. При этом направляющим каналом служит гребенка, состоящая из отдельных зубьев специального профиля. Прокладчик утка и тянущаяся за ним уточинане контактируют с нитями основы, что предотвращает износ и обрывность нитей основы.

Длина отрезка нити, подлежащего транспортировке, составляет от 180 до 340 см в зависимости от заправочной ширины станка. Питание станка утком обеспечивают неподвижно установленные конические бобины крестовой намотки, расположенные с левой стороны станка. Связывание конца нити рабочей бобины с началом резервной обеспечивает непрерывность питания утком. Таким образом, на станках СТБ сматывание нити с питающей бобины происходит только в период прокладывания утка, а в остальное время работы станка нить имеет возможность провисать между бобиной и направляющим глазком баллоноограничителя.

Скорость прокладывания утка через зев зависит от линейной плотности уточной пряжи и угла закручивания торсионного валика и колеблется от 19 до 26 м/с. Число прикидок достигает 200—300 в минуту.

В работах [49-51] показано, что значительное натяжение уточины вызывает повышенную обрывность утка, особенно при переработке пряжи аппаратного прядения. Так, в работе [49] показано, что натяжение утка в период разгона прокладчика достигает 80% от допускаемого разрывного, а среднее значение натяжения в период свободного полета прокладчика составляет 25% от допускаемого. В исследованиях [50,51] и других показана зависимость величины натяжения сматываемой нити с бобин крестовой

намотки от диаметра паковки, причем с уменьшением диаметра паковки натяжение нити увеличивается и соответственно возрастает количество обрывов утка и потерь нити прокладчиками.

В работе [51] дан анализ цикла прокладывания утка путем разбивки осциллограммы натяжения на характерные зоны. Причины изменения величин натяжения в зонах увязаны с циклограммами работы уточных механизмов и условиями сматывания нити с питающей паковки. Подчеркивается, что условия сматывания нити с паковки являются очень важным фактором, влияющим на производительность станка.

Для снижения обрывности утка при прокладывании через зев в работах [49-51] рекомендовано применять накопители утка, повышать качество пряжи и ее прочностные характеристики, снижать скорость прокладывания.

Некоторые авторы отмечают, что одной из причин технологических отказов на бесчелночных ткацких станках являются слеты витков пряжи, при дорабатывании бобин с коническими патронами. Несмотря на крестовую укладку витков в бобинах, сцепляемость пряжи с основанием патрона недостаточна, витки соскальзывают, и нарушается непрерывность питания станка утком. Именно отсутствие усовершенствованных патронов, как показано исследованиями [51] является причиной, препятствующей непрерывному питанию, утком бесчелночных ткацких станков. Автором теоретически исследовано данное явление и даны рекомендации по конструированию патронов с надежным удержанием пряжи, в частности, разработаны патроны с эластичной наружной поверхностью.

В исследованиях [49,50] приведены формулы зависимости натяжения от одного из переменных факторов, воздействующих на процесс. Однако исследования зависимости натяжения от нескольких варьируемых факторов не были проведены.

Для приблизительного расчета натяжения движущейся уточины в зеве в работе [52] предлагается натяжение складывать из трех слагаемых. Первое слагаемое пропорционально натяжению нити $T_{\text{в}}$ в вершине баллона. Так как

коэффициентом пропорциональности здесь является функция $e = 2,71$ с показателем, пропорциональным суммарному углу обхвата α , то значимость первого слагаемого является доминирующей. С увеличением начального натяжения и суммарного угла обхвата его абсолютное значение возрастает. Второе слагаемое характеризует влияние скорости движения нити на натяжение. При сохранении постоянства прочих факторов величина второго слагаемого пропорциональна квадрату скорости движения нити. Третье слагаемое показывает влияние на натяжение ускорения. Влияние величины ускорения может оказаться большим, чем влияние, скорости при нестационарном движении (разгоне).

В работе [53] исследованы причины неравномерности натяжения при осевом сматывании с бобин крестовой намотки и выявлено, что структура этих бобин является одной из причин неравномерности натяжения. Автором экспериментально показано, что при сматывании двух слоев пряжи натяжение нити резко неравномерно и достигает своего наибольшего значения, когда точка сматывания находится у большого торца бобины. Последнее объясняется увеличением высоты баллона и реактивной составляющей натяжения. Кроме того, происходит скольжение по бобине участка нити, уже начавшего двигаться, но еще не перешедшего в баллон. Максимальное натяжение нити за период сматывания оказывается в 3 – 5 раз больше минимального. Таким образом, уточная нить подается с питающей паковки в зев с натяжением, циклически изменяющимся примерно через каждые 1,5 м (длина двух слоев пряжи на бобине).

Также приведены исследования влияния на процесс прокладывания утка каждого механизма в отдельности, наибольшее влияние на натяжение оказывает тормоз утка, причем торможение с ударным воздействием.

Для ликвидации удара при торможении нити предложено несколько вариантов конструкций в работах [54-56]. В работе [54] было предложено осуществлять питание станков СТБ уточной пряжей с вращающейся бобины, которая приводится во вращение скатываемой нитью. Бобина вращается в

направлении противоположном вращению обаллонировочной нити, которая сматывается со скоростью 1200 м/мин, угловая скорость вращающейся бобины, которая приводится во вращение сматываемой нитью, не превышает угловой скорости сматываемой уточной пряжи. Опыт показал, что в производственных условиях нередко происходит заедание вращающихся деталей данного устройства, в результате чего резко снижается эффективность его применения, кроме того, при останове станка возможно раскручивание пряжи в зоне вращающейся бобины и лапки уточного тормоза.

Перечисленные недостатки устройства не позволили обеспечить необходимую надежную работу.

С целью уменьшения «удара» по уточной нити при ее торможении в конструкции вместо тормозной лапки используется вращающийся на оси ролик, выполненный из легкого материала (керамики) с ободом из твердого материала (керамики фарфора) [55]. А для торцевого давления служит пружина. В случае ослабления затяжки пружины до определенного значения ролик при движении уточной нити будет вращаться. Вращающийся ролик за счет движения включает в работу всю поверхность, способствуя равномерному износу, пропускает утолщение и другие дефекты нити. В другой конструкции уточного тормоза вместо тормозной лапки предусматривается два упругих кольца [56]. Давление на нить каждого из двух колец в два раза меньше, чем давление лапки в тормозах заводской конструкции, благодаря чему уменьшаются рывки в натяжении прокладываемой нити в момент прохождения под лапкой тормоза узлов или утолщений.

Для ликвидации удара по нити уточный тормоз имеет демпфирующую нажимную лапку в новой конструкции нитенатяжителя. В измененной конструкции тормозная лента непосредственно связана с двумя пружинами, предварительная затяжка которых изменяется регулировочным винтом.

Наличие нескольких пружин и отсутствие звена (коромысла) снижает возможность возникновения в тормозе собственных колебаний.

Демпфирующая лапка позволяет уменьшать силу предварительной, затяжки пружины, особенно ее эффективность проявляется при переработке пряжи малой линейной плотности.

Вопрос о механике материальной деформируемой нити, стесненной связью с трением, очень широко освещен в литературе. Как известно, в этом направлении много работал Л. Эйлер, где впервые установил соотношение между натяжением ведущей и ведомой частями гибкой связи, скользящей по поверхности цилиндра. Л. Эйлер вывел свою формулу для цилиндра, установленного горизонтально, причем гибкая нить обхватывает поверхность этого цилиндра, располагаясь на ней в плоскости, параллельной направляющей цилиндра. Концы нити свешиваются с цилиндра и нагружены силами T_0 и T . Цилиндр неподвижен, нить скользит по поверхности его. Нить невесома и нерастяжима и обладает совершенной гибкостью. При этих условиях он получил соотношение:

$$T = T_0 e^{k\varphi}$$

где: φ – угол обхвата,

k – коэффициент трения гибкой связи на поверхности цилиндра.

Следует отметить, что Л. Эйлер считает необязательным, чтобы цилиндр был круглым совершенно одинаковый результат для цилиндра с любым радиусом и любой формы направляющей.

Бискончини [57] предложил другую теорию, согласно которой жесткость каната на изгиб рассматривается аналогично внутреннему сопротивлению вязкой жидкости. Изгибающий момент принимается при этом пропорционально производной кривизне по дуге. Эта теория также не привела к удовлетворительным результатам.

Г. Лоренц [58] в своей книге «Техническая механика» тоже отводит место для разбора вопроса о канатной передаче с учетом жесткости.

А. П. Минаковым [59] была решена задача натяжения нити, скользящей по произвольному закону по направляющей, которая имеет в сечении кривую произвольной формы. Однако, вследствие того, что при решении задачи

использовались сложные математические выкладки с применением дифференциальных уравнений в частных производных, работа А.М. Минакова использовалась лишь узким кругом научных работников и среде инженеров-технологов не получила широкой известности. Более того, появилось мнение, оспаривающее правильность выводов А.П. Минакова.

Все исследователи приходят к единому мнению, что натяжение нити после огибания криволинейной поверхности колеблется с высокой частотой, а с увеличением скорости нити среднее значение натяжения и величина колебаний резко увеличиваются. Следовательно, после прохождения нитью направляющих колебания натяжения её увеличиваются, становятся в значительной степени зависимыми от скорости и натяжения нити в баллоне.

В работах Уразбаева М.Т. [60] рассмотрены вопросы механики весомой деформируемой гибкой нити на плоскости и других форм направляющих.

Нить длиной l , скользящей по плоскости, имеет натяжение от собственного веса q

$$T_{nl} = q \cdot l \cdot \kappa = q \cdot r \cdot \varphi \cdot \kappa$$

Нить, скользящая по окружности, при дуге обхвата $l = r \cdot \varphi$, имеет натяжение:

$$T_{кр} = \frac{2q \cdot r \cdot \kappa}{1 + \kappa^2} \left(e^{\kappa \varphi} + \frac{1 - \kappa^2}{2\kappa} \cdot \sin \varphi - \cos \varphi \right)$$

Представленные формулы определяют натяжение нитей в зависимости от массы нитей, коэффициент трения и радиуса направляющего.

Вышеотмеченные формулы не учитывают жесткость нитей на поверхности трения, так как этот параметр учитывает род и вид нитей, линейную плоскость нитей и упругие свойства нитей. Поэтому целесообразно изучение натяжения нитей проводить на основе учета коэффициента жесткости нитей.

2.МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТКАЧЕСТВА

2.1.Экспериментальные измерения натяжения нитей на ткацких станках

Экспериментальное определение и изучение натяжения нитей основы и утка на ткацком станке позволяет находить не только величину натяжения, но и выявлять характер колебания его как при установившемся режиме ткачества, так и при изменении различных параметров процесса ткачества. Экспериментальные методы изучения натяжения позволяют определить изменение натяжения нитей основы по глубине и ширине станка, выявить причины возникновения различных пороков ткани, определить правильность наладки механизмов станка и согласованность их работы, найти пути повышения производительности станка и улучшения качества вырабатываемой ткани. Это имеет особое значение при переработке нитей из химических волокон. Методы измерения натяжения нитей по существу сводятся к методам приложения силы к силоизмерительному прибору, а приборы для измерения натяжения нитей являются одним из видов силоизмерителей - динамометров. Существующие методы измерения натяжения нитей можно разделить на четыре основных вида [61].

1.Метод оценки натяжения нитей по величине равнодействующей натяжения, приложенной к огибаемому нитью нитепроводнику чувствительному элементу (рис.2.1а).

2.Метод оценки натяжения нитей по величинам сил (моментов), действующих на разматываемые паковки (рис.2.1б).

3.Метод оценки натяжения нитей, состоящий в прямом приложении натяжения к чувствительному элементу силоизмерительного прибора (рис. 2.1в),

4.Метод оценки натяжения нитей по их деформации.

Возможные области применения перечисленных методов измерения натяжения нитей следующие.

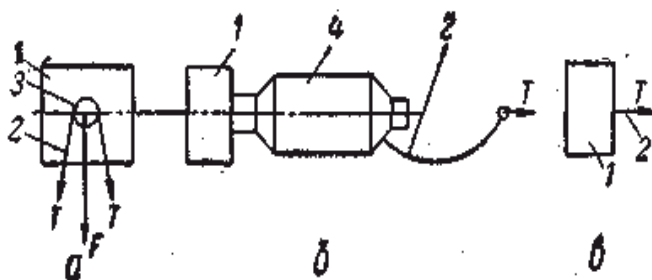
Первый метод применяют для получения непосредственного отсчета каких-либо статистических характеристик натяжения и для регистрации

изменения натяжения во времени при движении нитей с любой скоростью на участках, где нити или имеют продольное поступательное движение, или неподвижны. Например, измерение натяжения медленно движущихся -нитей основы.

Второй метод используют для оценки составляющей среднего натяжения нити в направлении касательной к поверхности паковки по величине крутящего момента, действующего на паковку. Например, натяжение всех нитей основы на станке по силе, действующей на скало; для определения среднего натяжения уточной нити, сматываемой из челнока на стенде, по силе, действующей на челнок со стороны нити.

Третий метод применяют для измерения натяжения неподвижных или медленно движущихся нитей, Например, натяжение нитей основы на различных участках по глубине станка. В этом случае силоизмеритель движется вместе с нитями основы. Применение третьего метода для измерения натяжения медленно движущихся нитей основы имеет преимущество перед первым. Третий метод обеспечивает более высокую точность измерений, так как в нить не вводятся нитепроводники, искажающие ее натяжение.

Четвертый метод не находит распространения из-за сложности и невысокой точности измерений.



а - по равнодействующей, приложенной к огибаемому нитью проводнику; б - по силе (моменту), действующей на паковку; в - по силе, приложенной непосредственно к силоизмерительному прибору;

1-силоизмерительный прибор; 2 - нить, натяжение которой измеряется;
3 - воспринимающий нитепроводник; 4 - разматываемая паковка;
Т - натяжение нити; Р - равнодействующая сила.

Рис.2.1. Схемы методов измерения натяжения нитей.

Все средства для измерения натяжения нитей по некоторым признакам можно подразделить на классы и группы. Средства подразделяются на классы в соответствии с перечисленными выше методами измерений.

Наиболее обширен класс средства, в которых использован универсальный и распространенный первый метод измерения натяжения нитей.

Средства первого класса могут быть подразделены на группы.

I. По назначению.

- 1.Для измерения натяжения одиночных нитей.
- 2.Для измерения натяжения групп нитей;
- 3.Для сравнения натяжения нитей.

II. По способу получения показаний;

1. С непосредственным отсчетом для определения:

- а) среднего значения;
- б) наибольшего значения;
- в) наименьшего значения;
- г) среднеквадратического отклонения среднего значения натяжения нитей.

2. Регистрирующие.

III. По принципу действия.

1.Механические.

2. Механико-оптические.
3. Электрические с преобразователями:
 - а) активного сопротивления;
 - б) емкостными индуктивными;
 - г) пьезоэлектрическими;
 - д) электромеханическими.

4. Пневматические и гидравлические.

IV. По количеству нитепроводников.

1. С одним нитепроводником.

2. С двумя нитепроводниками.

3. С тремя нитепроводниками.

V. По типу нитепроводников.

1. С вращающимися нитепроводниками

2. С невращающимися нитепроводниками.

Средства второго, третьего и четвертого классов сравнительно немногочисленны и по способу получения показаний могут быть отнесены к соответствующим группам, перечисленным для первого класса.

Наибольшее распространение в практике измерения натяжения нитей основы на ткацком станке нашли средства первого класса с механическим, оптическим и электрическим принципами действия.

Ниже приводится краткое описание устройства и применения приборов с различными принципами действия, наиболее распространенных при измерении натяжения нитей основы.

Средство марки НН-2 (Рис. 2.2) для измерения натяжения одиночных нитей. Натяжение нити на приборе фиксируется в граммах и указывается стрелкой на шкале, с пределом измерения от 0 до 400 г.

Как видно, из рис. 2.2 прибор имеет ручное оформление и снабжен двумя вращающимися нитепроводниками на опорах скольжения: направляющим и воспринимающим 2 нитепроводник. Воспринимающий нитепроводник смонтирован на подвижном рычаге, который несет зубчатый сектор, входящий в зацепление с шестерней. На оси шестерни закреплена стрелка 3, указывающая натяжение по градуированной шкале. Подвижный рычаг и стрелка находятся под действием пружин. Для измерения натяжения прибор заправляют таким образом, чтобы набегающая ветвь нити огибала сначала подвижный воспринимающий ролик 2, а затем неподвижный направляющий ролик 1.

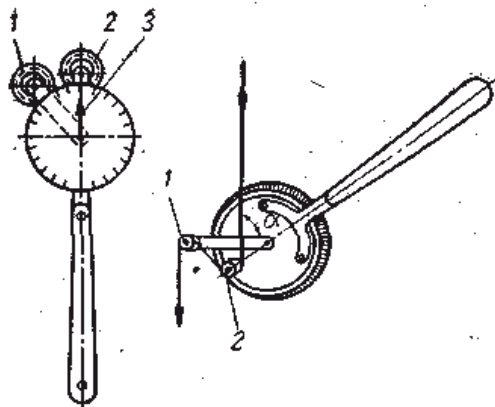
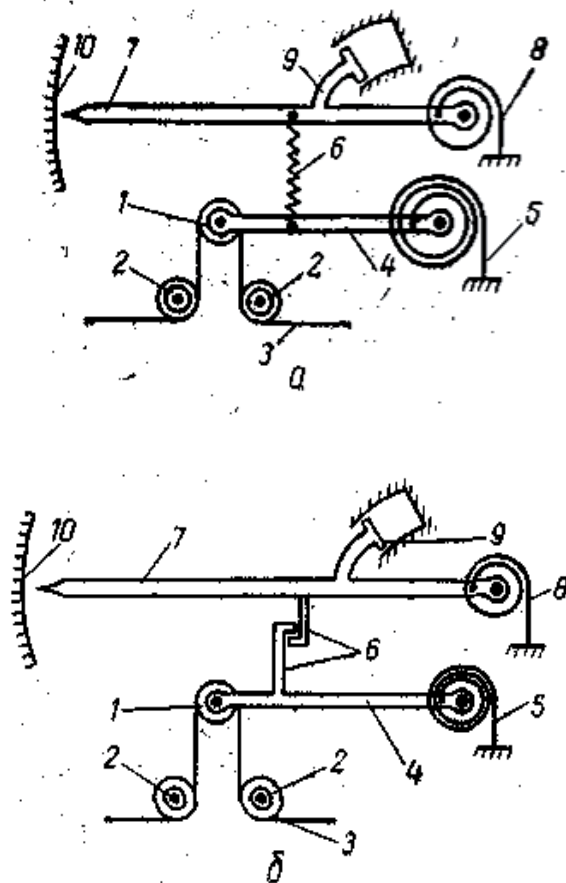


Рис. 2.2. Прибор НН-2 для измерения натяжения одиночных нитей

При измерении натяжения нужно следить за тем, чтобы ветвь нити, заправленный в прибор были параллельны друг другу и перпендикулярны к кронштейну, на котором установлен направляющий нитепроводник.

Швейцарская фирма Устер выпускает прибор (средство) для измерения натяжения одиночных нитей. Прибор выпускается в двух модификациях, одна из которых предназначена для измерения средней величины натяжения, а другая для измерения наибольшей величины натяжения.

На рис. 2.3 приведены принципиальные схемы модификации прибора. Прибор для измерения средней величины натяжения (рис.2.3а) имеет воспринимающий нитепроводник 1 и направляющие нитепроводники 2, огибаемые контролируемой нитью 3.



- а - схема прибора для измерения средней величины натяжения;
 б - схема прибора для измерения наибольшей величины натяжения.

Рис. 2.3. Схемы модификаций прибора фирмы Устер.

Воспринимающий нитепроводник помещен на рычаге 4, находящемся под действием спиральной пружины 5. Через винтовую пружину 6 рычаг 4 соединен с указательной стрелкой 7, нагруженной спиральной пружиной 8 и несущей поршень пневматического демпфера 9. Жесткость пружин 6 и 8 очень мала; назначение пружины 8 - коррекция нулевого положения стрелки. Стрелка

надежно демпфируется небольшим демпфером. Натяжение нити указывается стрелкой на шкале 10.

Прибор дает стационарные показания средней величины натяжения, если низшая частота колебаний натяжения нити превышает три (3) герц, и точно воспроизводит колебания с частотой, ниже 0,5 герц.

Колебания с частотами в пределах от 0,5 до 3 герц воспроизводятся частично.

Прибор для измерения наибольшей величины натяжения нити (рис.2.3б) отличается от описанного выше тем, что взамен пружины б(см. рис.2.3а) в нем применено одностороннее сцепление между рычагом 4 и стрелкой 7, благодаря чему стрелка указывает величину натяжения нити, близкую к наибольшей, удерживая показания за счет демпфирования.

Если сцепление упоров б (см. рис.2.3б) разместить в обратной последовательности и изменить направление действия момента, приложенного от пружины 8 к стрелке 7, то принцип действия прибора можно использовать для получения показаний близких к наименьшей величине измеряемого натяжения нити.

Английская фирма Ньюмарк выпускает механический прибор для сравнения натяжения нитей. Конструктивно прибор довольно прост и основан на принципе двуплечих весов.

Прибор состоит из указательной стрелки и шкалы с нулем посередине. Стрелка соединена с диском, на котором симметрично оси вращения стрелки смонтированы два воспринимающих нитепроводника.

На корпусе прибора установлены две пары направляющих нитепроводников. Нити, натяжение которых сравнивают, заправляют в соответствующие системы нитепроводников.

При равенстве натяжений сравниваемых нитей стрелка находится на нулевом делении шкалы. Величина и направление смещения стрелки от нуля характеризует соотношение сравниваемых натяжений. Прибор можно использовать для определения равнотянутости нитей в верхней и нижней ветвях зева.

Нами разработано средство для измерения натяжения одиночных нитей механического принципа действия на базе прибора фирмы Устер (рис.2.4), отличительная особенность которого наличие платформы, где установлены два прибора для измерения средней и наибольшей величины натяжения нитей, причем силоизмерительные нитепроводники выполнены в виде одноплечих рычагов. Преимущество нового средства - точность измерения натяжения одиночных нитей для получения количественных характеристик, простота и удобство обслуживания.



Рис.2.4.Прибор для измерения натяжения одиночных основных нитей на ткацком станке.

В работе также измерения натяжения нитей производились новым прибором натяжения одиночных нитей по зонам, равномерно распределённым по ширине заправки ткацкого станка.

Практика использования приборов, основанных на механическом принципе действия, показывает, что эта группа приборов обладает довольно малой чувствительностью, значительной инерцией подвижных частей и не обеспечивает регистрацию изменений натяжения нитей с малым периодом колебания. Приборы механического принципа действия можно использовать для приближенных замеров натяжения нитей с большим периодом колебания.

Приборы механико-оптического принципа действия для измерения натяжения нитей получили значительное распространение в исследованиях натяжения нитей основы на ткацком станке. Эти приборы выгодно отличаются от приборов механического действия тем, что в них масса (вес) подвижных частей сведена к минимуму. Механико-оптические приборы вполне удовлетворительно улавливают колебания натяжения нитей основы в процессе ткачества и позволяют наблюдать за меняющейся величиной натяжения как визуально, так и регистрировать колебания натяжения на фотобумаге или фотопленке.

В экспериментальных исследованиях использовался комплекс измерительных приборов и средств – тензометрическая установка, датчики натяжения нитей основы и утка, перемещения опушки ткани, компьютеры, приборы для определения перемещения опушки ткани, коэффициента трения нитей о направляющие, средства и приборы для определения физико-механических свойств тканей, влажности и температуры окружающей среды.

Тензометрическая установка включает: осциллограф К-117; блок питания П-133; тензометрический усилитель УТ-4; магазин шунтов и добавочных сопротивлений; датчиков, воспринимающих сигналы различных параметров. Шлейфы в осциллографе подбирались с учетом их чувствительности и частоты изучаемого процесса.

Измерения натяжения нитей основы проводились в зоне «скало-ламели» с помощью подвижных датчиков, разработанных во ВНИИЛтекмаше используемых для измерения группы нитей основы [62].

Тензометрический четырехканальный усилитель типа УТ-4-1 предназначен для усиления сигналов с тензодатчиков при измерении статических и динамических деформаций поверхностного слоя материалов конструкций. Усиленный сигнал регистрируется магнитоэлектрическим осциллографом. Гальванометры осциллографа подбираются с учетом их чувствительности и частоты изучаемого процесса. Для записи угловой скорости навоя рекомендуется использовать гальванометры с рабочей частотой 300-600 Гц. Проверка

правильности выбора гальванометра производится установкой гальванометра более высокой частоты, при этом если искажения в записи процесса не обнаруживаются, то можно использовать данный гальванометр. В таблице 2.1 приведены рекомендуемые частоты гальванометров для исследуемых параметров.

Таблица 2.1

Характеристика гальванометров

№	Параметры	Собственная частота гальванометров
1	Натяжение ткани	3500
2	Натяжение основы	2500
3	Угловая скорость диска	1200
4	Угловая скорость навоя	600
5	Перемещение опушки ткани	600
6	Отметчик положения главного вала	400

Для преобразования измеряемых механических параметров угловой скорости, натяжения в пропорциональные изменения электрических параметров с последующей их регистрации служат датчики. Измерение натяжения нитей основы и ткани осуществляется с помощью подвесных датчиков. Тензодатчик наклеивают на упругий воспринимающий элемент (балочку). Деформация балочки, вызванная силой натяжения нитей, передается тензодатчику, который изменяет свое активное сопротивление прохождению электрического тока. Изменение сопротивления происходит вследствие, длины сечения проволоочки.

Расчет балочек производится из условия прочности и с последующей проверкой необходимой частоты собственных колебаний. Во избежание искажений входного сигнала от датчика, частота исследуемого процесса должна быть ниже $5 \div 10$ раз.

В таблице 2.2 приведены расчетные зависимости для наиболее распространенных конструкций балочек тензодатчиков.

В формулах таблицы 2.2 обозначено:

E – модуль упругости материала;

γ – удельная плотность материала;

$$m_y = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma$$

m_y - масса упругого элемента.

Если на месте действия силы имеется сосредоточенная масса (скоба, направляющий ролик, глазок и т.д.), то частоту собственных колебаний балочки, рассчитанную по формулам таблицы 2.2 следует умножить на величину

$$R = \sqrt{\frac{m_y}{M}},$$

где: m_y - масса рассчитываемой балочки;

M – масса той же балочки с дополнительной сосредоточенной массой.

Данные для расчета упругого элемента датчика из различных материалов приведены в таблице 2.3.

При конструировании упругого элемента двумя его размерами задаются длиной (l) и шириной (B), а толщину (h) определяют расчетом. Длину упругого элемента (балочки) принимают в 2,5-3 раза больше базы тензорезистора (проволочного датчика).

Приведем расчет упругого элемента подвесного датчика. Исходные данные для расчета: максимальное натяжение нитей основы $T = 0,4$ Н/нить; число нитей в заправке датчика $n = 50$; база тензорезистора $l_0 = 20$ мм; ширина тензорезистора $b_T = 10$ мм; материал балочки – сталь.

Сила действующая на балочку равна

$$F = T \cdot n = 0,4 \cdot 50 = 20 \text{ Н}$$

Принимаем

$$l = 2,5 \cdot 20 = 50 \text{ мм} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

$$B = 3 \cdot b_T = 3 \cdot 10 = 30 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Из условия прочности данного упругого материала (таблица 2) получим:

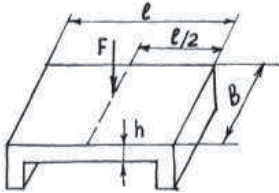
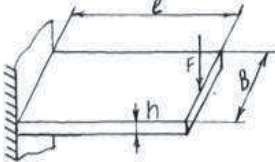
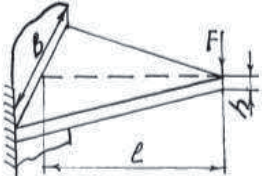
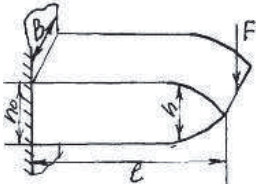
$$h \geq \sqrt{\frac{6 \cdot F \cdot l}{0,4 \cdot \delta_T B}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{0,4 \cdot 22 \cdot 10^7 \cdot 3 \cdot 10^{-2}}} = 15 \text{ мм}$$

Определяем частоту собственных колебаний балочки по формуле (таблица 2.2).

$$V = 0,32 \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-4}} \cdot \frac{20 \cdot 10^{10}}{7,8 \cdot 10^3} = 3030 \text{ Гц}$$

Таблица 2.2

Формула для расчета упругих элементов тензодатчиков

Вид упругого элемента	Условия прочности	Частота собственных колебаний
	$\frac{6Fl}{4Bh^2} \leq 0,1\delta_T$	$v = 0,32 \frac{h}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\gamma}}$
	$\frac{6Fl}{Bh^2} \leq 0,1\delta_T$	$v = 0,16 \frac{h}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\gamma}}$
	$\frac{6Fl}{4Bh^2} \leq 0,1\delta_T$	$v = 0,33 \frac{h}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\gamma}}$
	$\frac{6Fl}{4Bh^2} \leq 0,1\delta_T$	$v = 0,22 \frac{h_0}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\gamma}}$

Масса упругого элемента

$$m_y = B \cdot l \cdot h \cdot \gamma = 3 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 17,55 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Принимаем сосредоточенную массу (массу скобы)

$$m_c = 20 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Тогда

$$M = m_y + m_c = 17,55 \cdot 10^{-3} + 20 \cdot 10^{-3} = 37,55 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

а коэффициент

$$R = \sqrt{\frac{17,55 \cdot 10^{-3}}{37,55 \cdot 10^{-3}}} = 68$$

Частота собственных колебаний балочки с учетом массы скобы будет

$$V' = V \cdot R = 3030 \cdot 0,68 = 2060 \text{ Гц}$$

Таблица 2.3

Механические характеристики материала упругих элементов датчиков

№	Материал	Модуль упругости Н/м ²	Предел текучести	Удельная плотность
1	Сталь	20x10 ¹⁰	22x10 ⁷	7,8x10 ³
2	Медь	12,7x10 ¹⁰	4,4x10 ⁷	8,9x10 ³
3	Бронза	11,3x10 ¹⁰	40x10 ⁷	8,8x10 ³
4	Латунь	9,2x10 ¹⁰	20x10 ⁷	8,5x10 ³
5	Дюралюминий	7x10 ¹⁰	15x10 ⁷	2,8x10 ³
6	Текстолит	0,8x10 ¹⁰	6x10 ⁷	1,4x10 ³

Пусть скоость главного вала ткацкого станка $n=360 \text{ мин}^{-1}$. Тогда частота периодических колебаний натяжения нитей основы составит

$$V_H = \frac{n}{60} = \frac{360}{60} = 6 \text{ Гц}$$

Следовательно, $V' > V_H$ т.е. частота собственных колебаний балочки превышает частоту периодических колебаний натяжения нитей основы.

Также возможно определить частоты собственных колебаний датчика экспериментально. Сущность, которого заключается в следующем.

Изготовленный датчик нагружают через нить грузами. Далее нить пережигают, и затухающие колебания датчика записывают на осциллограф. Собственная частота балочки определяется по формуле

$$V' = \frac{1}{T}$$

где: T-период колебаний в секундах.

При измерении натяжения нитей основы, как за цикл работы станка, так и по мере срабатывания намотки на ткацком навое датчик (рис.2.5) перемещался вместе с нитями основы.

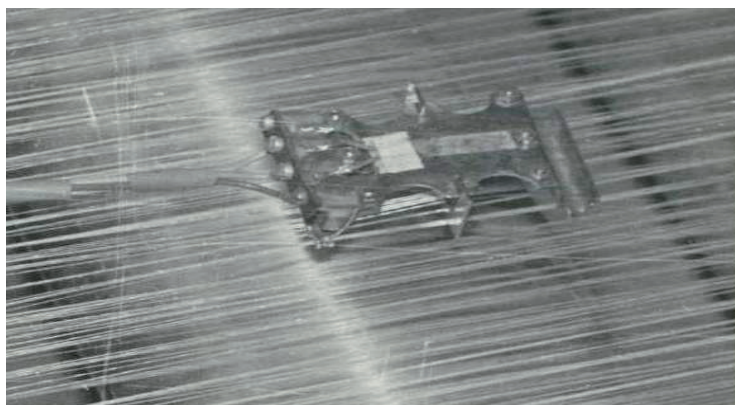


Рис.2.5 . Датчик натяжения группы нитей основы.

При измерении натяжения нитей основы в неустановившемся режиме работы станка (простой и пуск станка) датчик группы нитей устанавливался при остановленном станке, и производилась запись осциллограммы в этом режиме (останова), а затем проводилось осциллографирование при пуске станка в работу.

При измерении натяжения нитей основы по ширине станка, датчик группы нитей устанавливали на разных фиксированных расстояниях по ширине заправки основы и проводили осциллографирование поэтапно, при работающем станке.

Развитие и внедрение в текстильную промышленность электронной техники поставило перед исследователями следующие задачи:

1. Модернизация и припасовка датчиков (натяжения, давления, перемещения и т.д.) для любых типов IBM;
2. Разработка программного обеспечения под универсальный датчик;
3. Настройка параметров программы в зависимости от реального времени процесса и оборотов главного вала машины или станка.

На кафедре «Технология текстильных полотен» разработан универсальный датчик натяжения нитей основы и утка, перемещения опушки ткани и скало, поворота навоя и вальяна, с программным обеспечением и с настройкой параметров программы на компьютере IBM AT 486, которые полностью заменяют тензометрирование [63].

При разработке универсального датчика за основу был взят принцип манипулятора «мышь» от IBM совместимого компьютера. Датчик подключается к стандартному RS-232 порту IBM совместимого компьютера.

Для передачи данных в компьютер используются стандартные протоколы для данного интерфейса. Питание на датчик подается от этого же интерфейса, потребление тока датчиком очень мало и при напряжении питания +5V составил около 10-15 мА.

При перемещении балочки 1 (рис.2.6), движение передается на колесо с прорезями, жестко закрепленное на валу 3. Вал 3 нагружен пружиной (на рисунке не показан). Меняя угол закручивания пружины, можно регулировать степень действительности датчика. Колесо с прорезями расположено так, что с одной стороны находится излучающий инфракрасный светодиод 4, а с другой стороны принимающий фотоприемник. Вращение колеса создает импульсы, за счет переменного перекрытия луча света попадающего на фотоприемник. Микроконтроллер датчика обрабатывает эти импульсы и преобразует их в серию байтов. Эта серия байтов поступает в компьютер и вызывает аппаратное прерывание, обработкой которого занимается драйвер датчика. Драйвер датчика заносит эти данные в свои переменные и занимается подготовкой данных для восприятия их, обслуживаются программой. Датчик выполнен в пластмассовом корпусе из которого выступает балочка. Датчик имеет на

корпусе гнездо типа «тюльпан» для подключения микропереключателя или геркона для фиксации компьютером оборотов главного вала. Корпус обязательно должен быть из непрозрачного материала, чтобы избежать позитивные поглощения света фотоприемником. Драйвер интегрирован в текст программы. Программы написаны на ритмическом языке VisualC++V 5,0

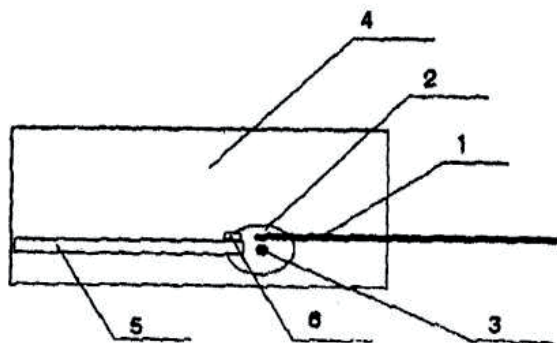


Рис. 2.6. Универсальный датчик.

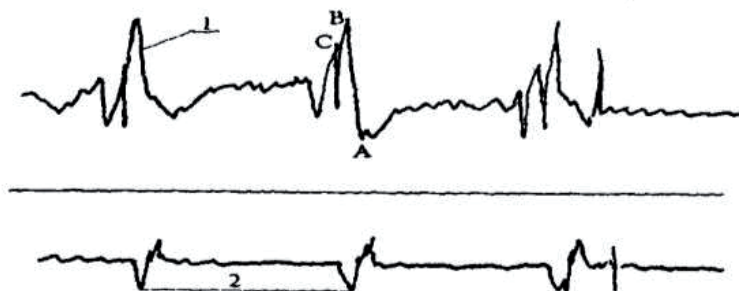


Рис. 2.7. Копии осциллограмм для существующего метода измерений.



Рис. 2.8. Копии осциллограмм для нового метода измерений

Экспериментальные исследования натяжения нитей основы проводились на станках СТБ существующим и новым методами измерений при выработке ткани Бязь артикул 112.

На рис. 2.7 представлены копии осциллограмм изменения натяжения нитей основы, для существующего метода измерений, а на рис. 2.8 копии осциллограмм для нового метода измерений, где:

- 1-кривая изменения натяжения нитей основы;
- 2-отметка оборотов главного вала станка.

Сравнение осциллограмм показывает идентичность, характера изменения натяжения нитей основы.

В таблице 2.4 представлены результаты обработки числовых характеристик для основных периодов образования ткани – прибор уточины, зевобразования, момента заступа. Из таблицы 2.4 следует, числовые характеристики натяжения нитей основы для существующего и нового методов измерения имеют незначительные отклонения.

На основе проведенных испытаний можно сделать вывод, что разработанный нами метод измерения параметров процесса ткачества:

- универсален и обеспечивает большое число измерительных параметров;
- обеспечивает высокую точность измерения;
- заменяет дефицитную и дорогостоящую фотобумагу на обычную бумагу;
- имеет удобную и гибкую настройку компьютера, в зависимости от

измерительных параметров;
- доступен для работы на любом IBM.

Таблица 2.4

Результаты эксперимента

Наименование параметра	Единица измерения	Существующий метод измерения (с использованием осциллографа)	Новый метод измерения (с использованием компьютера)
Натяжение нитей в момент заступа-А	сН	$32,9 \pm 0,5$	$35,8 \pm 0,4$
Зевообразование-С	сН	$36,8 \pm 0,6$	$42,2 \pm 0,4$
Прибоя-В	сН	$55,7 \pm 0,6$	$64,0 \pm 0,8$

2.2. Экспериментальные измерения натяжения и перемещений ткани

Для измерения натяжения ткани использовался датчик разработанный во ВНИИЛтекмаше [], который устанавливался на ткани в зоне опушка ткани – грудница (рис.2.9).

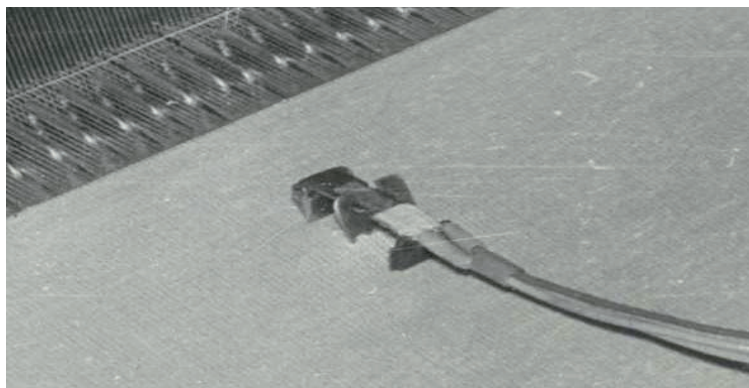


Рис.2.9. Датчик натяжения ткани.

Указанный датчик ткани обладает рядом преимуществ- простота, надежность и достаточная точность.

До настоящего времени величину перемещения опушки в период выстоя станка определяли двумя методами.

Первый метод – непосредственное измерение перемещений опушки на ткацком станке [64].

Второй метод – измерение перемещений опушки на специальном приборе [65].

На наш взгляд, более эффективным является первый метод.

В работе для измерения положения опушки ткани использовано оптическое устройство, сущность которого заключается в следующем. Опушка ткани и фиксатор переднего положения берда расположены между двумя линзами. Источник света, находящийся под тканью, направляет свет в линзы и отражает опушку ткани, и фиксатор – на экране посредством зеркала. Сложность в установке и наладке устройства, невозможность производить замеры во всех положениях батанного механизма, а также низкая чувствительность к перемещениям опушки (0,1мм) являются существенными недостатками оптического устройства.

Для получения характера перемещения опушки ткани был разработан и использован высокочувствительный датчик [66]. Датчик перемещения опушки состоит (рис.2.10) из пластины 1, несущей на своей поверхности тензодатчики, закрепленной консольно в кронштейне 2. Кронштейн 2 посредством державки 3 связан с подвижной опорой. При опускании кронштейна 2 иглы 4 пластины входят в контакт с опушкой ткани. В период выстоя станка смещение опушки через иглы будет изгибать пластину, в результате чего сигнал через усилитель передается осциллографу.

На рис. 2.11 приведена копия осциллограммы перемещения опушки ткани за двадцать минут простоя станка.

Также для регистрации величины перемещения опушки ткани на базе индикатора часового типа ИП-1 нами разработан и использован прибор для измерения перемещения опушки ткани (рис. 2.12). Применение данного прибора имело целью продублировать работу датчика перемещения опушки

ткани, так как в процессе работы усилитель может иметь дрейф и полученные результаты могут оказаться неточными.

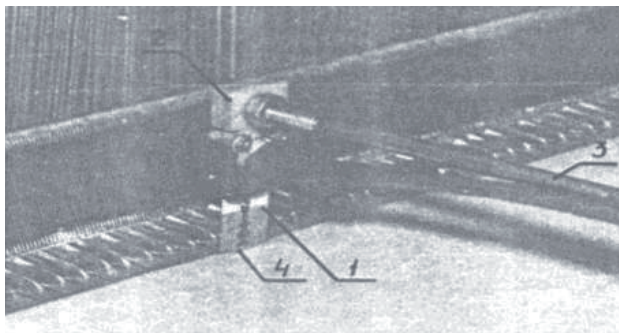


Рис.2.10. Датчик перемещения опушки ткани

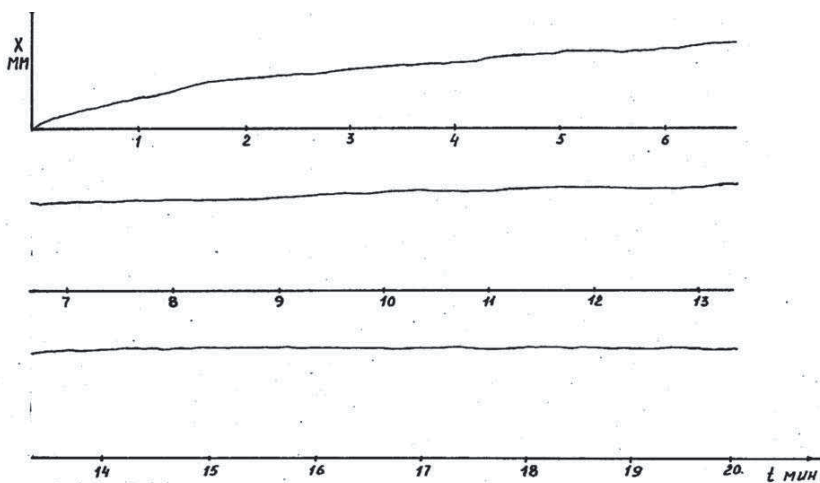


Рис. 2.11. Копия осциллограммы перемещения опушки ткани при простое ткацкого станка.

Прибор прост в установке и наладке и без дополнительной аппаратуры показывает точную величину перемещения опушки при выстое ткацкого

станка. На рис. 2.12 приведена схема установки прибора для измерения перемещений опушки ткани.

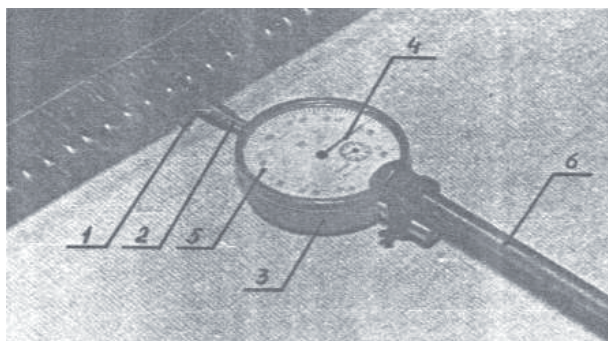


Рис. 2.12. Прибор для измерения перемещений опушки ткани.

Иглы 1 закреплены на ползунке 2 и контактируют с тканью. Ползунок расположен в корпусе 3 и через мультипликатор связан с указателем 4. Циферблат 5 выполнен подвижным, что дает возможность установить нулевое показание прибора. Цена деления циферблата – 0,01мм. Корпус 3 через рычаг 4, державку 6 связан с кронштейном. Показания прибора регистрировались через определенные интервалы времени простоя станка.

До настоящего времени при оценке вращения навоя использовали запись перемещения навоя. Для этого были использованы различные конструкции датчиков. Так, например, широкое применение получил способ перемещения навоя посредством балочки, один конец которой закрепляется на навое и движется вместе с ним, а перемещению другого конца балочки препятствует неподвижный упор. Этот способ прост в изготовлении и в работе, но не позволяет регистрировать большое количество циклов и не обеспечивает необходимой точности из-за проскальзывания балочки по неподвижному упору. В [67] разработано устройство для измерения перемещений, с помощью которого можно записать неограниченное число циклов перемещения навоя. Недостатком данной конструкции является сложность изготовления, установки и наладки. Кроме этого все вышеотмеченные способы оценки вращения навоя производятся по перемещению, а для оценки скорости

вращения навоя пользовались дифференцированием кривой перемещения, что имеет недостаток-неточность результатов. Нами ставилась задача получения непосредственных значений и характера изменения скорости вращения навоя, что позволило бы произвести более точную оценку вращения навоя в динамических условиях. Для этого был использован тахогенератор. Тахогенератор представляет собой электрическую машину малых габаритов и состоит из вращающейся части (якоря) и неподвижной части (статора). Якорь состоит из обмоток, намотанных на стержень (вал). На конце вала устанавливается ролик, который контактирует с исследуемым органом. При движении исследуемого органа вращение передается ролику якоря за счет сил трения. Статор представляет собой постоянный магнит. Магнито-силовые линии, пересекающие обмотку якоря, создают в обмотке электродвижущую силу (Э.Д.С.), пропорциональную частоте вращения якоря. Полученная электродвижущая сила (Э.Д.С.) снимается с якоря посредством графитовых щеток. Следовательно, тахогенератор позволяет вырабатывать Э.Д.С, пропорциональное частоте вращения исследуемого органа, измерение которой можно зафиксировать с помощью осциллографа.

Тахогенератор I укреплен на ползушке², расположенной свободно в пазах направляющих 3 (рис.2.13).



Рис.2.13. Тахогенератор-датчик скорости.

Сила прижима обрешиненного ролика 4 регулируется пружиной 5, один конец которой связан с ползушкой, а другой конец - с регулировочным болтом кронштейна 6. С целью исключения влияния колебаний ткацкого станка на характер вырабатываемой Э.Д.С. кронштейн устанавливается на стойку 7, Выходы тахогенератора подключаются к шлейфам осциллографа через магазин сопротивлений, который служит для изменения коэффициента передачи. Для записи отметок положения главного вала станка использовался индуктивный бесконтактный датчик (рис.2.14).

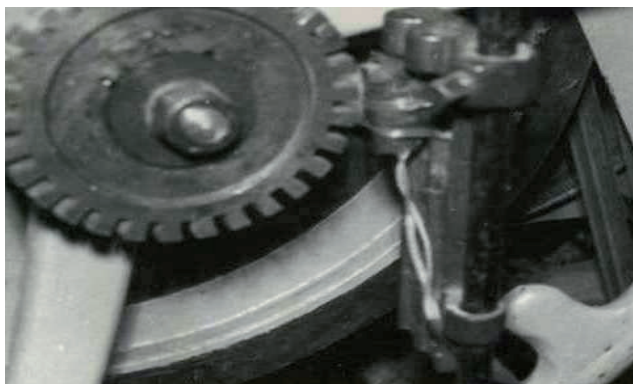


Рис.2.14.Отметчик положения главного вала станка.

2.3. Экспериментальные измерения коэффициента трения

При дисковом способе торможения в основных тормозах стабильность момента сопротивления (трения) зависит от коэффициента трения в покое и коэффициента трения в движении во фрикционной муфте.

Известно, что коэффициент трения в покое и коэффициент трения в движении в трущейся паре зависит от нормального давления и скорости относительного движения. Имеется ряд экспериментальных исследований, где определены значения этих коэффициентов [68,69], но условия работы фрикционной пары указанных исследований отличны от режима работы фрикционной пары в дисковом основном тормозе ткацкого станка. Поэтому возникает необходимость в экспериментальном исследовании коэффициента трения в покое и коэффициента трения в движении в паре феррадо-феррадо

в зависимости от нормального давления и скорости относительного движения для дискового основного тормоза ткацкого станка.

Для определения количественных и качественных характеристик коэффициента трения в покое и коэффициента трения в движении во фрикционной муфте были проведены экспериментальные исследования на специальном стенде, который представлен на рис.2.15.

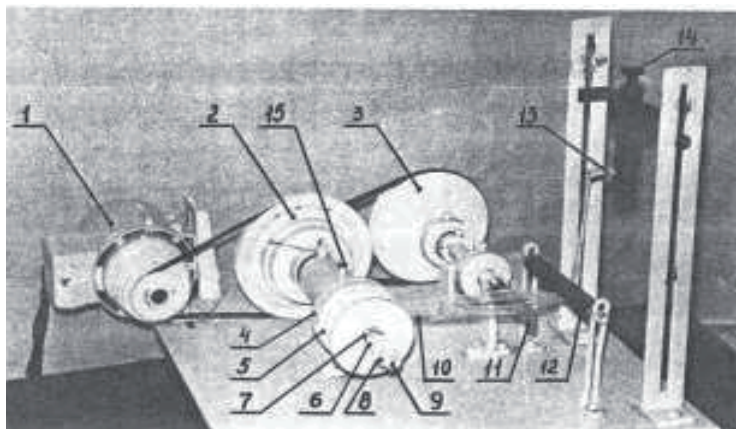


Рис.2.15. Стенд для определения коэффициентов трения в покое и в движении во фрикционной паре.

Стенд состоит из остова, фрикционной муфты, механизма изменения скорости нагружения и приспособления для измерения силы трения. В стенде механизм изменения скорости приложения нагрузки приближенно моделирует циклическое изменение натяжения нитей основы на ткацком станке. Преимущество стендовых исследований заключается в стабильных условиях проведения эксперимента. Это позволяет получить сравнимые результаты, точность которых зависит от характеристики стенда и применяемой аппаратуры. Разработанный на этом стенде универсален, то есть имеет возможность получить характеристики для любой фрикционной пары, применяемой в основных тормозах трения на ткацких станках, и условия работы фрикционной пары близки к условиям фрикционной пары на ткацком станке.

Движение от электродвигателя 1 передается к приводу фрикционной муфты 2 и к приводу механизма изменения скорости приложения нагрузки 3. Фрикционная муфта состоит из ведущего диска 4, несущего на торцевой части фрикционную прокладку, контактирующую с фрикционной прокладкой катушки 5. Прилегание фрикционных прокладок осуществляется за счет пружины 6. Пружина находится между упорным подшипником 7 и регулировочной гайкой 8. Ведущий диск жестко установлен на валу 9, а катушка 5 - свободно. Катушка несет нити основы 10, разделенные на две части. В пространстве этих частей расположена пластина 11 механизма изменения скорости приложения нагрузки. Нити основы огибают направляющий валик 12, уложенный в шарикоподшипники, и связаны с подвижной частью динамометра 13. Положение пружины динамометра можно изменить посредством регулировочного болта 14.

Фрикционная муфта может работать в двух режимах:

Первый режим. Регулировочный болт 15 ввернут, в этом случае ведущий диск неподвижен, а пластина 11 вращается между нитями основы. Во фрикционной паре имеет место как коэффициент трения в покое, так и коэффициент трения в движении, то есть этот режим характерен для существующих основных тормозов трения, будь то ленточный, дисковый или колодочный. В данном режиме работы стенда определяем коэффициент трения в покое следующим образом. Производим нагружения нити, растягивая пружину до тех пор, пока не будет срыва во фрикционной паре. Момент начала срыва фиксируем по показанию динамометра.

Второй режим. Регулировочный болт вывернут, ведущий диск получает относительное движение, и вращается пластина. В этом режиме имеет место только коэффициент трения в движении, и он характерен для разработанной конструкции дискового основного тормоза. Ведущий диск, находясь в режиме противовращения, поворачивает катушку до тех пор, пока момент сматывания не уравнивается с моментом трения во фрикционной паре, далее происходит

проскальзывание прокладки ведущего диска 4 по прокладке катушки 5. В этот момент фиксируем показание динамометра.

В таблице 2.5 представлена сетка вариантов проведения эксперимента на стенде.

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением нормального давления с 1,8 до 9,0 Н/см² коэффициент трения в покое возрастает на 31%, а коэффициент трения в движении - на 19 %. С повышением относительной скорости ведущего диска коэффициент трения в движении уменьшается на 10 %. Коэффициент трения в покое больше коэффициента трения в движении на 19 %, причем с увеличением относительной скорости ведущего диска разница составляет 31%.

Таблица 2.5

Сетка вариантов проведения эксперимента на стенде.

№ Варианта	Относительная скорость ведущего диска, м/сек	Удельное давление во фрикционной паре, Н/см ²				
		1	2	3	4	5
1	0	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
2	0,115	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
3	0,148	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
4	0,197	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
5	0,246	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
6	0,279	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0

В каждом из тридцати вариантов проводилось по 30 замеров показаний динамометра. Затем проводился расчет коэффициента трения по формуле:

$$f = \frac{K_3 \cdot R_0}{\lambda_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}} \cdot R_{\text{ср}}}$$

где: K_3 - замеренная сила на динамометре; R_0 - радиус намотки на катушке; λ - деформация пружины; C_n - жесткость пружины; R_{cp} - средний радиус трения.
 При $R_0 = 3$ см; $R_{cp} = 4$ см; $C_n = 15$ Н/см уравнение примет вид:

$$f = 0,05 \frac{K_3}{\lambda_n}$$

Изменение деформации пружины вызывает изменение показаний в динамометре. Полученные результаты обрабатывались методом математической статистики. В таблице 2.6 приведены значения коэффициента трения в покое в зависимости от удельного сопротивления фрикционной пары феррадо - феррадо, а в таблице 2.7 - значения коэффициента трения в движении в зависимости от удельного давления и относительной скорости скольжения той же фрикционной пары.

Таблица 2.6

Зависимость коэффициента трения в покое от удельного давления

Н/см ²	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
$f_{\text{пок}}$	0,265	0,278	0,289	0,336	0,348

Таблица 2.7

Зависимость коэффициента трения в движении от удельного давления и относительной скорости ведущего диска

V м/сек	P, Н/см ²				
	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
0,115	0,222	0,231	0,242	0,256	0,265
0,148	0,216	0,227	0,240	0,251	0,263
0,197	0,212	0,223	0,233	0,244	0,256
0,246	0,205	0,217	0,226	0,237	0,248
0,279	0,202	0,212	0,220	0,235	0,245

На рис. 2.16 приведены графики изменения коэффициента трения в покое и в движении в зависимости от нормального давления и относительной скорости вращающегося диска.

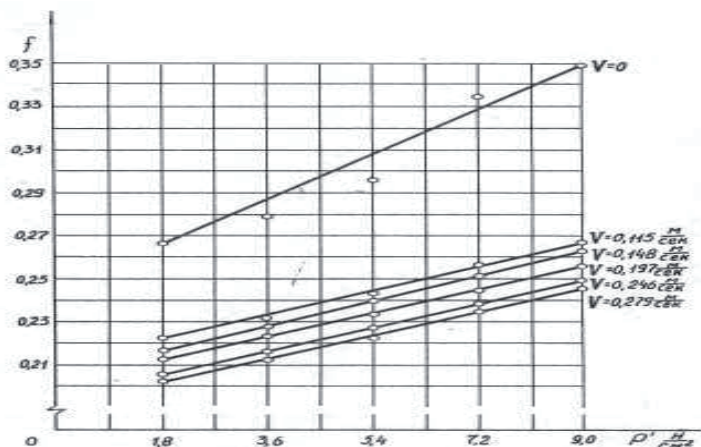


Рис.2.16. Графики изменения коэффициента трения во фрикционной паре.

В работе [70] для измерения коэффициента трения покоя и движения предложен прибор, который содержит стальной цилиндр, контактирующий с текстильной нитью один конец которой имеет постоянное натяжение, а другой конец переменное натяжение. Предложенный прибор неудобен в обслуживании и не обеспечивает оперативность и точность измерений, вследствие отсутствия динамометра и съемных исследуемых материалов, так как все операции проводят вручную.

Авторами предложен прибор для измерения коэффициента трения текстильных материалов, который имеет динамометр, расположенный на подвижной платформе и соединен с концом текстильной нити, причем текстильная нить контактирует с исследуемым материалом, уложенного в продольной канавке цилиндра. Другой конец текстильной нити нагружен постоянным грузом. Исследуемый материал в зависимости от пар трения может быть выполнен из - металла, неметалла (пластмасса, дерева, резины и т. д.), текстильных волокон (хлопчатобумажных, шерстяных, льняных, шелковых и

их смесей, и др.). На рис. 2.17 представлен прибор для измерения коэффициента трения текстильных материалов.

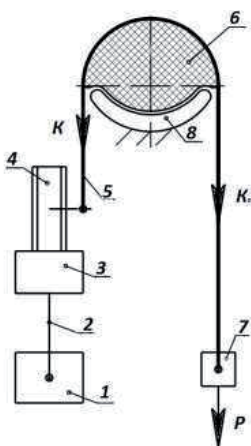


Рис. 2.17. Схема прибора для измерения коэффициента трения текстильных материалов.

Прибор содержит привод 1, винтовое соединение 2, подвижную платформу 3 и динамометр 4. Текстильная нить 5 перекинута на поверхность исследуемого материала 6, причем один конец (ведущая ветвь) соединена с динамометром 4, а другой конец (ведомая ветвь) с постоянным грузом 7. Исследуемый материал 6 уложен в продольную канавку неподвижного цилиндра 8.

Привод 1 посредством винтового соединения 2 перемещает платформу 3 вниз, а вместе с ней и динамометр 4. Текстильная нить 5 находится на поверхности исследуемого материала 6 в состоянии равновесия за счет постоянного груза 7. Дальнейшее опускание динамометра 4 приводит к скольжению нити 5 на поверхности исследуемого материала 6. По моменту трогания (начало скольжения) текстильной нити 5 на поверхности исследуемого материала 6 снимаем показания со шкалы динамометра 4, которое соответствует

натяжению K ведущей ветви нити 5, а величина постоянного груза 7 соответствует натяжению K_0 ведомой ветви нити 5.

Коэффициент трения f на поверхности контакта между текстильной нитью 5 и исследуемого материала рассчитывают по формуле при $\alpha = \pi$

$$f = \frac{\lg K - \lg K_0}{\alpha \cdot \lg e} \quad (2.1)$$

где: K - натяжение ведущей ветви нити 5 определяется показанием шкалы динамометра 4; K_0 - натяжение ведомой ветви нити 5 определяется весом постоянного груза 7; α - угол обхвата (угол трения) материала 6 текстильной нитью 5, в радианах.

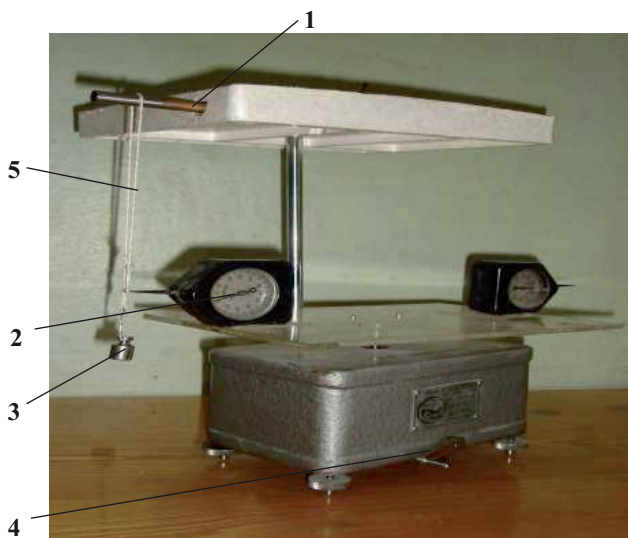
Момент трогания (начало скольжения) текстильной нити 5 на поверхности исследуемого материала 6 соответствует коэффициенту трения покоя. Дальнейшее равномерное скольжение текстильной нити 5 на поверхности исследуемого материала 6 соответствует коэффициенту трения в движении. Резкое изменение скорости (посредством привода 1) перемещения текстильной нити 5 на поверхности исследуемого материала 6 соответствует коэффициенту трения от скорости скольжения.

Аналогично определяют коэффициент трения в покое, в движении и скорости скольжения для трущихся пар трения нити 5 и материала 6 различных структур, путем припасовки последнего в канавки неподвижного цилиндра 8. Это обусловлено тем, что нить при движении контактирует с рабочими органами машин, устройств и приспособлений с различной скоростью, нагрузкой и тел трения (металла, пластмасса, дерево, резина и т.д.). Кроме, того в изделиях нить и волокно взаимодействуют между собой и контактирует с текстильными материалами (хлопчатобумажными, шерстяными, льняными, шелковыми и их смесей, и др.) при формировании трикотажных, тканых и нетканых полотен. Размеры цилиндра 8 обусловлены размерами исследуемого материала 6, которое не должно превышать $2/3$ диаметра материала 6. Так как превышение этого размера приводит к дополнительному трению текстильной

нити 5 о цилиндр 8, что влечет к значительному искажению результатов исследования коэффициента трения. Многократность исследований обеспечивает реверсивность привода 1, то есть установка через винтовое соединение 2 платформы 3 и динамометра 4 в исходное (верхнее) положение.

На рис.2.18. представлен прибор для определения коэффициент трения[71]. При определении коэффициента трения нити о направляющие использовались прутки 1 с различными диаметрами (цилиндры) нить 5 и пружинный переносной тензометр 2.

Методика выполнения эксперимента следующая. Нить 5 перекидывалась через пруток 1, на один конец нити подвешивался груз, а на другой конец нити рычаг а 2, который равномерно перемещался ручкой 4 и приводил нить в состояние равномерного скольжения по цилиндру (орган направляющего). По шкале тензометра отмечали величину нагрузки в момент равномерного скольжения нити. Показания тензометра соответствует натяжению ведущей ветви испытываемой нити (К), а величина груза, подвешенного к другому концу нити соответствует натяжению ведомой ветви (К₀).



1-направляющий орган; 2- тензометр; 3- груз; 4- ручка; 5- нить.

Рис.2.18. Прибор для определения коэффициент трения

Расчет величины коэффициента трения производили, на основании формулы (2.1). Опыты проводили при постоянном угле трения равном 180° , т.е. $\alpha=\pi$. В таблице 2.8 приведены результаты расчета коэффициента трения для различных диаметров и поверхностей трения $K_0=10\text{г}$ и $\alpha=\pi$, различных линейных плотностей, хлопчатобумажных нитей и нитей натурального шелка. Из таблицы 1 следует, то что в начале скольжения нити по поверхности, соответствующий коэффициенту трения в покое во всех вариантах эксперимента больше значений коэффициента трения в движении, соответствующего состоянию фрикционной пары (нить-поверхность) равномерному движению. Наименьшее значение коэффициента трения при использовании металла на поверхности трения, а наибольший при использовании резины на поверхности трения. С увеличением радиуса трения поверхности и линейной плотности нитей коэффициент трения возрастет. Для нитей из натурального шелка коэффициент трения меньше, чем для нитей хлопчатобумажных.

Таблица 2.8

Результаты расчета коэффициента трения в зависимости от диаметра и состояния трущихся поверхностей и линейной плотности пряжи

№	Линейная плотность нити, текс вид нити	Состояние фрикционной пары	Диаметры трущихся поверхностей, мм					
			2	3	4	5	6	8
1	15,4 х/б	В начале движения, в покое	0,22	0,25	0,29	0,32	0,35	0,37
			0,41	0,44	0,47	0,51	0,54	0,55
		Равномерное Движение	0,20 0,39	0,22 0,41	0,25 0,44	0,28 0,46	0,32 0,51	0,35 0,54
2	15x2 х/б	В начале движения, в покое	0,28	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39
			0,48	0,48	0,51	0,53	0,55	0,58

		Равномерное Движение	0,27 0,44	0,28 0,46	0,29 0,48	0,34 0,49	0,34 0,53	0,36 0,56
3	15x3 х/б	В начале движения, в покое	0,32 0,51	0,34 0,52	0,36 0,55	0,38 0,57	0,40 0,59	0,43 0,62
		Равномерное Движение	0,29 0,48	0,32 0,51	0,35 0,54	0,36 0,55	0,38 0,57	0,40 0,59
4	15x4 х/б	В начале движения, в покое	0,37 0,55	0,38 0,57	0,40 0,59	0,41 0,59	0,43 0,61	0,45 0,64
		Равномерное Движение	0,35 0,54	0,37 0,55	0,38 0,57	0,38 0,57	0,40 0,58	0,41 0,60
5	2,33x5 н/ш	В начале движения, в покое	0,19 0,38	0,20 0,39	0,20 0,41	0,25 0,44	0,27 0,46	0,29 0,49
		Равномерное Движение	0,15 0,33	0,17 0,35	0,19 0,37	0,22 0,40	0,24 0,43	0,28 0,47
6	2,33x10 н/ш	В начале движения, в покое	0,25 0,44	0,27 0,45	0,29 0,48	0,30 0,48	0,32 0,51	0,35 0,55
		Равномерное Движение	0,22 0,43	0,24 0,43	0,27 0,45	0,28 0,46	0,30 0,49	0,33 0,51
7	2,33x15 н/ш	В начале движения, в покое	0,30 0,49	0,32 0,51	0,34 0,53	0,37 0,56	0,38 0,57	0,41 0,60
		Равномерное Движение	0,28 0,47	0,29 0,48	0,32 0,51	0,33 0,51	0,35 0,54	0,38 0,58
8	11,6x2 н/ш	В начале движения, в покое	0,25 0,43	0,27 0,45	0,28 0,46	0,30 0,49	0,33 0,51	0,36 0,55
		Равномерное Движение	0,22 0,41	0,22 0,42	0,25 0,44	0,28 0,46	0,30 0,49	0,34 0,53

где: числитель - значения коэффициента трения нити о металл;

знаменатель – значения коэффициента трения нити о резину.

3.ПРОЦЕСС ОТПУСКА И НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ

3.1.Классификация механизмов отпуска и натяжения нитей основы

По мере выработки ткани основу необходимо продвигать по направлению от навоя к опушке ткани и в тоже время образованную в каждом цикле ткань надо отводить из зоны ее формирования и навивать на товарный валик. Эти операции выполняются с помощью специальных механизмов отпуска и натяжения нитей основы (МОНО и механизмов отвода и навивания ткани МОНТ.

Требования предъявляемые к механизмам отпуска и натяжения основы. Для удобства их подразделяют на технологические – те, которые необходимы с точки зрения стабилизации технологического процесса и технические, которые характеризуют надежность механизма с технической стороны и с позиций удобства в обслуживании.

Технологические:

- сохранение запорочного натяжения основных нитей по мере срабатывания катушки на навое;
- поддержание равномерного натяжения нитей основы за цикл работы станка и по ширине заправки станка;
- разгрузка упругой системы заправки при долговременных остановках станка и загрузка до заданного значения запорочного натяжения перед пуском в работу станка;
- поддержание постоянного натяжения во время кратковременных остановов с целью уменьшения дефектов “пусковые полосы” на ткани;
- сохранение на определенном уровне конструктивно-заправочной линии по мере срабатывания ткацкого навоя;
- точность отпуска основы.

С технической стороны должны обеспечиваться:

- простота и надежность конструкции;
- возможность выработки широкого ассортимента тканей;

- работа без ручной под регулировки;
- возможность приспособки к различным станкам;
- автоматическая намотка или размотка основы при удалении браков на ткани.

Процесс отпуска и натяжения основы на ткацких станках можно рассматривать с позиций автоматического регулирования, что позволяет определить статистические и динамические свойства процесса, оценить влияние различных возникающих факторов на процесс, установить преимущества и недостатки механизмов отпуска и натяжения основы.

В основу классификации могут быть положены следующие признаки (рис.3.1).

Вид задающей программы, то есть технологические задачи. Как известно, в ткачестве задачей регулирования является поддержание регулируемой величины (натяжения основы) в заданных пределах. Такие системы автоматического регулирования называют системами стабилизации в фазах цикла для выработки равноплотных тканей. Также в некоторых случаях условия технологического процесса требует не стабилизации регулируемой величины (натяжения основы), а ее изменения по некоторой программе, которое называют системами программного регулирования, где осуществляется регулирование по программе для тканей переменной структуры.

Характер управления исполнительным устройством может быть непрерывным или прерывным. Элементом непрерывного действия называется такой, в котором плавное изменение входной величины во времени вызывает плавное изменение выходной величины. Элементом прерывистого действия называется такой, в котором плавное изменение входной величины вызывает скачкообразное изменение выходной величины, которые подразделяются на релейные и импульсные.

Элементом непрерывного действия на регуляторе “Хант” является коноидный вариатор, т.к. при неизменном положении скало во время работы станка, навой непрерывно поворачивается в направлении сматывания за время оборота главного вала. Примером прерывистого действия является фрикционный

основной регулятор, а также основные тормоза. Импульсным элементом во фрикционном регуляторе является фрикционный вариатор, т.к. при неизменном положении ролика, ведомый диск поворачивается на определенный угол периодически, чередуя поворот с выстоем, причем время одного выстоя до следующего, постоянно и равно времени оборота главного вала.

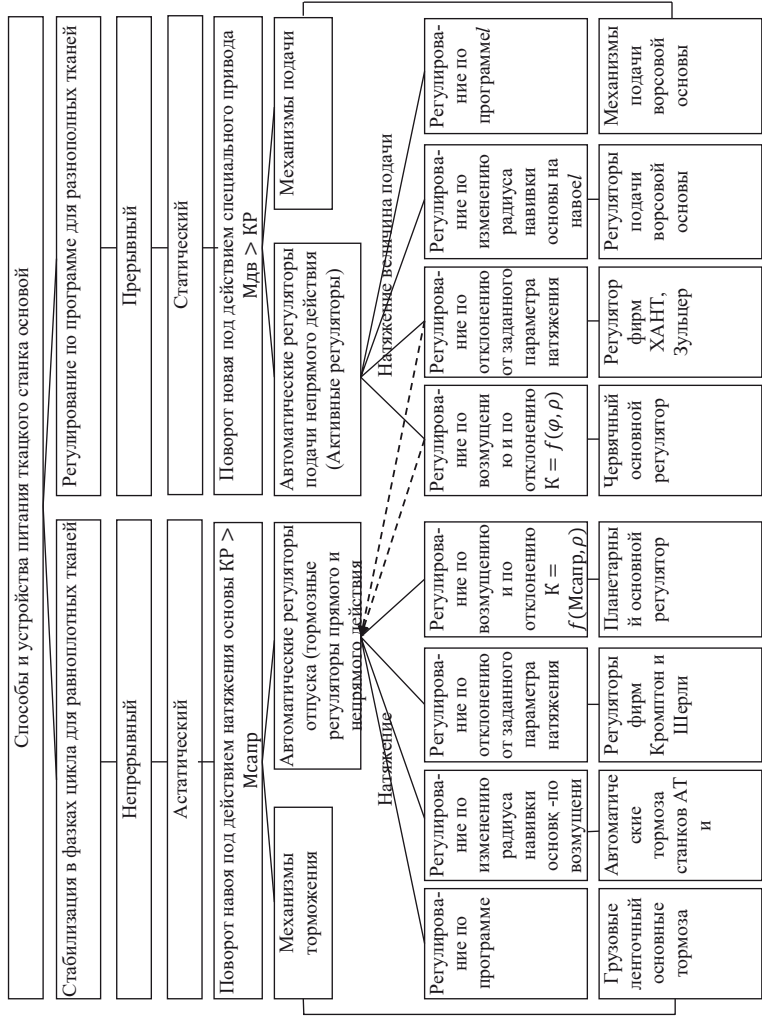
В основных тормозах непрерывно изменяющийся момент, вызванный натяжением нитей основы на навое, сравнивается с моментом трения на тормозном диске, величина которого определяется радиусом намотки. При наступлении равенства этих моментов навой получает импульс. Длительность импульса равна времени движения навоя. Непрерывное изменение натяжения основы преобразуется в системе в серию импульсов и периодичность импульса равна времени одного оборота главного вала станка.

Статическая характеристика имеет статическую или астатическую систему.

Если статическая ошибка зависит от величины какого-либо входного воздействия, то систему называют статической по отношению к этому воздействию. Если статическая ошибка не зависит от величины какого-либо воздействия, то систему называют астатической по отношению к этому воздействию. Во фрикционном основном регуляторе увеличение натяжения основы, изменит положение скало, которое растянет пружину, и вариатор повернет навой на больший угол. Однако натяжение не достигнет первоначально заданного значения, т.к. для поддержания прежней величины натяжения необходимо увеличить время воздействия ролика на ведущий диск, а это возможно в том случае, когда пружина растянута.

Поэтому новое установившееся значение натяжения основы будет больше прежнего, следовательно, эта система статическая. Если во фрикционном основном регуляторе уравновешивающая сила (сила растяжения пружины) изменялась при изменении положения ролика, то в астатической системе эта сила определяется только величиной установленных грузов. Образцом этой системы является основной регулятор “Хант” и др.

Рис.3.1.1. Классификация механизмов отпуска и натяжения нитей основы.



Технологические задачи

Характер управления устройством

Статическая характеристика

Способ поворота навола

Устройства определяющие способ поворота навола

Регулируемые параметры

Вид регулирования

Примеры конструкции

Способ поворота навоя может быть прямого или непрямого действия.

Регулятором прямого действия называют такие, в которых регулирующий орган приходит в действие непосредственно от сигналов, возникающих в чувствительном элементе, без использования вспомогательной энергии. К ним относятся все основные тормоза, как уже отмечалось при отсутствии чувствительного элемента (скало) всегда имеется обратная связь, при этом роль чувствительного элемента играет упругая система заправки.

В регуляторах непрямого действия сигнал чувствительного элемента управляет усилительным или преобразовательным элементом, т.е. отпуск основы происходит при наличии привода к ткацкому навою. К ним можно отнести все основные регуляторы.

На ткацких станках различных конструкций поддержание натяжения основы на определенном уровне осуществляется при выполнении одного из следующих трех видов регулирования.

По отклонению регулируемой величины натяжения основы. При этом натяжение основы поддерживается на определенном уровне за счет постоянного измерения отклонения натяжения основы от заданного уровня. В связи с этой величиной, угол поворота навоя изменяется так, чтобы компенсировать изменение натяжения основы. Это фрикционные основные регуляторы, регуляторы системы “Хант”, дисковый основной тормоз, а также основной тормоз на пневматическом станке.

По возмущению (по изменению радиуса навивки основы)

Угол поворота навоя изменяется таким образом, чтобы устранить возмущающее воздействие переменного радиуса навивки основы на навою, но при отклонении натяжения от заданного уровня при неизменном радиусе навивки, изменения угла поворота навоя не происходит. В основном почти все основные тормоза, а также позитивные основные регуляторы работают на этом принципе.

По отклонению регулируемой величины натяжения основы и изменению радиуса навивки основы, то есть применяется комбинирование двух принципов. Комбинированный вид регулирования воплощен в следующих конструкциях- планетарном основном регуляторе, червячном регуляторе, в некоторых конструкциях основных тормозов и т.д.

Регулируемый параметр. В каждом технологическом процессе имеется величина (параметр) или несколько величин, определяющих эффективность этого процесса.

Параметр технологического процесса, который должен поддерживаться на заданном уровне, называется регулируемым параметром. В качестве регулируемых параметров могут быть приняты длина подаваемой нити основы в зону ее формирования или натяжение нитей основы. Следует отметить, что натяжение нитей основы зависит от длины подаваемой основы. Однако, как указывалось выше, на некоторых механизмах отпуска основы осуществляется автоматическое регулирование натяжения нитей, путем изменения их подачи, а на ряде других стабилизируется длина подаваемой нити основы., независимо от их натяжения. В первом случае параметры натяжения и длина подаваемой нити системы автоматического регулирования являются взаимозависимыми, во втором – величина натяжения зависит от длины подаваемой нити, которая при этом представляет собой независимую величину.

3.2.Процесс отпуска и натяжения нитей основы на бесчелночных ткацких станках

Процесс отпуска основы с навоя и создания необходимого ритма натяжения основы осуществляется на ткацких станках механизмами отпуска и натяжения основы. Для обеспечения нормального протекания технологического процесса ткачества основные нити должны иметь определенное заправочное натяжения, которое является одним из основных параметров заправки станка. Изменения величины заправочного натяжения

от установленной нормы вызывают нарушение технологического процесса формирования ткани, изменяют ее структуру, повышают обрывность нитей основы и снижают производительность станка. При уменьшении заправочного натяжения уменьшается и натяжение основы у опушки ткани, что вызовет увеличение прибойной полосы. При увеличении заправочного натяжения возникает массовая обрывность нитей основы. Установленное заправочное натяжение основы для ткани определенного артикула должно оставаться постоянным во время всего периода срабатывания навоя.

Механизм получает движение от продольного валика 1 (рис.3.2.) имеющего в торцевой части шлицевое отверстие, в которое входит шлицевой конец валика 2 с закрепленным ведущим диском 3, наружная сторона которого имеет профилированную поверхность с выступом[72]. При вращении ведущего диска 3 его выступы периодически соприкасаются с роликом на оси рычага 5. Этот рычаг через ось связан с рычагом 6, который в свою очередь связан с кулисой 7. Одним концом кулиса 7 соединена с неподвижным сухариком 8, а другим концом через тягу 9 с плечом 10 трехплечего рычага. На плечо 12 трехплечего рычага воздействует пружина 13, а плечо 14 трехплечего рычага несет скало 15, уложенного в гнезде 11.

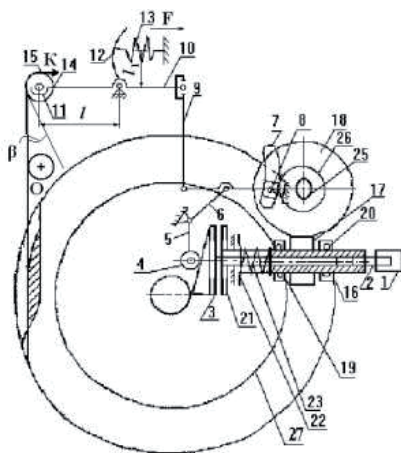


Рис.3.2. Механизм отпуска и натяжения основы

В основном регуляторе для передачи движения от шлицевого валика 2 к навою предусмотрена фрикционная передача. По окружности ведущего диска 3, который жестко закреплен на валике 2, с внутренней стороны наклонено фрикционное кольцо. Шлицевой валик, свободно проходит в трубу 16 на которой закреплен червяк 17, соединенный с червячной шестерней 18.

Втулка вращается в шариковых подшипниках 19, 20. На левом шлицевом конце втулки насажен ведомый диск 21, который выполнен как одно целое с тормозным диском 22. Последний, пружиной 23 прижимается к тормозным прокладкам 24, которые предохраняют диск и червяк от произвольного вращения. Ведомый диск 21 также имеет фрикционное кольцо. Червячная шестерня 18 жестко насажена на валике 25, на котором укреплена поднавойная шестерня 26, сообщающая движение навойной шестерне 27. В процессе работы станка, в результате вращения валика 2 ведущий диск 3 своим выступом при каждом обороте соприкасается с роликом 4, вследствие чего на некоторое время диск 3 переместится с валиком в сторону ведомого диска 21, прижимается к нему и благодаря фрикционному кольцу войдет с ним в зацепление. Находясь, в зацеплении ведомый диск и червяк сделает не большой поворот, повернув червячную шестерню 18, а вместе с ней поднавойную шестерню. Поднавойная шестерня через навойную шестерню повернет ткацкий навой. Величина поворота ведомого диска, червяка, червячной шестерни и навои зависит от времени воздействия ролика 4 на выступ ведущего диска 3. Положение ролика относительно выступа обуславливается положением кулисы 7, а положение последней положением скало 15. В процессе работы станка, по мере наработки основы, натяжение её будет увеличиваться. Скало при увеличении натяжения отпускается, а рычаг 10, поднимаясь, переместит тягу 9 вверх, а связанную с ней кулису - вниз, относительно подвижного сухарика. Рычаг 6 поворачивается против часовой стрелки и вместе с ним рычаг 5 переместит ролик 4 ближе к выступу ведущего диска. При этом продолжительность воздействия ролика на выступ

увеличивается, а значит, увеличивается и время сцепления ведущего и ведомого дисков.

В итоге ведомый диск поворачивается на больший угол, чем при нормальном натяжении основы, и поворачивает на больший угол навой, благодаря чему отпуск основы возрастает, и увеличение натяжения снижается. Если же натяжение основы в процессе работы станка уменьшилось и скало поднимается в связи с воздействием на него пружины 13, то через указанную выше систему рычагов и тяг, кулиса 7 поднимается, ролик 4 отойдет от выступа ведущего диска 3, время его воздействия на выступ сокращается и время сцепления ведущего и ведомого дисков уменьшается. Все это приводит уменьшению подачи основы.

В существующих основных регуляторах ткацких станков СТБ механизм качающегося скало соединяется с рычажно-кулисным механизмом, пальцем на подскальном рычаге, входящим в прорезь тяги с двумя регулировочными болтами с зазором 2 мм, зазор должен быть таким, чтобы подскальный рычаг мог свободно качаться при нормальном натяжении основы. С уменьшением радиуса основы на навое при установившемся угловом перемещении навоя уменьшается величина отпуска основы. Нарушения равновесия между отпуском основы и отводом ткани приводит к увеличению натяжения нитей основы. Под действием увеличивающегося момента, создаваемого натяжением основы, скало опускается. При каждом новом положении скало изменяются углы наклона набегающей и сходящей ветвей основы. Момент, создаваемый натяжением и передаваемый на скало, увеличивается даже при уменьшении натяжения ветвей основы.

Совершенствование механизмов отпуска и натяжения основы направлены [73].

1. На использовании различных систем корректирующих натяжение нитей основы: по мере срабатывания намотки на навое; за цикл работы ткацкого станка; в период пуска и останова ткацкого станка; для размота и намота основы на навое при удалении браков на ткани; для разгрузки напряжения

упругой системы заправки (УСЗ) при неработающем станке и загрузки до заданного натяжения УСЗ в процессе работы станка.

2. На уменьшение нагрузок и стабилизации коэффициента трения в системах торможения навоя, путем использования мультипликаторов с зубчатыми и волновыми передачами между навоем и тормозным шкивом.

Основные тормоза целесообразно использовать при выработке тяжелых (плотных) тканей и шелковых (химических) тканей имеющих высокие упругие свойства. В основных тормозах за каждый оборот главного вала станка навой испытывает воздействие циклически изменяющегося натяжения нитей основы. Под действием этого натяжения, преодолевая момент трения, созданный основным тормозом, навой поворачивается на определенный угол и одновременно подает в рабочую зону станка порцию основы, потребная длина Δl_o которой зависит от плотности ткани по утку P_y и уработки основы a_o .

$$\Delta l_o = \frac{1}{\rho_y} \left(1 + \frac{a_o}{100} \right)$$

Постоянство подаваемой длины Δl_o обеспечивается увеличением угла поворота навоя при уменьшении его радиуса

$$\varphi = \frac{\Delta l}{\rho}$$

Изменение величины ρ влечет за собой изменение массы и как следствие момента инерции навоя I . Отношение n моментов инерции полного $I_{пол}$ и порожнего навоев $I_{пор}$ определяют

$$n = \frac{I_{пол}}{I_{пор}} = 1 + \frac{\pi \cdot H \cdot \gamma (R^4 - r^4)}{I_{пор}}$$

где: H - рассадка фланцев навоя; γ - удельная плотность намотки на навое; R - максимальный радиус намотки на навое; r - радиус ствола навоя.

Из отношения моментов инерции навоя следует, что в начале и конце срабатывания навоя разница может колебаться в широких пределах и достигает в отдельных случаях $15 \div 20$ раз.

Величина n зависит от ширины станка диаметра дисков и ствола навоя и от вида перерабатываемой пряжи. Поэтому при разработке новых систем регулирования натяжение нитей основы необходимо учитывать кинематические и динамические характеристики основных тормозов.

На рис. 3.3 представлена схема основного тормоза с мультипликатором 1, в котором момент торможения M_F на тормозном шкиве 2, создаваемый путем прижима лапки 3 к шкиву, будет в i раз меньше момента сматывания M_k нитей основы 4 с навоя 5.

$$M_F = M_k / i$$

Величина i зависит от передаточного отношения навоя 5 к шкиву 2, создаваемого мультипликатором 1.

В течение каждого цикла навой и вместе с ним тормозной шкив 2 имеют остановки, поэтому в начале движения силы действующие на навой должны преодолевать силу трения покоя. Коэффициент трения покоя величина нестабильная и зависит от нормального давления, материала трущихся поверхностей, температуры, влажности, запыленности и т.д.

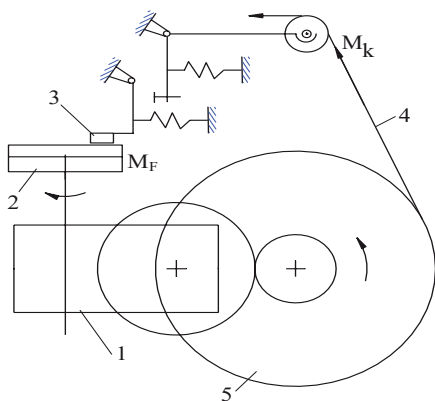


Рис.3.3. Схема основного тормоза с мультипликатором.

Чередование коэффициентов трения покоя и движения приводят к скачкообразному движению навою (рис.3.4), и как следствие резкому перепаду натяжения нитей основы, что приводит к ухудшению строения ткани и увеличению обрывности нитей основы.

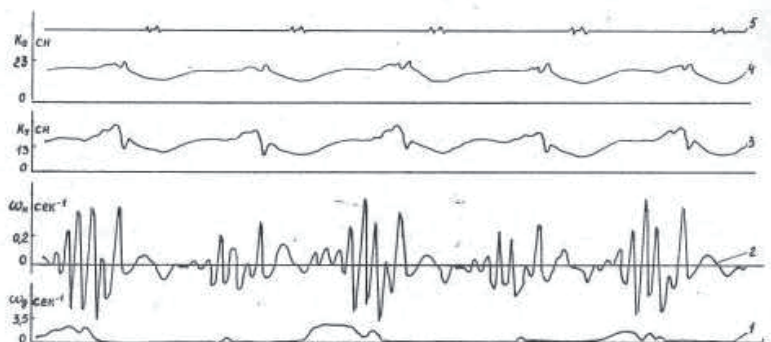


Рис.3.4. Панорамы осциллограмм для основного тормоза.

Для стабилизации коэффициента трения во фрикционных парах используют вибрирующие тормозные колодки или комбинации фрикционных прокладок вязкого трения (кожаные прокладки) с сухого трения (асбестовые прокладки). Наиболее эффективно использование в тормозном регуляторе режим противовращения тормозных колодок относительно тормозных шкивов соединенных кинематически с ткацким навоём (рис.3.5 и 3.7).

При пуске ткацкого станка включается в работу электродвигатель 1, который через редуктор 2 и зубчатое колесо 3 приводит во вращение ведущий диск 4. Под действием натяжения основных нитей навои 5 поворачивает ведомый диск 6 через систему зубчатых колес. Так как ведущий диск 4 находится в режиме противовращения относительно ведомого диска 6, то в период минимального натяжения нитей основы будет вести за собой диск 6, а в период большего натяжения нитей основы происходит проскальзывание ведомого диска относительно ведущего диска.

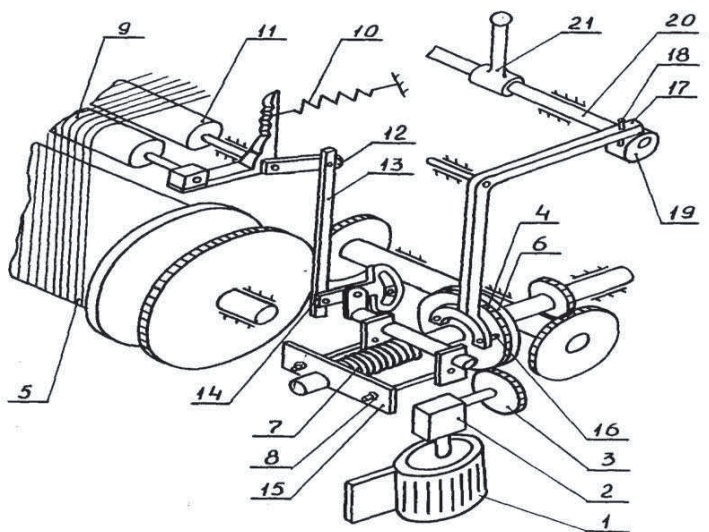


Рис.3.5. Схема тормозного регулятора.

Следовательно, в установившемся режиме работы ткацкого станка во фрикционной муфте имеет место только коэффициент трения в движении (кинематическое трение), что обеспечивает стабильность момента сопротивления на ткацком навое (рис.3.6).

Силу натяжения нитей основы регулируют изменением усилия пружины 7 посредством регулировочной гайки 8. По мере срабатывания основы на навое сила торможения во фрикционной муфте уменьшается, так как при увеличении натяжения нитей основы скало 9, растягивая пружину 10, поворачивает на некоторый угол подкалину 11, а последняя через рычаг 12, тягу 13 изменит положение кулисы 14. Кулиса, поворачиваясь, изменит положение планки 15, последняя, перемещаясь влево, уменьшит силу воздействия пружины 7 на ведущий диск 4. Также улучшаются условия труда обслуживающего персонала, так как в случае перезаправки или разработки брака предусмотрен пульт с двумя кнопками, нажатием одной из них работник имеет возможность автоматически произвести размотку или

намотку нитей возможность автоматически произвести размотку или намотку нитей основы на навое.

Кроме того, при перемещении пусковой рукоятки на себя происходит включение в работу электродвигателей, при этом главный вал станка не вращается. Вместе с рукояткой 21 изменяет положение вал 20, который устанавливает эксцентрик 19 большим радиусом под регулировочный болт 18. Рычаг 17, поворачиваясь против хода часовой стрелки, через подпружиненные пальцы 16 увеличивает силу воздействия на ведущий диск, в результате чего момент сопротивления во фрикционной муфте в период пуска максимальный, что позволяет ведущему диску, повернуть его на некоторый угол. Так как ведомый диск кинематический связан с ткацким навоем, то последний наматывает соответствующую длину основных нитей, перемещая опушку ткани навстречу берду. Далее, при перемещении пусковой рукоятки от себя приводится в движение главный вал станка, и прибор первой уточины происходит после того, как опушка ткани займет оптимальное положение относительно берда, а эксцентрик 19 подходит малым радиусом под регулировочный болт 18 рычага 17, уменьшая силу воздействия на ведущий диск. Следовательно, предварительное противовращение ведущего диска обеспечивает стабильность момента сопротивления во фрикционной муфте в неустановившемся режиме работы ткацкого станка, и величина момента в период пуска больше, что предупредит появление дефекта на ткани – пусковых полос.

Наряду с механическим противовращением могут быть использованы электромеханическое, электромагнитное и электронное противовращения.

Электронные основные тормоза позволяют разгружать систему основа - ткань и загружать до заданной величины в период пуска и работы ткацкого станка.

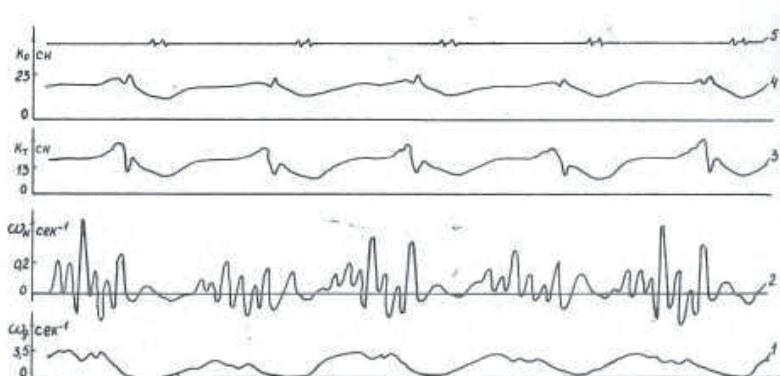


Рис.3.6. Панорамы осциллограмм для тормозного регулятора.

Резюмируя можно отметить то, что режим противовращения в основных тормозах обеспечивает упорядоченную “игру” навоя и снижает дефект на ткани “пусковая полоса”, что особенно ярко выражено при переработке тканей из натурального шелка и химических волокон.

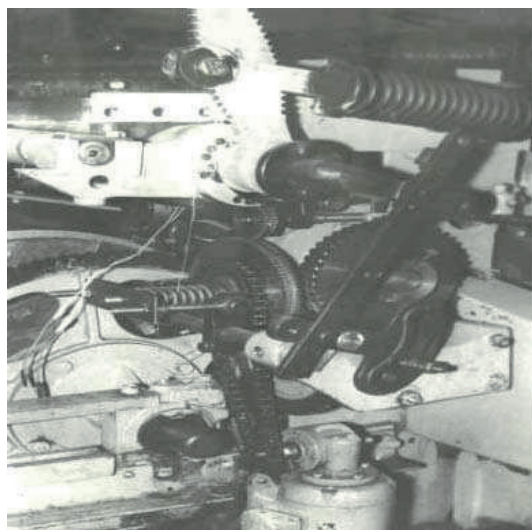


Рис.3.7. Общий вид тормозного регулятора.

3.3. Динамика привода тормозного регулятора

В течение каждого цикла навой и ведомый диск имеют остановки, поэтому в начале движения силы, действующие на навой, должны преодолевать силу трения покоя. При этом переход от статического трения (коэффициент трения в покое) к трению кинематическому (коэффициент трения в движении) происходит не плавно, а скачкообразно. Во фрикционной паре вследствие упругости контакта двух тел, скользящих одно относительно другого, возникают скачки при трении, объясняемые периодически повторяющимися процессами возникновения и последующего исчезновения упругих напряжений (релаксационные колебания). Величина скачков (амплитуда релаксационных колебаний) определяется интенсивностью роста силы трения покоя при увеличении времени неподвижного контакта при остановках навоя, а также интенсивностью уменьшения силы трения скольжения с увеличением скорости относительного движения ведомого диска. Эти колебания оказывают отрицательное влияние на процесс торможения, нарушая нормальную работу механизма отпуска и натяжения основы. Следовательно, неравномерное, скачкообразное вращение навоя может привести к резким изменениям натяжения нитей основы и, в конечном счете, повлиять на качество вырабатываемой ткани.

Существуют несколько теорий, объясняющих возникновение скачкообразного изменения силы трения [74-77]. Как бы ни были разнообразны эти теории, все они сводятся к зависимости силы трения или от времени неподвижного контакта или от скорости скольжения. В работе [77] теория построена на учете возрастания коэффициента трения покоя в зависимости от продолжительности неподвижного контакта. Показано, что на релаксационные колебания существенное влияние оказывают свойства трущихся поверхностей и жесткость системы, а с увеличением относительной скорости скачки уменьшаются.

Представим расчетную схему фрикционной муфты дискового основного тормоза в виде известной модели (рис. 3.8), в которой рассматривается трение на кольцефрикциона с радиусом $R_{cp} = 85$ мм.

В указанной на рис. 3.8 модели $C_{пр}$ - приведенная жесткость упругой системы заправки; N - нормальное давление во фрикционной муфте; V_{A1} , - относительная скорость ведущего диска. Жесткость упругой системы приводится к точке A_2 (рис. 3.9) ведомого диска на его средний радиус.

Согласно [4] , жесткость упругой системы заправки на ткацком станке

$$C = \frac{C_0 \cdot C_{mk}}{C_0 + C_{mk}}$$

где C_0 - жесткость основных нитей в упругой системе заправки ткацкого станка;

C_{mk} - жесткость ткани в упругой системе заправки ткацкого станка.

Жесткость упругой системы, приведенная к среднему радиусу (к точке A_2) ведомого диска

$$C = \frac{C_0 \cdot C_{mk}}{C_0 + C_{mk}} \cdot \frac{\rho}{R_{cp} \cdot i} \quad (3.1)$$

где R - радиус намотки основы на навое;

i - передаточное отношение от навоя к ведомому диску.

Линейная скорость скольжения во фрикционной муфте при среднем радиусе трения

$$V = V_{A1} - V_{A2} \quad (3.2)$$

где V_{A1} - скорость точки A_1 ведущего диска;

V_{A2} - скорость точки A_2 ведомого диска.

Скорость точки A_1 ведущего диска - величина постоянная.

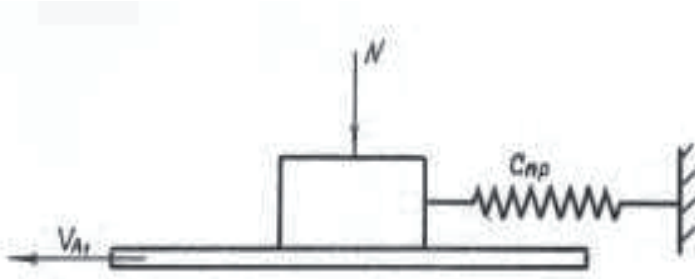


Рис.3.8. Механическая модель релаксационных колебаний.

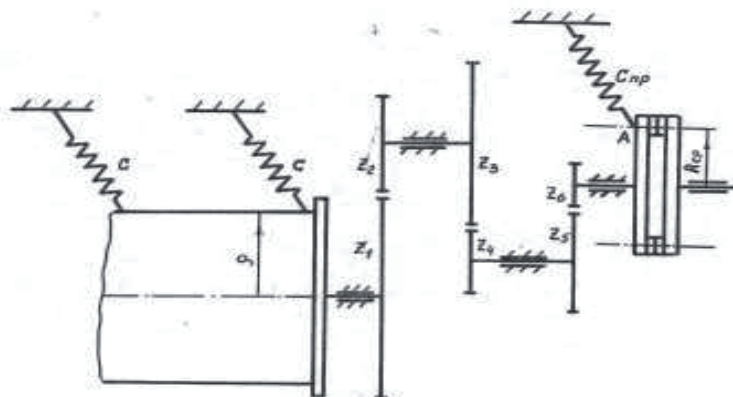


Рис.3.9. Расчетная схема тормозного регулятора к механической модели. Скорость точки A_2 , ведомого диска - переменная, так как зависит от угла поворота троса навоя. Если обозначить на рис. 3.9 величину затяжки пружины через λ_m мм. и жесткость пружины $C_m = 60$ Н/мм., то нормальное давление для принятой модели рис. 3.8 равно

$$N = \lambda_m \cdot C_m \quad (3.3)$$

Следовательно, сила трения для динамической модели

$$F_0 = \lambda_m \cdot C_m \cdot f_0 \quad (3.4)$$

где: f_0 - коэффициент трения при нулевом времени контакта.

Известно [74], что величина силы трения зависит от продолжительности неподвижного контакта и является следующей функцией времени

$$F(t) = F_{\infty} - (F_{\infty} - F_0) \cdot \exp[-\delta \cdot t] \quad (3.5)$$

где: F_{∞} - сила трения при бесконечно большом времени неподвижного контакта;

F_0 - сила трения при нулевом времени контакта;

δ - скорость последействия или коэффициент, характеризующий скорость упрочнения связи; t - время продолжительности неподвижного контакта.

В работах[75,76]указано, что при малых скоростях взаимного скольжения в системе трения имеют место скачки, которые при увеличении скорости исчезают, кроме того амплитуда и частота скачков зависит от скорости скольжения, массы ползуна и жесткости системы. В частности, отмечается, что при равномерной малой скорости плоскости [74] ползун будет совершать релаксационные колебания по пилообразному закону (рис. 3.10) около положения равновесия $x = a$, определяемого соотношением

$$C_{пр} \cdot a = F_0 \quad (3.6)$$

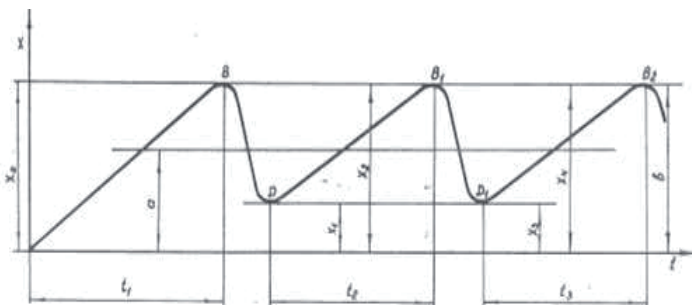


Рис.3.10. Релаксационные колебания по пилообразному закону ползуна.

Рассмотрим процесс установившихся релаксационных колебаний в выбранной модели рис. 3.8 [75]. Ползун движется под действием силы пружины и силы трения скольжения, возникающей между ползуном и движущейся плоскостью. До момента t_1 (рис.3.10) ползун движется вместе с

плоскостью со скоростью V_{A1} (точка В на кривой), растягивая пружину. В момент t_1 ползун начинает перемещаться относительно плоскости до тех пор (кривая BD), пока его скорость не примет вновь значения, отмеченного на кривой точкой D. Значение скорости, равное V_{A2} , ползун будет иметь в тот момент, когда значение $x=x_1$ будет определяться равенством

$$x_1 = 2a - x_0$$

так как

$$a = \frac{x_0 - x_1}{2}$$

Дальнейшее перемещение ползуна по плоскости невозможно, потому что в этот момент сила трения меняет свой знак, а величина ее оказывается больше упругой силы пружины. После этого ползун вновь начнет двигаться вместе с плоскостью (участок DB₁) до тех пор, пока сила натяжения пружины не станет опять равной силе трения при некотором значении $x=x_2$. Чтобы найти значение x_2 и время t_2 надо решить уравнение

$$F(t_2) = C_{пр} \cdot (x_1 + V_{A1} \cdot t_2) \quad (3.7)$$

где: $x_1 + V_{A1} \cdot t_2 = x_2$ - величина деформации пружины, при которой сила трения принимает свое максимальное значение (момент нового срыва).

Далее ползун совершает новое колебательное движение, которое при значении

$x=x_3=2a-x_2$, перейдет в равномерное движение вместе с плоскостью. Затем при некотором значении x еще раз произойдет срыв ползуна. Может случиться, что последовательность величины x_0, x_2, x_4, \dots будет стремиться к некоторому значению $x=v$, отличному от a , то есть установятся релаксационные колебания. Если же эта последовательность будет стремиться к значению $x=a$, то скачки прекратятся, образец будет стоять на месте, и сила натяжения пружины будет уравниваться силой трения скольжения плоскости по образцу.

Определим те условия, при которых возможны релаксационные колебания в принятой модели трения, то есть во фрикционной муфте тормозного регулятора.

Если колебания установились, то следует считать, $a=v$, а момент сцепления ползуна с плоскостью $x=2a-v$. При известной скорости плоскости V_{A1} время движения ползуна, сцепленного с плоскостью, определится по выражению

$$t = \frac{2b-2a}{V_{A1}} \quad (3.8)$$

откуда

$$b = \frac{V_{A1} \cdot t}{2}$$

С другой стороны, в момент срыва сила трения $F(t)$ равна натяжению пружины $P(t)=C_{пр} \cdot v$, для определенного времени имеем уравнение

$$F(t)=P(t)=C_{пр} \cdot v = \left(\frac{V_A \cdot t}{2} + a \right) C_{пр}$$

Построим график изменения силы трения в зависимости от продолжительности неподвижного контакта $F(t)$ [76], а также график изменения натяжения пружины $P(t)$ во времени (рис. 3.11). В момент времени $t=0$ оба графика имеют общую точку m ,

так как $F_0=C_{пр} \cdot a$. Эта точка будет единственной, если угол β между касательной к кривой $F(t)$ и осью абсцисс в точке $t=0$ будет меньше угла α наклона прямой

$$P(t) = \left(\frac{V_A \cdot t}{2} + a \right) \cdot C_{пр}$$

В этом случае релаксационные колебания не будут иметь место. Указанная зона на графике заштрихована.

Если же (что всегда возможно при малом значении V_A) прямая $P(t)$ пересечет график $F(t)$ также и в другой точке по абсциссой, то релаксационные колебания будут иметь место [76].

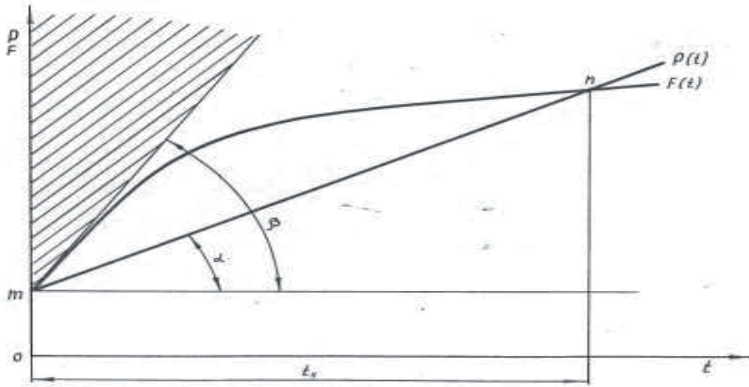


Рис. 3.11.

Дифференцируя по переменной выражение (3.5) и полагая $t = 0$ получим величину $\delta(F_{\infty} - F_0)$, которая представляет собой $\text{tg}\beta$. В свою очередь, очевидно, что $\text{tg}\alpha$ при $t = 0$ после дифференцирования уравнения прямой

$$P(t) = \left(\frac{V_A \cdot t}{2} + a \right) \cdot C_{\text{пр}}$$

будет равен

$$\frac{C_{\text{пр}} \cdot V_A}{2}$$

Условие существования релаксационных колебаний запишется

$$\text{tg}\alpha < \text{tg}\beta$$

или

$$\delta(F_{\infty} - F_0) > \frac{C_{\text{пр}} \cdot V_A}{2}$$

или

$$V_A < V_{\text{кр}} = \frac{2(F_{\infty} - F_0)}{C_{\text{пр}}} \delta \quad (3.9)$$

где; δ - коэффициент, характеризующий скорость, упрочнения связи или скорость последствия, сек^{-1} .

Величина δ зависит от материалов трущихся пар и удельных давлений, при которых происходит скольжение, и определяется экспериментально. Если

неравенство (3.9) выполняется для всех значений параметров нашей механической системы, то во фрикционной муфте дискового основного тормоза возникают устойчивые скачкообразные вращения навоя, что приводит к резким изменениям натяжения нитей основы и что может повлиять на качество вырабатываемой ткани.

Покажем, что при выработке ткани крепдешин могут возникнуть релаксационные колебания во фрикционной муфте тормозного регулятора.

Жесткость упругой системы заправки принимаем, согласно [4, 78] $C = 140$ Н/мм, следовательно, из выражения (3.1) приведенная жесткость к среднему радиусу ведомого диска $C_{\text{пр}} = 10,1$ Н/мм. При затяжке пружины во фрикционной муфте $\lambda_m = 12$ мм, силы трения определяются из выражения (3.4).

Сила трения при большом времени контакта

$$F_{\infty} = 60 \cdot \lambda_m \cdot f_{\infty} = 242 \text{ Н.}$$

Сила трения при нулевом времени контакта

$$F_0 = 60 \cdot \lambda_m \cdot f_0 = 184 \text{ Н.}$$

Сила трения, соответствующая продолжительности контакта

$$F(t) = 60 \cdot \lambda_m \cdot f(t) = 191 \text{ Н.}$$

Значения коэффициентов трения получены экспериментально (в главе 2):

$$f_{\infty} = 0,336; f_0 = 0,256; f_i = 0,264.$$

Для данного ассортимента ткани время неподвижного контакта во фрикционной муфте равно 0,25 сек.

Перепишем уравнение (3.5) и решим относительно скорости последействия

$$F(t) = F_{\infty} - (F_{\infty} - F_0) \cdot \exp[-\delta \cdot t]$$

$$\delta = \frac{\ln(F_{\infty} - F_0) - \ln(F_{\infty} - F(t))}{t}$$

Подставив числовые значения, получаем:

$$\delta = \frac{\ln 58 - \ln 51}{0,25} = \frac{4,06044 - 3,93173}{0,25} = 0,52$$

Определяем критическую скорость скольжения во фрикционной муфте

$$V_{\text{кр}} \frac{2(F_{\infty} - F_0) \cdot \delta}{C_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 58 \cdot 0,58}{10,1} = 6 \text{ мм./сек.}$$

Экспериментально была определена линейная скорость точки A_2 ведомого диска (глава 2)

$$V_{A_2}^{\text{max}} = 4 \text{ мм/сек;}$$

$$V_{A_2}^{\text{min}} = 1,6 \text{ мм/сек;}$$

Подставим значения скорости точки A_2 ведомого диска в уравнение (3.2)

$$V_A = V_{A_1} - V_{A_2}$$

При $V_{A_1} = 0$ ведущий диск неподвижен, и условия работы фрикционной муфты характерен нестабильным моментам трения, навои имеет скачкообразное движение, то есть

$V_{\text{кр}} > V_A^{\text{max}} > V_A^{\text{min}}$. При $V_{A_1} \neq 0$ ведущий диск находится в режиме противовращения относительно ведомого диска. В этом случае $V_{\text{кр}} < V_A^{\text{max}} < V_A^{\text{min}}$ и условия работы фрикционной муфты характерен для разработанной конструкции тормозного регулятора, то есть стабильностью момента трения в фрикционном узле и равномерным движением навои.

С изменением ассортимента вырабатываемых тканей и скоростных режимов ткацкого станка, а также с целью исключения влияния на коэффициент трения в движении скорости скольжения во фрикционной муфте нами рекомендуется устанавливать минимальную относительную скорость ведущего диска $V_{A_1} = 25 \cdot V_{\text{кр}} = 150 \text{ мм/сек}$. Целесообразность данной рекомендации подтверждается экспериментально.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ ПО ШИРИНЕ ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА

4.1. Исследования натяжения нитей основы по ширине заправки ткацкого станка

Натяжение отдельных нитей по своей величине различно и на любом участке по ширине заправки может быть больше или меньше требуемого натяжения, т.е. наряду с нормально натянутыми нитями имеются слабо натянутые и сильно натянутые.

В процессе исследования на намотку ткацкого навоя краской наносили линию, параллельную оси вращения навоя и доводили её до заработка в ткань. Нам надо было наработать ткань при различном заправочном натяжении. Заправочное натяжение изменили посредством зарубок рычага основного регулятора ткацкого станка. Количество зарубок варьировалось от двух (2) до шести (6).

После того, как линия, нанесённая на намотку ткацкого навоя, зарабатывалась в ткань, изменяли заправочное натяжение, снова наносили линию на намотку ткацкого навоя и зарабатывали её в ткань. Таким образом, при пяти различных величинах натяжения основы наработали пять кусков ткани. По мере продвижения нитей вдоль заправочной линии отметки смещаются, т.к. сильно натянутые нити отстают, а слабо натянутые нити перемещаются вперед. В результате этого, на линии, нанесённой на намотку ткацкого навоя, получилась в ткани полоса из смешанных отметок.

Приборами исследования были линейка, лупа и иголка. Исследование проводилось таким образом: в середине полотна, в одном и том же месте (так как у нас имеется пять полотен) выбрали определенное количество основных нитей. В частности было исследовано сто девяносто восемь (198 штук) основных нитей, так как все нити исследовать было нецелесообразно. После этого по середине полосы по направлению уточных нитей выбрали одну уточину в качестве линии, относительно которой определяли смещение отметок. Величину смещения отметки определяли количеством уточин, на которое смещалась отметка на основной нити. Из результатов измерения следует то, что отметки на основных линиях разбросаны в ту или в другую

сторону по средней линии на различные количества уточин по длине ткани. Это показывает то, что отдельные нити основы имеют различные натяжения, то есть основные нити, отметки которых остались до средней линии по длине ткани. являются сильно натянутыми, а те нити, отметки которых переместились от средней линии по длине ткани в сторону грудницы слабо натянутыми. Основные нити, отметки которых находились на средней линии, считаются нормально натянутыми. Но в практике невозможно такой высокой точности, и в данном случае такая точность нецелесообразна. Поэтому мы приняли за нормально натянутые те нити, отметки на которых разместились в пределах четырех уточин в ту или иную сторону от средней линии по длине ткани.

В таблице 4.1 представлены результаты подсчета количества разно натянутых нитей основы в ткани, которые показывают то, что натяжение нитей основы по ширине ткани складывается из натяжений нитей средне натянутых (нормально натянутых), нитей сильно и слабо натянутых, это не противоречит нашим предположениям, что величина заправочного натяжения оказывает на неравномерность существенное влияние. Большинство основных нитей является нитями средне натянутыми. Например, по расчету при четвертой (4) зарубке нормально натянутые нити составляют 59 %, а сильно натянутые и слабо натянутые нити соответственно 21% и 20 % (см. таблицу 4.1).

Таблица 4.1

Количество разнонатянутых нитей

Натяжение нитей основы	Количество зарубок, значения.									
	2		3		4		5		6	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Сильно натянутые нити	50	25	45	23	41	21	36	18	33	17
Средне натянутые нити	89	45	103	52	117	59	127	64	133	67
Слабо натянутые нити	59	30	50	25	40	20	35	18	32	16
Всего	198	100	198	100	198	100	198	100	198	100

По данным таблицы 4.1 составили график зависимости количества средне натянутых, сильно натянутых и слабо натянутых нитей от величины заправочного натяжения.

По оси абсцисс откладывали заправочное натяжение (число зарубок), а по оси ординат - количество нитей (в процентах от общего числа исследуемых нитей).

В работе также измерения натяжения нитей производились новым прибором натяжения одиночных нитей по зонам, равномерно распределённым по ширине заправки ткацкого станка (рис.4.4).

В таблице 4.2 представлено распределение зон измерения натяжения нитей по ширине заправки станка. Получены средние значения натяжения основы по зонам и за цикл работы станка. Таких замеров и расчетов производили как минимум пять раз. Затем определили среднее значение натяжения нитей и дисперсию среднего значения натяжения нитей. Ошибка полученных значений находилась в пределах 5%.

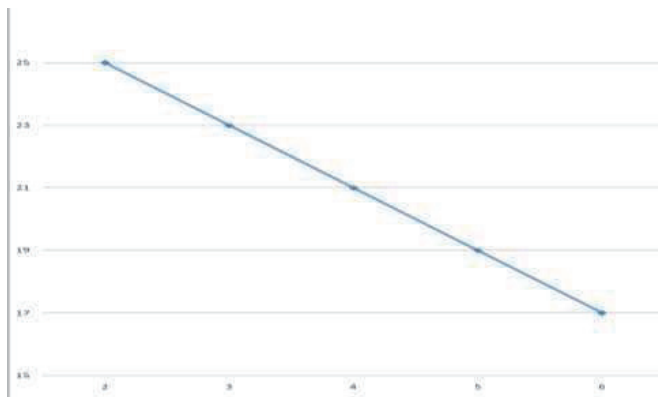


Рис.4.1. График влияния числа зарубок (заправочного натяжения) на процент сильно натянутых нитей по ширине ткани.

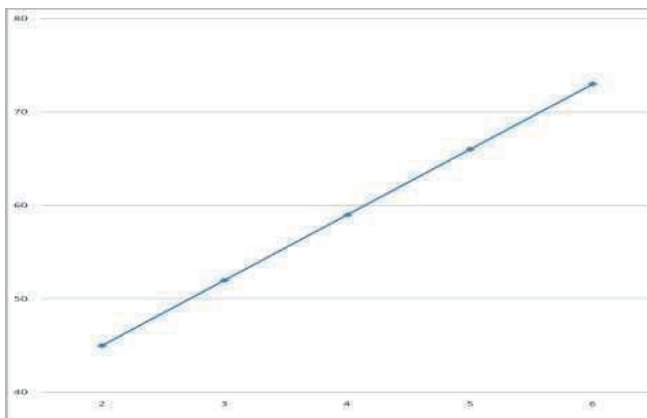


Рис.4.2 График влияния числа зарубок (заправочного натяжения) на процент средне натянутых нитей по ширине ткани.



Рис.4.3. График влияния числа зарубок (заправочного натяжения) на процент слабо натянутых нитей по ширине ткани.



Рис. 4.4. Ширина заправки со стороны навоя слева → направо на ткацком станке.

Таблица 4.2

Распределение зон измерения натяжения нитей по ширине заправки станка

	Нумерация зон измерения натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка	Расстояния зон измерения натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка со стороны новоя (слево-направо), см.			
		Тип ткацкого станка			
		АТ-100-5М	АТПР-100	СТБ-175	Р-190
1	I	5	5	5	5
2	II	20	20	30	30
3	III	35	35	55	55
4	IV	50	50	80	80
5	V	65	65	105	105
6	VI	80	80	130	130
7	VII	95	95	155	155

В таблицах 4.3-4.6 показаны средние значения натяжения по ширине заправки и их дисперсии для тканей, выработанных на различных типах ткацких станков. Согласно приведенным данным натяжение нитей основы имеет большую неравномерность по ширине заправки. На неравномерность натяжения влияет способ прокладывания уточной нити и тип зевообразовательного механизма.

Таблица 4.3

Изменение натяжения нитей основы по ширине заправки
челночных станков

Зоны измерения натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка		Показатели значений натяжения нитей основы по ширине ткани					
		Среднее значение Y, cH			Дисперсия среднего значения $S^2(Y), cH$		
		При прибое	При зевобразовании.	При заступе	При прибое	При зевобразовании.	При заступе
1	I	69,8	39,6	16,7	8,5	4,8	2,0
2	II	24,3	21,8	16,8	3,00	0,7	2,0
3	III	39,7	36,2	14,2	4,8	4,4	1,7
4	IV	28,1	25,0	12,2	3,4	3,0	2,4
5	V	37,9	33,1	14,0	4,6	4,0	1,7
6	VI	30,3	26,2	18,9	3,7	3,2	2,3
7	VII	75,3	36,2	20,2	9,2	4,4	2,4

Таблица 4.4

Изменение натяжения нитей основы по ширине заправки
пневморепирных станков

Зоны измерения натяжения нитей		Показатели значений натяжения нитей основы по ширине ткани	
		Среднее значение Y, cH	Дисперсия среднего значения $S^2(Y), cH$

по ширине заправки ткацкого станка		При прибое	При зевобразовании.	При заступе	При прибое	При зевобразовании.	При заступе
1	I	30,7	28,6	22,8	3,7	3,6	2,7
2	II	33,6	30,2	23,2	4,1	3,8	2,8
3	III	40,0	23,7	27,4	4,9	4,2	3,3
4	IV	49,0	43,2	30,2	6,0	5,4	3,7
5	V	39,2	35,6	24,1	4,8	4,4	2,9
6	VI	34,0	30,0	23,4	4,1	3,7	2,8
7	VII	32,1	29,0	22,5	3,9	3,6	2,7

Таблица 4.5

Изменение натяжения нитей основы по ширине заправки
микрошелочных станков

Зоны измерения натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка		Показатели значений натяжения нитей основы по ширине ткани					
		Среднее значение U, cH			Дисперсия среднего значения $S^2(U), cH$		
		При прибое	При зевобразовании.	При заступе	При прибое	При зевобразовании.	При заступе
1	I	33,3	30,1	25,6	3,2	3,0	2,7
2	II	41,7	38,2	27,1	3,7	3,3	3,0
3	III	44,1	41,1	31,2	3,6	3,7	3,1

4	IV	48,6	44,7	34,1	4,0	4,0	3,5
5	V	40,6	36,9	29,9	3,9	3,7	3,1
6	VI	36,8	32,4	27,8	3,7	3,3	3,1
7	VII	30,2	29,1	26,2	2,8	2,8	2,7

Таблица 4.6

Изменение натяжения нитей основы по ширине заправки
рапирных станков

Зоны измерения натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка		Показатели значений натяжения нитей основы по ширине ткани					
		Среднее значение Y, cH			Дисперсия среднего значения $S^2(Y), cH$		
		При приборе	При зевобразовании.	При заступе	При приборе	При зевобразовании.	При заступе
1	I	26,5	32,4	27,2	3,5	3,5	3,0
2	II	44,5	40,1	29,8	4,1	3,8	3,2
3	III	48,3	43,8	29,8	3,8	3,6	3,2
4	IV	49,8	46,2	33,3	4,2	4,1	3,5
5	V	46,1	41,4	30,1	4,1	4,0	3,7
6	VI	41,8	38,7	30,1	3,9	3,9	2,9
7	VII	37,6	33,9	28,3	3,3	3,2	3,0

При определении регрессионной модели для объекта с одним входом и одним выходом проводят активный эксперимент в широком диапазоне

изменения фактора X. Число уровней фактора или число опытов в матрице планирования эксперимента принято $N = 5$. Для повышения точности определения выходного параметра Y, каждый опыт матрицы повторяется несколько раз $m = 5$.

Рассмотрим операции, в котором изучалось Y – абсолютные значения количество средне натянутых нитей основы в ткани в зависимости от заправочного натяжения нитей основы (число зарубок рычага основного регулятора) X на ткацком станке (см. таблицу 4.1).

В таблице 4.7 приведены значения выходного параметра Y_{UV} - (абсолютные значения количество средне натянутых нитей основы в ткани) в v - том повторном опыте каждого u - того опыта матрицы, когда $N = 5$ и $m = 5$.

Таблица 4.7

	v	Y_{UV}								
X_u	u	1	2	3	4	5	$\sum Y_{ui}$	Y_u	$S_u^2\{Y\}$	W_R
2	1	90	94	82	95	84	445	89	34	136
3	2	96	111	98	104	106	515	103	37	148
4	3	110	124	112	122	117	585	117	37	148
5	4	120	134	125	132	124	635	127	34	136
6	5	128	137	127	139	134	665	133	28	112

Проверка наличия резко выделяющихся данных эксперимента включает определение расчетного значения критерия Смирнова -Грасса по формуле:

$$V_{R \max} = (Y_{UV \max} - Y_U)[m/(m-1)]^{0.5} / S_U\{Y\} ;$$

при подозрении резко выделяющегося максимального значения

$$V_{R \min} = (Y_U - Y_{UV \min})[m/(m-1)]^{0.5} / S_U\{Y\} ;$$

при подозрении резко выделяющегося минимального значения Y_{UVmin} , где: Y_U - среднее значение выходного параметра при u -том уровне фактора, равное

$$Y_U = 1/m \sum Y_{UV}$$

Среднее квадратическое отклонение

$$S^2_U\{Y\} = (S^2_U\{Y\})^{0,5} \quad S^2_U\{Y\} = [\sum(Y_{UV} - Y_U)^2] / (m-1)$$

Расчетное значение критерии Смирнова-Грабса сравниваются с табличным значением V_T , который определяется при условии, что доверительная вероятность $P_D = 0,95$ и число повторных опытов m , т.е. $V_T [P_D = 0,95, m = 5]$. Если $V_{Rmax} > V_T$ или $V_{Rmin} > V_T$, то резко выделяющиеся значения Y_{UVmax} и Y_{UVmin} исключаются из дальнейшей статической обработки данных.

Рассмотрим эту операцию при анализе данных первого опыта матрицы

$$V_{Rmax} = \frac{95 - 89}{5,83} \sqrt{\frac{5}{5-1}} = 1,14; V_{Rmin} = \frac{82 - 89}{5,83} \sqrt{\frac{5}{5-1}} = 1,33$$

$u = 1$, когда $X = 2$ и подозреваются значения $Y_{UVmax} = 95$ и $Y_{UVmin} = 82$.

Находим по таблице 1 приложения [79] находим, что $V_T [P_D = 0,95; m = 5] = 1,869$. Так как $V_{Rmax} < V_T$; $V_{Rmin} < V_T$, то рассмотренные значения $Y_{UVmax} = 95$ и $Y_{UVmin} = 82$ не являются резко выделяющимися и остаются для дальнейшей обработки.

Проверка гипотезы о нормальном распределении Y_{UV} - случайных величин - для каждого u -того опыта матрицы (например, для $u = 1$, когда $X = 2$) включает:

а) определение среднего значения

$$Y_U = Y_1 = 445 / 5 = 89$$

б) определение дисперсии выходного параметра для 1-го опыта матрицы по формуле

$$S^2_{1\{Y\}} = (1/5 - 1) \cdot [(90 - 89)^2 + (94 - 89)^2 + (82 - 89)^2 + (95 - 89)^2 + (84 - 89)^2] = 34$$

в) определение расчетного значения критерия по формуле

$$W_R = Q^2 / S_u^2 \{Y\},$$

где $Q = q_m(Y_m - Y_1) + \dots + q_{m-k+1}(Y_{m-k+1} - Y_k)$

$K = m/2$ при четном числе m ;

$K = 1/2(m-1)$ при нечетном числе m ;

$$Y_m \geq Y_{m-1} \geq \dots \geq Y_1 \text{ при } 95 > 94 > 90 > 84 > 82$$

Значение q_{m-i+1} для $i = 1 \dots$ и $K = 3-50$ приведены в таблице 2 [79]

В рассматриваемом примере

$$Q = 0.6646(95 - 82) + 0.2413(94 - 84) = 10,77$$

и потому $W_R = 10,77^2 / 34 = 3,41$;

г) расчетное значение W_R сравнивается с табличным W_T (таблица 3 приложения [79]), которое определяется для заданной доверительной вероятности и известном числе повторных опытов (измерений) m . Для рассматриваемого примера $W_T(P_D = 0.95; m = 5) = 0,762$. Так как расчетное значение критерия W_{R1} превышает табличное значение W_T для выбранной доверительной вероятности, то гипотеза о нормальном распределении случайных величин Y_{1v} не отвергается. В таблице 4.7 приведены значения W_R и для других опытов матрицы, которые так же превышают табличные значения, и поэтому первое условие о возможности применения регрессионного анализа удовлетворяются.

Так как число повторных опытов ($m = 5$) одинаковое для всех опытов матрицы, то для проверки однородности дисперсий применяется критерий Кочрена расчетное значение которого

$$G_R = S^2_{U \max} \{Y\} / \sum S^2_U \{Y\} = 37 / 170 = 0,22$$

Расчетное значение G_R сравнивается с табличным G_T , которое определяется по таблице 4 приложения 1 [79] в зависимости от числа опытов в матрице - N , числа степеней свободы дисперсий $f\{S^2_u\} = m - 1$ и для заданной доверительной вероятности. В рассматриваемом примере: $G_T[P_D =$

0,95; $N = 5$; $f = 5 - 1 = 4$] = 0,544. Так как $G_R < G_T$, то гипотеза об однородности дисперсии, т.е. равнозначности и воспроизводимости опытов не отвергается.

Определение средней дисперсии выходного параметра в опытах матрицы.

Если в опытах матрицы дисперсии однородны и число повторных опытов, то средняя дисперсия определяется по формуле

$$S^2_{(1)}\{Y\} = (1 / N) \sum S^2_U\{Y\} = [\sum \sum (Y_{UV} - Y_U)^2] / (m - 1) N$$

Число степеней свободы этой дисперсии равно

$$f \{S^2_{(1)}\} = N (m - 1)$$

Эта дисперсия характеризует средний разброс значений выходного параметра относительно средних значений его при каждом уровне факторов, т.е. ошибку опытов в эксперимента. В рассматриваемом примере эта дисперсия или как ее называют, дисперсия воспроизводимости, равна

$$S^2_{1}\{Y\} = 170 / 5 = 34$$

Неразделенные разности первого порядка используются, когда интервал варьирования факторов постоянный т.е.

$$J_X = X_2 - X_1 = \dots = X_{U+1} - X_U \dots = X_N - X_{N-1} = \text{const.}$$

В нашем случае интервал варьирования факторов J_X постоянный и равен

$$4 - 2 = 6 - 4 = 2, 8 - 6 = 10 - 8 = 2.$$

Поэтому определяем не разделенные разности первого порядка по формуле

$$\begin{aligned} \Delta_{H1}^{(1)} &= \bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 \dots \Delta_H^{(1)} = \bar{Y}_{U+1} - Y_U \dots \Delta_{H(N-1)}^{(1)} = Y_N - Y_{N-1} \\ \Delta_{H1}^{(1)} &= 103 - 89 = 14; \quad \Delta_{H2}^{(1)} = 117 - 103 = 14; \\ \Delta_{H3}^{(1)} &= 127 - 117 = 10; \quad \Delta_{H4}^{(1)} = 133 - 127 = 6. \end{aligned}$$

Ввиду малого различия неразделенных разностей первого порядка выходного параметра, не превышающего удвоенной величины средне квадратической ошибки эксперимента ($2 S_{(1)}\{Y\} = 2 * 13 = 26$), можно считать, что они тождественны и по этому для описания экспериментальных данных можно условно принять уравнение прямой линии.

Если дисперсия выходного параметра для каждого уровня фактора однородны, то возможно применять метод наименьших квадратов для определения коэффициенты регрессии.

Используя условно $\sum(Y_U - Y_{RU})^2 = \min$, устанавливают следующие нормальные уравнения:

$$d_0 N + d_1 \sum(X_U - X) = \sum Y_U$$

$$d_0 \sum(X_U - X) + d_1 \sum(X_U - X)^2 = \sum(X_U - X) Y_U$$

Так как $\sum(X_U - X) = 0$, то решая эти уравнения, получаем:

$$d_0 = Y = 1 / N \sum Y_U;$$

$$d_1 = \sum(X_U - X)Y_U / (\sum(X_U - X)^2)$$

Определим коэффициенты регрессии для рассматриваемого примера.

Расчёты необходимых сумм сводим в таблицу 4.8. Находим $X = 20 / 5 = 4$.

$$d_0 = Y = 569 / 5 = 113,8; \quad d_1 = 112 / 10 = 11,2$$

Поэтому искомое уравнение имеет вид

$$Y_R = 113,8 + 11,2(X - 4)$$

или

$$Y_R = 69 + 11,2X$$

Таблица 4.8

U	X _U	X _U -X	(X _u -X) ²	Y _u	(X _U -X)Y _u
1	2	-2	4	89	-178
2	3	-1	1	103	-103
3	4	0	0	117	0
4	5	+1	1	127	127
5	6	+2	4	133	266
Σ	20	0	10	569	112

Для определения адекватности полученного уравнения используют критерий Фишера, расчетное значение которого определяется по формуле

$$F_R = S^2_{(2)}\{Y\} / S^2_{(1)}\{Y\},$$

где $S^2_{(1)}\{Y\}$ - средняя дисперсия или дисперсия воспроизводимости;

$S^2_{(2)}\{Y\}$ - дисперсия, характеризующая рассеивание средних экспериментальных значений Y_u относительно расчетных значений Y_{RU} , т.е. относительно прямой линии.

Эта дисперсия характеризует точность аппроксимации в зависимости $Y_u = f(X)$ прямой линии и определяется по формуле

$$S^2_{(2)}\{Y\} = m / (N - 2) \sum (Y_U - Y_{RU})^2$$

Число степеней свободы этой дисперсии равно $f\{S^2_{(2)}\} = N - 2$

Расчетное значение F_R определяем

$$F_R = (m \sum (Y_U - Y_{RU}) / (N - 2)) / ([\sum \sum (Y_{UV} - Y_U)^2] / (m - 1) N)$$

Расчетное значение F_R сравнивается с табличным значением критерия Фишера F_T , которое определяется по таблице 6 приложения [1] при доверительной вероятности $P_D = 0,95$ и числе степеней свободы дисперсии $f\{S^2_{(2)}\} = N - 2$ и $f\{S^2_{(1)}\} = (m - 1) N$. Если $F_R \leq F_T$ то гипотеза об адекватности линейного уравнения опытным данным не отвергается. Расчет сводим в таблицу 4.9.

Используя данные этой таблицы, находим

$$S^2_{(2)}\{Y\} = 5 / (5 - 2) \cdot 30,6 = 51$$

Подставляя найденные значения дисперсии в формулу, получаем:

$$F_R = 51 / 34 = 1,5$$

сравниваем с табличным значением, которое равно $F_T [P_D = 0,95; f\{S^2_{(1)}\} = 20; f\{S^2_{(2)}\} = 3] = 8,66$. В рассматриваемом примере $F_R = 1,455 < F_T = 8,66$, поэтому гипотеза об адекватности линейной модели не отвергается.

Таблица 4.9

U	X _U	d _i X _U	Y _{RU}	Y _U	Y _U -Y _{RU}	(Y _U -Y _{RU}) ²
1	2	22,4	91,4	89	-2,4	5,8
2	3	33,6	102,6	103	0,4	0,2
3	4	44,8	113,8	117	3,2	10,3
4	5	56,0	125	127	2	4
5	6	67,2	136,2	133	-3,2	10,3
Σ	20	-	-	569	-	30,6

Для оценки значимости коэффициентов регрессии используются критерии Стьюдента, расчетное значение которого определяется по формуле

$$t_R\{d_i\} = |d_i| / S\{d_i\},$$

где $S\{d_i\}$ - оценка среднего квадратического отклонения коэффициентов регрессии.

Оценка дисперсии коэффициентов регрессии d_0 и d_1 в уравнении определяется соответственно по формулам:

$$S^2\{d_0\} = S^2\{Y\} / m N = S^2\{Y\}/N;$$

$$S^2\{d_1\} = S^2\{Y\} / m \sum(X_U - X)^2 = S^2\{Y\} / \sum(X_U - X)^2.$$

Дисперсия $S^2\{Y\}$ которая является сводной оценкой дисперсии случайной величины Y_U выходного параметра при условии линейной связи. Эта дисперсия определяется по формуле

$$S^2\{Y\} = ((m - 1) NS^2_{(1)}\{Y\} + (N - 2) S^2_{(2)}\{Y\}) / (mN - 2)$$

Число степеней свободы этой дисперсии равно

$$f\{S^2\} = m \cdot N - 2$$

Найдем сводную дисперсию случайной величины Y для рассматриваемого примера

$$S^2\{Y\} = ((5 - 1) \cdot 5 \cdot 34 + (5 - 2) \cdot 51) / (5 \cdot 5 - 2) = 36,2$$

Определяем дисперсии коэффициентов регрессии

$$S^2\{d_0\} = 36,2 / 5 \cdot 5 = 1,45; \quad S^2\{d_1\} = 36,2 / 5 \cdot 10 = 0,724;$$

$$S\{d_0\} = 1,204; \quad S\{d_1\} = 0,851.$$

Расчетные значения критерия Стьюдента определяем

$$t_R\{d_0\} = 113,8 / 1,204 = 94,8; \quad t_R\{d_1\} = 11,2 / 0,851 = 13,2.$$

По таблице 7 приложения[1] определяем табличные значения критерия Стьюдента при условии, что доверительная вероятность равна $P_D=0,95$ и число степеней свободы, равно $f\{S^2\} = 5 / 5 - 2 = 23$. Следовательно: $t_T[P_D = 0,95; f = 23] = 2,07$. Так как $t_R\{d_0\} = 94,8 > t_T = 2,07$ и $t_R\{d_1\} = 13,2 > t_T = 2,07$, то полученные коэффициенты значимы и, следовательно, связь между Y и X значима. Доверительные абсолютные ошибки коэффициентов регрессии определяются по формуле

$$E\{d_i\} = S\{d_i\} t_T[P_D; f\{S^2\}].$$

В рассматриваемом примере эти ошибки равны $E\{d_0\} = 1,204 \cdot 2,07 = 2,5$.

$E\{d_1\} = 0,851 \cdot 2,07 = 1,8$. Доверительные интервалы для истинных значений коэффициентов регрессии δ_0, δ_1 в линейном уравнении определяются неравенством

$$d_i - E\{d_i\} \leq \delta_i \leq d_i + E\{d_i\}.$$

Для рассматриваемого примера доверительные интервалы коэффициентов регрессии $P_D = 0,95$ следующие:

$$113,8 - 2,5 = 111,3 \leq \delta_0 \leq 113,8 + 2,5 = 116,3;$$

$$11,2 - 1,8 = 9,4 \leq \delta_1 \leq 11,2 + 1,8 = 13.$$

Определение доверительных истинных средних значений выходного параметра при фиксированном значении фактора. На этом заканчивается статистическая обработка данных рассматриваемого однофакторного эксперимента.

В результате математического анализа были выведены уравнения, описывающие взаимосвязь между заправочным натяжением основы и количеством сильно натянутых, средне натянутых и слабо натянутых нитей.

Для средне натянутых нитей основы справедливо уравнение:

$$Y_R = 69 + 11,2 \cdot X \quad (4.1)$$

Для сильно натянутых нитей основы:

$$Y_R = 58,2 - 4,3 \cdot X \quad (4.2)$$

Для слабо натянутых нитей основы:

$$Y_R = 70,8 - 6,9 \cdot X \quad (4.3)$$

Из этих уравнений следует то, что заправочное натяжение основы и неравномерность одиночных нитей основы взаимосвязаны прямолинейной зависимостью.

На рис. 4.5-4.7 представлены графические зависимости количества средне натянутых, сильно натянутых и слабо натянутых нитей по ширине ткани от заправочного натяжения нитей основы. Построенные графики наглядно иллюстрируют то, что с увеличением заправочного натяжения увеличиваются количество средне натянутых нитей, а количество сильно натянутых и слабо натянутых нитей уменьшаются.

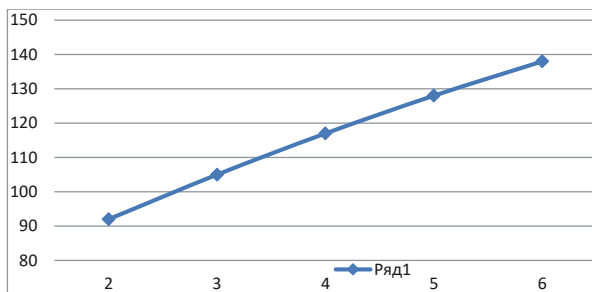


Рис.4.5. Зависимость количества средне натянутых нитей от заправочного натяжения.

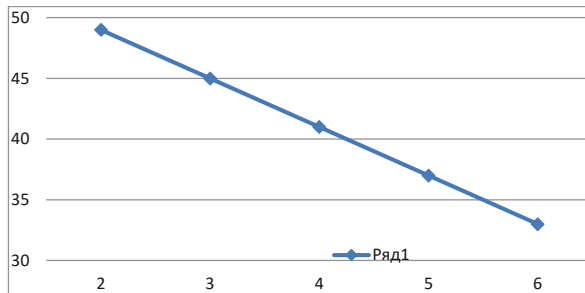


Рис.4.6. Зависимость количества сильно натянутых нитей от заправочного натяжения.

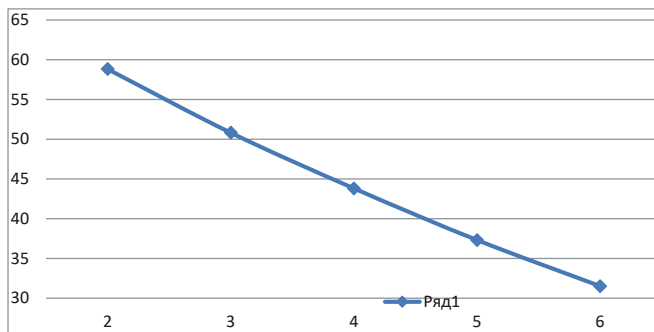


Рис.4.7. Зависимость количества слабо натянутых нитей от заправочного натяжения.

Также получены регрессионные модели зависимости натяжения нитей основы Y от ширины заправки x в момент прибора которые имеют вид:

Для челночных станков типа АТ

$$Y = 67,8 - 2,14 \cdot x + 0,024 \cdot x^2 \quad (4.4)$$

Для пневморрапирных станков типа АТПР

$$Y = 30,4 + 0,76 \cdot x - 0,008 \cdot x^2 \quad (4.5)$$

Для микрочелночных станков типа СТБ

$$Y = 34,3 + 0,41 \cdot x - 0,003 \cdot x^2 \quad (4.6)$$

Для рапирных станков типа Р

$$Y = 36,2 + 0,34 \cdot x - 0,002 \cdot x^2 \quad (4.7)$$

На основе полученных регрессионных моделей построены графики изменения натяжения нитей основы по ширине заправки челночных, пневморапирных, микрочелночных и рапирных станков (рис.4.8-4.11).

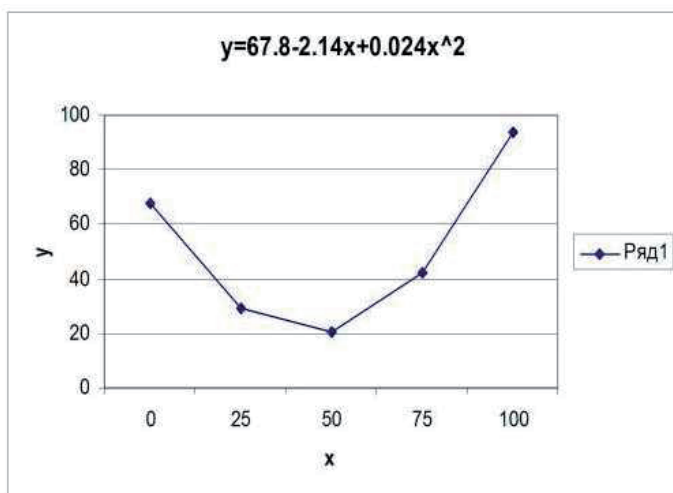


Рис. 4.8. Закономерность изменения натяжения нитей основы по ширине заправки челночных станков.

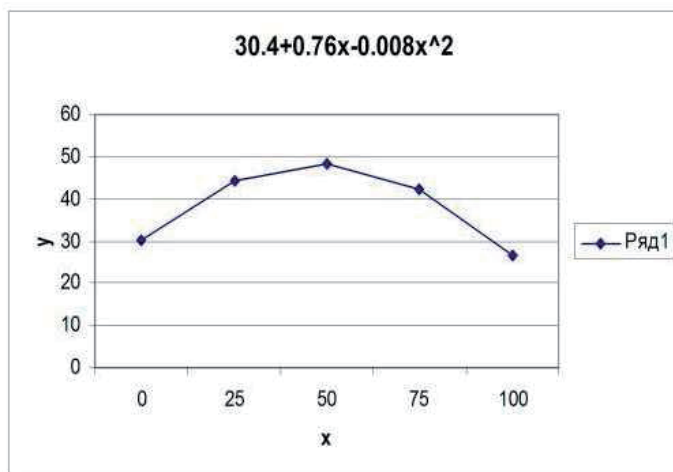


Рис. 4.9. Закономерность изменения натяжения нитей основы по ширине заправки пневморепирных станков.

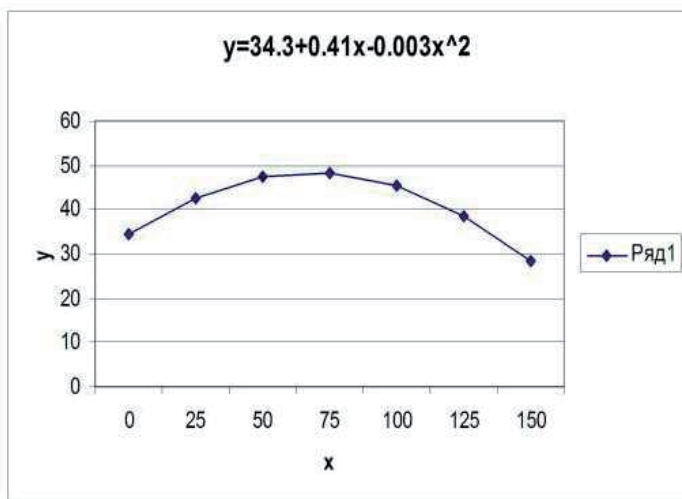


Рис. 4.10. Закономерность изменения натяжения нитей основы по ширине заправки микрочелночных станков.

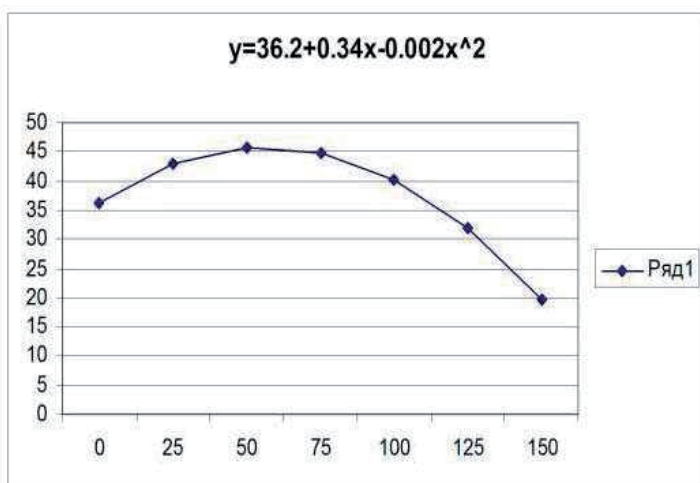


Рис. 4.11. Закономерность изменения натяжения нитей основы по ширине заправки рапирных станков.

Анализ графиков (рис.4.8-4.11)и уравнений показывает то, что изменение натяжения нитей основы по ширине заправки имеет параболический характер, следовательно, натяжение нитей основы неравномерно. На станках бесчелночных (пневморепирных, микрочелночных и репирных) минимальное натяжение нитей основы у кромок ткани, а максимальное натяжение в середине заправки. На челночных станках наоборот, максимальное натяжение нитей основы у кромок ткани и минимальное к середине заправки.

4.2.Оптимизация натяжения нитей основы по ширине заправки ткацкого станка

Проведенные экспериментальные исследования по ширине заправки ткацкого станка показали, что натяжение по ширине заправки неодинаково. Оно зависит от условий подготовки основы к ткачеству и различием физико-механических свойств нитей.

Кроме того, нити основы, пробранные в ремизки, имеют различное перемещение по высоте каждой ремизки. Существующие механизмы выравнивания натяжения нитей по ширине заправки малоэффективны и поэтому не нашли применения в промышленности.

С целью улучшения равномерности натяжения нитей основы, по ширине заправки нами предлагается средство для выравнивания натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка выполненное в виде упругого материала, контактирующего с нитями основы. Наиболее рациональную припасовку предложенного устройства на станке осуществляет скало. Сущность разработанной конструкции поясняется чертежом рис.4.12.

Нити основы 1 огибают упругий материал 2 в полости которого расположено скало 3.

Выравнивающая способность механизма определяется упругостью и толщиной материала, которая выбирается в зависимости от ассортимента перерабатываемых нитей основы. При работе ткацкого станка натяжение

нити основы воспринимается упругим материалом 2. При этом, воздействие отдельных нитей на последней будет различным в зависимости от натяжения.

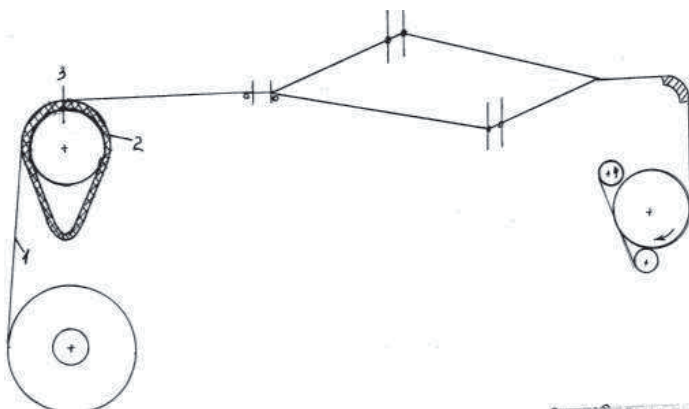


Рис.4.12.Стабилизатор натяжения нитей основы по ширине заправки ткацких станков.

В местах большого натяжения нити упругий материал деформируется, поглощая изменения натяжения, а в местах наименьшего натяжения за счет упругости эластического материала происходит его увеличение до заданной величины. Следовательно, пиковые значения натяжения снижаются, а минимальные возрастают до средней для всех величин, т.е. происходит выравнивание отдельных нитей основы. В результате этого улучшается равномерность натяжения нитей основы, уменьшается их обрывность и повышается качество вырабатываемой ткани.

Различное натяжение нитей основы по ширине заправки станка обуславливает некоторую сложность в изучении данной проблемы при аналитическом исследовании так, как при широком диапазоне изменения натяжения в основе, имеется большое количество нитей. Поэтому при аналитическом исследовании примем некоторые допущения. Как известно из физики высокомолекулярных соединений, наиболее удобными методами изучения натяжений и характера их наложения в текстильных материалах служат аналоги в виде механических моделей. Существуют разнообразные

модели, приблизительно демонстрирующие характер изменения натяжения текстильных материалов, Среди них наиболее пригодная для практического применения вязкоупругая модель Догадкина Б.А., в котором упругий элемент (пружина) параллельно связан с моделью Максвелла (последовательное соединение пружины с амортизатором).

Параллельная связь элементов в модели позволяет записать следующее условие, в случае увеличения натяжения одиночной нити основы в упругой системе заправки:

$$T = T_z + \Delta T_y - \Delta T_p \quad (4.8)$$

где T - текущее натяжение упругой системы заправки;

T_z - заправочное натяжение упругой системы заправки;

ΔT_y - случайное изменение натяжения упругой системы заправки;

ΔT_p - изменения натяжения от упругого элемента на скало.

Из работы [4] следует, что натяжение нитей основы зависит от деформации и жесткости упругой системы заправки и имеет следующие зависимости

$$T = \lambda \cdot C \quad (4.9)$$

Подставим полученное выражение, получим

$$T_{max} = \lambda_z \cdot C_z + \Delta \lambda_y \cdot C_y - \Delta \lambda_p \cdot C_p \quad (4.10)$$

где $\Delta \lambda_p$ - деформация упругости элемента на скало.

λ_y - деформация нитей основы;

C_y - коэффициент жесткости нитей основы;

C_p - коэффициент жесткости упругого элемента.

В случае уменьшения натяжения одиночной нити в упругой системе заправки получим следующее уравнение

$$T_{min} = \lambda_z \cdot C_z - \Delta \lambda_y \cdot C_y + \Delta \lambda_p \cdot C_p \quad (4.11)$$

Анализируя полученное уравнение можно сказать, что при случайном увеличении или уменьшении натяжения отдельных нитей по ширине

заправки станка эластичный материал натяжения упругий элемент на скало деформируясь компенсирует длину основы в упругой системе заправки, при уменьшении натяжений нитей, распрямляясь упругий элемент восстанавливает натяжение этой нити до среднего значения.

Неравномерность натяжения нитей основы определяется

$$\delta = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_3} \cdot 100\% \quad (4.12)$$

или после подставки и преобразования имеем

$$\delta = \frac{\Delta\lambda_y \cdot C_y - \Delta\lambda_p \cdot C_p}{\lambda_3 \cdot C_3} \cdot 100\% \quad (4.13)$$

Приведем анализ полученного уравнения. В существующих конструкциях скало абсолютно жесткий элемент и деформация скало равна нулю. Следовательно, возникает большая неравномерность натяжения отдельных нитей по ширине заправки ткацкого станка. В модернизированной конструкции скало имеет упругий элемент, следовательно, повышается чувствительность с изменением натяжения отдельной нити по ширине станка. Эффективность чувствительности зависит от коэффициента жесткости упругого материала, чем больше жесткость, тем меньше чувствительность.

Приведем пример расчета деформации материала (каучукообразной резины) с модулем упругости $E = 16,8 \frac{2p}{мм^2}$ [80], толщиной материала $S = 10 мм$, при выработке ткани с линейной плотностью основной пряжи $T_o = 30 текс$. Согласно [81] деформация материала

$$\Delta\lambda_p = \frac{S \cdot T}{F \cdot E}, \quad мм \quad (4.14)$$

где: E – модуль упругости материала; T – натяжение основных нитей;

S – толщина упругого материала; F – площадь контакта нити с упругим материалом.

$$F = d_o \cdot l_o, \text{ мм}^2$$

где: d_o – диаметр нити;

l_o – длина нити.

$$l_o = \pi d_{ck} \cdot 0,25 = 3,14 \cdot 150 \cdot 0,25 = 117,75$$

$$d_o = 0.0316 \cdot \sqrt{T_o} \cdot 1.25 = 0.0395 \cdot \sqrt{T_o}$$

где: $d_{ck} = 150 \text{ мм}$

После подставки, имеем

$$F = 0.0395 \cdot \sqrt{T_o} \cdot 117.75 = 4.65 \cdot \sqrt{T_o}$$

Подставив в (4.14), имеем

$$\Delta\lambda_p = \frac{10 \cdot T}{4.65 \cdot \sqrt{T_o} \cdot 16.8} = 0.128 \frac{T}{\sqrt{T_o}}$$

При $T = const$ рассчитываем $\Delta\lambda_p$ при различных линейных плотностях основных нитей.

В таблице 3.1 приведены расчеты деформации упругого материала (каучукообразной резины) в зависимости от линейной плотности хлопчатобумажной пряжи при заправочном натяжении нитей основы $T = 20 \text{ сН}$.

Таблица 4.10

Деформации упругого материала в зависимости от линейной плотности
пряжи

1	Линейная плотность пряжи $T_o, \text{ текс}$	20	30	40	50	60	70
2	Деформация упругого материала $\Delta\lambda_p, \text{ мм}$	0,57	0,47	0,41	0,36	0,33	0,31

Анализ полученных данных показал, что при использовании модернизированной конструкции скало неравномерность натяжения резко уменьшается. В таблице 4.11 - 4.14 показаны средние значения натяжения по ширине заправки и их дисперсии.

Таблица 4.11

Изменение натяжения нитей основы по ширине заправки для челночных станков

Зоны измерения натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка		Показатели значений натяжения нитей основы по ширине ткани					
		Среднее значение Y, cH			Дисперсия среднего значения $S^2(Y), cH$		
		При приборе	При зевобразовании.	При заступе	При приборе	При зевобразовании.	При заступе
1	I	31,6	29,7	20,9	4,6	5,4	3,17
2	II	27,1	26,5	19,3	3,9	4,9	2,86
3	III	26,1	26,3	18,6	3,3	4,3	2,6
4	IV	24,3	22,7	17,3	2,8	3,8	2,3
5	V	25,9	23,8	18,0	3,0	4,4	2,6
6	VI	29,7	27,0	20,3	3,4	5,1	3,1
7	VII	32,9	29,9	22,1	4,4	5,7	3,3

Таблица 4.12

Изменение натяжения нитей основы по ширине заправки для пневморепирных станков

Зоны измерения натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка		Показатели значений натяжения нитей основы по ширине ткани					
		Среднее значение Y, cH			Дисперсия среднего значения $S^2(Y), cH$		
		При приборе	При зевовобразовании.	При заступе	При приборе	При зевовобразовании.	При заступе
1	I	51,4	43,2	26,4	6,1	5,2	3,2
2	II	51,6	44,0	27,0	6,3	5,3	3,3
3	III	49,2	45,2	28,3	6,0	5,5	3,4
4	IV	51,6	45,9	28,8	6,3	5,6	3,5
5	V	49,2	44,7	28,5	6,0	5,4	3,4
6	VI	51,6	45,0	27,8	6,3	5,5	3,4
7	VII	50,7	44,1	26,9	6,2	5,4	3,2

Таблица 4.13

Изменение натяжения нитей основы по ширине заправки для
микрошелочных станков

Зоны измерения натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка		Показатели значений натяжения нитей основы по ширине ткани					
		Среднее значение Y, cH			Дисперсия среднего значения $S^2(Y), cH$		
		При приборе	При зевовобразовании.	При заступе	При приборе	При зевовобразовании.	При заступе

1	I	34,7	30,9	25,6	3,7	2,9	2,7
2	II	37,3	35,1	26,9	3,6	3,3	2,7
3	III	39,6	37,2	29,1	3,9	3,4	2,9
4	IV	38,2	34,8	28,6	3,5	3,5	3,1
5	V	36,9	33,1	27,2	3,6	3,1	2,9
6	VI	33,5	31,1	25,8	3,3	3,2	2,8
7	VII	32,1	29,3	24,5	3,2	3,1	2,6

Таблица 4.14

Изменение натяжения нитей основы по ширине заправки для рапирных станков

Зоны измерения натяжения нитей по ширине заправки ткацкого станка	Показатели значений натяжения нитей основы по ширине ткани						
	Среднее значение Y, cH			Дисперсия среднего значения $S^2(Y), cH$			
	При приборе	При зевобразовании.	При заступе	При приборе	При зевобразовании.	При заступе	
1	I	37,2	33,9	27,3	3,9	3,1	2,5
2	II	39,2	36,1	28,8	4,1	3,3	2,7
3	III	40,7	37,7	29,6	4,1	3,4	2,8
4	IV	40,6	37,2	29,1	4,3	3,7	3,0
5	V	38,4	34,2	27,7	4,1	3,4	3,0
6	VI	37,1	33,8	27,5	3,9	3,3	2,7

7	VII	37,0	33,5	27,4	3,6	3,2	2,6
---	-----	------	------	------	-----	-----	-----

Получены регрессионные модели зависимости натяжения нитей основы от ширины заправки в момент прибоа.

Для челночных станков типа АТ

$$Y = 30,3 - 0,29 \cdot x + 0,0036 \cdot x^2 \quad (4.15)$$

Для пневморрапирных станков типа АТПР

$$Y = 32,7 - 0,0016 \cdot x^2 + 0,15 \cdot x \quad (4.16)$$

Для микрочелночных станков типа СТБ

$$Y = 34,3 + 0,13 \cdot x - 0,001 \cdot x^2 \quad (4.17)$$

Для рапирных станков типа Р-190

$$Y = 37,8 + 0,1 \cdot x - 0,0007 \cdot x^2 \quad (4.18)$$

Анализ полученных моделей показывает, что изменение натяжения по ширине заправки имеет криволинейный характер, однако неравномерность натяжения значительно ниже (рис.4.13-3.5), чем при использовании скало существующей конструкции.

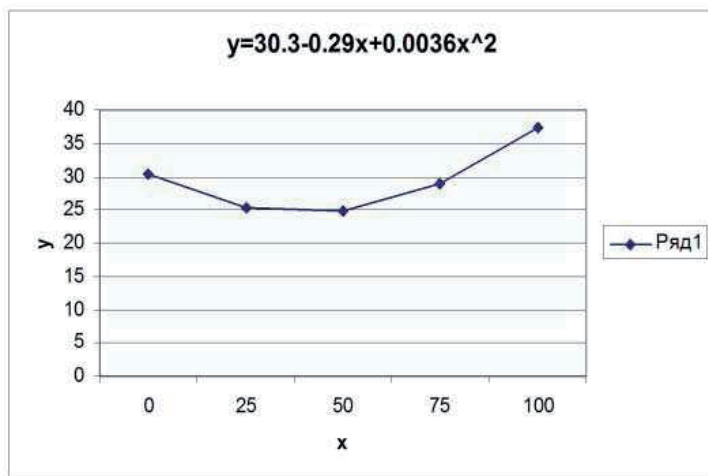


Рис.4.13. Закономерность изменения натяжения нитей основы по ширине заправки челночных станков типа АТ после модернизации.

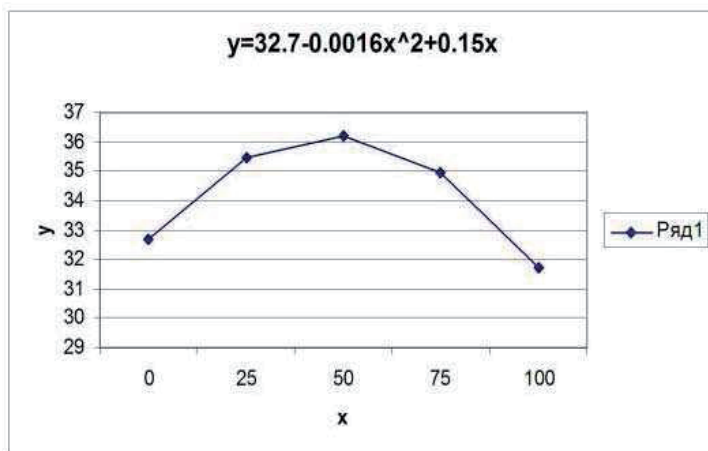


Рис.4.14. Закономерность изменения натяжения нитей основы по ширине заправки пневмораспирных станков типа АТПР после модернизации.

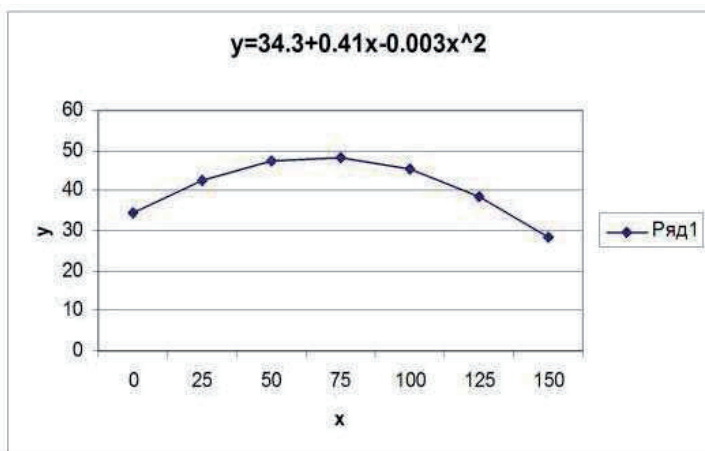


Рис.4.15. Закономерность изменения натяжения нитей основы по ширине заправки микрочелночных станков типа СТБ после модернизации.

$$y=37.8+0.11x-0.0007x^2$$

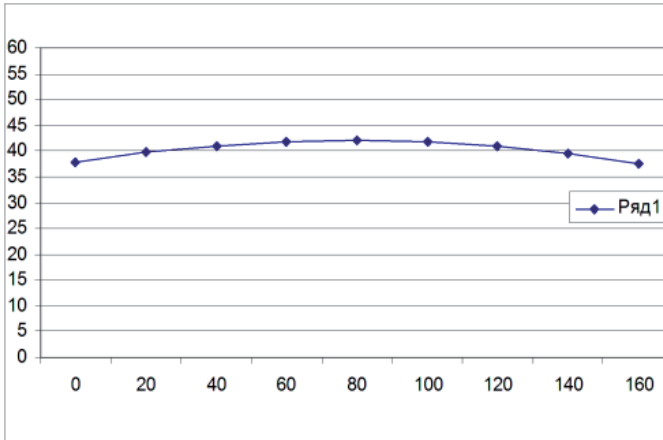


Рис.4.16.Закономерность изменения натяжения нитей основы по ширине заправки рапирных станков типа Р после модернизации.

5. ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ ЗА ЦИКЛ РАБОТЫ ТКАЦКОГО СТАНКА

На бесчелночном ткацком станке типа СТБ регулирование натяжения основы в течение одного цикла работы станка производится с помощью подвижной системы скало. Точнее увеличение натяжения нитей основы при образовании зева компенсируется отклонением скало. Однако опыт эксплуатации этих станков, а также ряд исследований показали, что механизм качающегося скала в серийных станках не обеспечивают в полной мере компенсацию деформации основы при зевобразовании.

Различные закономерности многократного нагружения пряжи на ткацком станке во время работы по-разному влияют на интенсивность накопления пластических удлинений, т.е. на усталость пряжи. Наименьшую усталость хлопчатобумажной пряжи вызывает многократное нагружение, при котором в каждом цикле максимальная нагрузка на нить воздействует

короткое время, большая же часть периода идет на отдых пряжи в разгруженном состоянии (рис.5.1).

Следовательно, в целях сохранения технологически полезных свойств пряжи процесс ткачества необходимо строить так, чтобы изменение натяжения нити по характеру приближалось к кривой на рис.5.1, т.е. нагружение должно быть коротким по времени, а отдых в разгруженном состоянии должен быть сравнительно продолжительным. Кроме того, необходимо стремиться к снижению абсолютных величине нагрузок и к уменьшению амплитуды их изменения так, чтобы произведение $P_{\max}(P_{\max}-P_{\min})$ было наименьшим.

Из диаграммы натяжения нитей основы, представленной на рис.5.2 видно, что нить в течение цикла работы ткацкого станка большую часть времени находится под относительно высокой нагрузкой, минимальную же нагрузку нить испытывает только в период заступа в течение очень незначительного времени цикла [82].

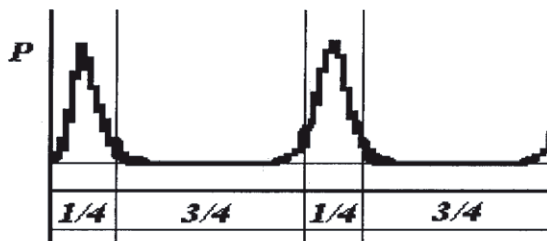


Рис. 5.1. Закономерность многократного нагружения на пряжу во время работы ткацкого станка

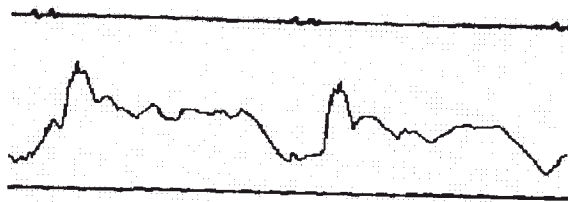


Рис.5.2. Осциллограммы натяжения нитей основы для существующей системы скало

Для уменьшения усталости пряжи следует снизить натяжение при зевобразовании, как это показано на кривой рис.5.1.

В период зевобразования нежелательно большое натяжение нитей основы. Оно должно быть таким, чтобы при открытом зеве выдерживалась заданная его высота, и не было бы залипания слабо натянутых нитей.

Одним из методов получения данного закона изменения натяжения основы, является метод принудительного качения скало. Данный метод заключается в том, что снижается общее заправочное натяжение основы до минимально возможного значения. Однако в момент прибора утка к опушке ткани натяжение основы принудительно повышается до уровня требуемого для создания нормальных условий прибора утка.

В результате работ по оптимизации изменения натяжения нитей основы на ткацком станке нами была предложена новая конструкция подвижной системы скало (рис.5.3), состоящая из скало 1, расположенного на плечах трехплечих рычагов 2, уложенных в подшипниках кронштейна. Вторые плечи рычагов 2 нагружены пружиной 3, а третье кинематически связано с электромагнитом 4 посредством тяги 5 и якоря 6.

Управление работой электромагнита 4 осуществляется при помощи синхронизатора цикла работы ткацкого станка, выполненного в виде текстолитового диска 7, расположенного на главном валу и встроенном на поверхности диска 7 постоянного магнита 8 с определенной длиной дуги. Магнит 8 воздействует на геркон 9 синхронизатора, связанного по средством управления электромагнитом, выполненного в виде управляемого выпрямителя 10.

Данная система скало работает по методу принудительного качения скало. При выработке ткани заправочное натяжение нитей основы устанавливается на минимальном уровне, достаточным лишь, для того чтобы

при открытом зеве выдерживалась заданная его высота, а в момент заступа не было бы залипания слабо натянутых нитей. По этой причине во время зевобразования увеличение натяжения нитей основы незначительно и стремится к нулю.

В фазе заступа диск 7 подводит постоянный магнит 8 к геркону 9 и замыкает контакт. В результате чего синхронизатор цикла работы станка подает импульс на управляемый выпрямитель 10, который подает питание к катушке электромагнита 4. Полюсные наконечники притягивают якорь 6, который через тягу 5 и дополнительного плеча рычага 2 создает дополнительный момент на подвижной системе скало, что приводит к увеличению натяжения нитей основы до значения требуемого для приобья утка к опушке ткани. После приобья диск 7 отводит постоянный магнит 8 от геркона 9, контакт которого размыкается и выпрямитель обесточивает катушку электромагнита.

Следовательно, в фазе приобья утка к опушке ткани на подвижную систему скало действуют момент, создаваемый пружинами 3, и дополнительный момент, создаваемый электромагнитом 6, а в фазах заступа и зевобразования действует только момент создаваемый пружинами 3. При обрыве нити основы останов станка происходит в положении заступа. Но в этом случае на подвижную систему воздействует только момент создаваемый пружинами 3, так как катушка электромагнита будет обесточена, хотя в данный момент постоянный магнит воздействует на геркон. При смене ассортимента вырабатываемых тканей и смене натяжения требуемого для приобья утка к опушке ткани, регулировка значения дополнительного момента создаваемого электромагнитом 4 осуществляется с помощью изменения тока катушки или длины плеча рычага 2.

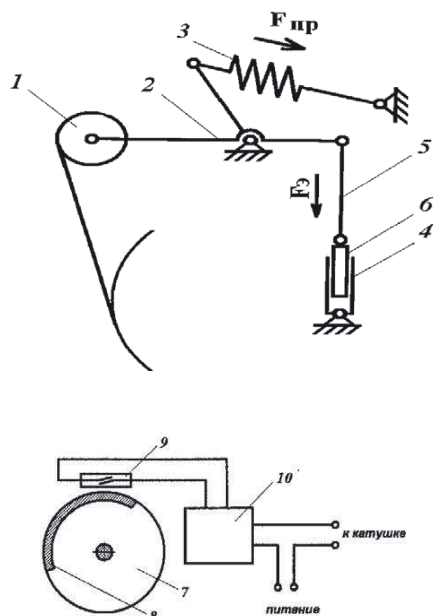


Рис.5.3. Новая конструкция подвижной системы скало.

В результате экспериментальных исследований работы новой системы скало получены осциллограммы изменения натяжения нитей основы на ткацком станке СТБ-4-216 заправленном тканью Бязь артикул 112, показанные на рис.5.2 – для существующей системы скало и рис. 5.4 - для новой системы скало [83].

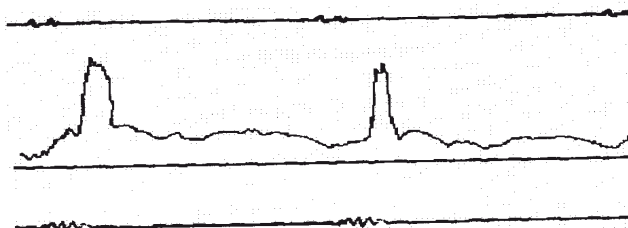


Рис.5.4. Осциллограммы натяжения нитей основы для новой системы скало

Результаты обработки экспериментальных исследований, характера изменения натяжения нитей основы за цикл работы ткацкого станка приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Изменения натяжения нитей основы за цикл работы ткацкого станка

Наименование	Натяжение нитей основы, сН		
	Заступ	Зевообразование	Прибой
Существующая система скало	30,5	34,6	54,7
Новая система скало	21,8	23,6	54,4

Анализ полученных данных показывает, что при работе ткацкого станка с новой системой скало удалось снизить натяжение нитей основы при заступе на 29 % и при зевообразовании на 32 %, сохранив натяжение при прибое.

Также приведены аналитические исследования натяжения нитей основы за цикл работы станка, т.е. за один оборот главного вала ткацкого станка.

Дифференциальное уравнение движения подвижной системы скало имеет следующий вид [84]

$$J\varphi = M_k - M_F - M_M \quad (5.1)$$

где J - приведенный (к оси вращения подскалины) суммарный момент

инерции звеньев подвижной системы скало;

φ - угловое ускорение подскалины;

M_k - момент силы натяжения основы относительно оси вращения подскалины;

M_F - момент силы упругости пружины относительно оси вращения подскалины;

M_M - момент силы действия электромагнита относительно оси вращения подскалины.

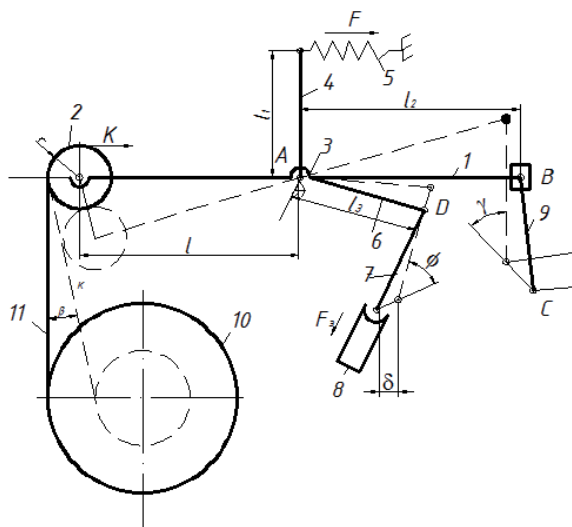


Рис.5.5. К расчету натяжения нитей основы.

Из рисунка 5.5 найдем

$$M_k = K(l+r)\cos\beta - Kr = K[(l+r)\cos\beta - r], \quad (5.2)$$

$$M_F = 2Fl_1 = 2(F + C\phi l_1)l_1 = 2Fl_1 + 2Cl_1^2\phi, \quad (5.3)$$

$$F = C\lambda; M_m = F_m \cdot l_m.$$

где: C – коэффициент жесткости пружины, кг/см;

ϕl_1 – величины сжатия пружины при повороте подвижной системы на угол ϕ вокруг оси подскарины;

K – натяжение нитей основы, кг;

l_1 – плечо действия пружины, см;

l – расстояние от оси скало до оси подскарины, см;

l_m – плечо действия электромагнита на подскалину, см;

r – радиус скало, см;

F – сила затяжки грузовой пружины, кг;

$F_з$ – сила действия электромагнита, кг.

Подставив значение моментов в уравнение (5.1), получим

$$J\varphi = K[(l+r)\cos\beta - r] - 2Fl_1 - 2Cl_1^2\varphi - F_m \cdot l_m \quad (5.4)$$

или

$$J\varphi + 2Cl_1^2\varphi = K[(l+r)\cos\beta - r] - 2Fl_1 - F_m \cdot l_m \quad (5.5)$$

Разделяя это уравнение на J будем иметь

$$\varphi + \frac{2Cl_1^2\varphi}{J} = \frac{K[(l+r)\cos\beta - r] - 2Fl_1 - F_m \cdot l_m}{J}; \quad (5.6)$$

Обозначим

$$p^2 = \frac{2Cl_1^2}{J}$$

$$b = \frac{K[(l+r)\cos\beta - r] - 2Fl_1 - F_m \cdot l_m}{J};$$

Подставляя эти обозначения в (4), получим

$$\varphi + p^2 \cdot \varphi = b$$

Общее решение этого неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами имеет следующий вид:

$$\varphi = A \cos Pt + B \sin Pt + \frac{b}{p^2}; \quad (5.7)$$

где: A и B – постоянные интегрирования.

Постоянные A и B определим из начальных условий. В начальный момент времени подвижная система находится в состоянии покоя. Поэтому начальные условия имеют вид

$$\varphi=0, \quad \dot{\varphi}=0 \quad \text{при } t=0$$

Используя первое начальное условие

$$\varphi=0 \quad \text{при } t=0$$

получим:

$$A + \frac{b}{p^2}; \quad A = -\frac{b}{p^2}$$

Используя второе начальное условие

$$\dot{\varphi}=0 \quad \text{при } t=0$$

имеем

$$\varphi = -AP \sin Pt + B \cdot P \cos Pt; \quad BP=0, \quad B=0$$

Подставляя, значения постоянных интегрирования в общее уравнение (5.7) получим:

$$\varphi = \frac{b}{P^2}(1 - \cos Pt) \quad (5.8)$$

Подставляя уравнение (5.8) значения постоянных b и P получим уравнение движения подвижной системы скало

$$\varphi = \frac{K[(l+r) \cos \beta - r] - 2Fl_1 - F_m \cdot l_m}{2Cl_1^2} (1 - \cos \sqrt{\frac{2Cl_1^2}{J}} \cdot t); \quad (5.9)$$

Решая полученное уравнение движения скало относительно K получим следующее расчетное уравнение для определения натяжения основы:

$$K = \frac{2Cl_1^2 \cdot \varphi + (2Fl_1 + F_m l_m)(1 - \cos \sqrt{\frac{2Cl_1^2}{J}} \cdot t)}{[(l+r) \cos \beta - r] \cdot (1 - \cos \sqrt{\frac{2Cl_1^2}{J}} \cdot t)}; \quad (5.10)$$

Так как исследования натяжения в настоящей главе проводим за цикл работы станка, то угол качения скало φ постоянен, а угол схода нитей основы с намотки навоя β можно принять равным нулю, т.е. $\beta=0$ то уравнение (5.10) имеет вид

$$K = \frac{2Cl_1^2 \cdot \varphi + (2Fl_1 + F_m l_m)(1 - \cos \sqrt{\frac{2Cl_1^2}{J}} \cdot t)}{l \cdot (1 - \cos \sqrt{\frac{2Cl_1^2}{J}} \cdot t)}; \quad (5.11)$$

Анализ формулы показывает то, что заправочное натяжение (F) создаваемое пружиной имеет минимальное значение независимо от артикула вырабатываемой ткани (например: марля или бязь). Это натяжение необходимо для предупреждения залипания зева при зевобразовании. Натяжение нитей основы (F_m) создаваемое электромагнитом обеспечит технологически необходимую силу прибора точной нити. Для наглядности приведем расчет натяжения нитей за цикл работы ткацкого станка СТБ. Примем следующие исходные данные: $l_f=15$ см; $l=15$ см; $l_m=15$ см; $r=6,6$ см; $F=17$ кг; $F_m=75$ кг; $J=15,3$ кг.см.с²; $C=15,7$ кг/см;

$\varphi = 0,035$ рад; $\alpha = 0^\circ \pm 360^\circ$; $n = 180$ мин⁻¹;

$$t = \frac{\alpha}{6 \cdot n}; \quad P = \sqrt{\frac{2Cl_1^2}{J}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 15,7 \cdot 15^2}{15,3}} = \sqrt{462} = 21,5$$

В таблице 5.2 приведены результаты расчета изменения натяжения нитей основы, за один оборот главного вала (цикл работы) станка.

Таблица 5.2

Результаты расчета изменения натяжения нитей основы за один оборот главного вала (цикл работы) станка.

Угол поворота главного вала, град.	$\cos Pt$	$1 - \cos Pt$	$L(1 - \cos Pt)$	$(2Fl_1 + F_M l_M)(1 - \cos Pt)$	K , кг
0	0	1	15,0	510	50,5
10	0,009	0,991	14,87	505	50,6
20	0,017	0,983	14,75	501	50,7
30	0,026	0,974	14,61	1592	126,0
40	0,034	0,966	14,49	1579	126,0
50	0,043	0,957	14,36	1564	126,2
60	0,052	0,948	14,22	1540	126,4
70	0,06	0,94	14,1	1537	126,5
80	0,069	0,931	13,97	475	51,7
90	0,078	0,922	13,83	470	51,8
100	0,086	0,914	13,71	466	52,0
110	0,095	0,905	13,58	462	52,2
120	0,095	0,905	13,58	462	52,2
130	0,112	0,888	13,32	453	52,6
140	0,121	0,879	13,19	448	52,7
150	0,129	0,871	13,07	444	52,9
160	0,138	0,862	12,93	440	53,1

170	0,146	0,854	12,81	436	53,3
180	0,155	0,845	12,68	431	53,5
190	0,164	0,836	12,54	426	53,7
200	0,172	0,828	12,42	422	53,9
210	0,181	0,819	12,29	418	54,1
220	0,189	0,811	12,17	414	54,3
230	0,198	0,802	12,03	409	54,5
240	0,207	0,793	11,9	404	54,7
250	0,215	0,785	11,78	400	54,9
260	0,224	0,776	11,64	396	55,2
270	0,232	0,768	11,52	392	55,5
280	0,241	0,759	11,39	387	55,7
290	0,25	0,750	11,25	382	55,9
300	0,258	0,742	11,13	378	56,1
310	0,267	0,733	11,0	374	56,5
320	0,276	0,724	10,86	369	56,7
330	0,284	0,716	10,74	365	57,0
340	0,296	0,704	10,56	359	57,4
350	0,301	0,699	10,49	356	57,5
360	0,31	0,69	10,35	352	57,9

Из таблицы следует, максимальное натяжение нитей основы соответствует моменту прибоя утка (70° поворота главного вала станка). После прибоя утка электромагнит отклоняется, и натяжение основы достигает своего минимального значения и колеблется в небольших пределах до 20° положения главного вала станка, т.е. до момента заступа нитей основы. Затем включается электромагнит и происходит нарастание натяжения нитей основы до максимального значения от 30° до 70° поворота главного вала станка.

6. ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ ПО МЕРЕ СРАБАТЫВАНИЯ ТКАЦКОГО НАВОЯ

Для обеспечения нормального протекания технологического процесса ткачества основные нити должны иметь определенное заправочное натяжение.

Заправочное натяжение (при закрытом зеве) необходимо для создания сопротивления нитей основы при прибое утка к опушке ткани и обеспечения чистоты открытия зева.

Заправочное натяжение изменяется в зависимости от ассортимента ткани, для более плотных (тяжелых тканей) оно больше, а для менее плотных (легких) тканей оно меньше.

Неправильно выбранное заправочное натяжение вызывает нарушение технологического процесса формирования ткани, изменяет ее структуру, повышает обрывность нитей основы и снижает эффективность использования станка и качество вырабатываемых тканей.

Уменьшение заправочного натяжения вызывает уменьшение натяжения нитей основы при прибое утка, что от цикла к циклу работы станка увеличивает приборную полосу, ткачество становится невозможным, вследствие набивания ткани.

Увеличение заправочного натяжения влечет уменьшение величины приборной полосы, что может привести к перенапряжению нитей основы.

Следовательно, изменение величины заправочного натяжения от установленной нормы вызывает нарушения технологического процесса формирования ткани, изменяет её структуру, повышает обрывность основных нитей, как следствие снижает качество вырабатываемых тканей и производительность ткацкого станка. Поэтому установленное заправочное натяжение нитей основы для определенного артикула ткани должно оставаться постоянным по время всего периода срабатывания намотки на ткацком навое.

Натяжение нитей основы по мере срабатывания катушки на ткацком навое определяется по формуле (5.11) полученной в главе 5.

$$K = \frac{2Cl_1^2 \cdot \varphi + (2Fl_1 + F_m l_m)(1 - \cos \sqrt{\frac{2Cl_1^2}{J} \cdot t})}{[(l+r) \cos \beta - r] \cdot (1 - \cos \sqrt{\frac{2Cl_1^2}{J} \cdot t})}$$

Как следует из формулы угол схода (β) нитей основы с катушки изменяется и может быть определена практически. Тоже происходит и с углом качения скало (φ). Поэтому следует ожидать, что при срабатывании катушки на навое происходит увеличение углов схода β и качения φ . Стабилизация этих параметров приведет к стабилизации натяжения нитей основы при срабатывании катушки на навое.

Приведем сравнительный расчет изменения натяжения нитей основы по мере срабатывания катушки на навое для существующей системы скало (без электромагнита) и для модернизированной системы скало (с электромагнитом).

Для существующей системы скало сумма в скобке ($2Fl_1 + F_m l_m$) остается постоянной, при $F_m = 0$ в течении цикла работы станка и за весь период срабатывания катушки.

Следовательно, значение F возрастает на величину F_m , т.е. затяжка пружины увеличивается. Примем следующие исходные данные

Для существующей системы скало:

$$l_l = 15 \text{ см}; \quad l = 15 \text{ см}; \quad r = 6,6 \text{ см};$$

$$F = 55 \text{ кг} \quad J = 15,3 \text{ кг.см.}^2 \quad C = 15,7 \text{ кг/см};$$

$$\varphi = 120^\circ; \quad n = 180 \text{ мин}^{-1}; \quad \beta = 0-28^\circ$$

$$t = 0,11 \text{ сек}; \quad 1 - \cos Pt = 0,905$$

Для модернизированной системы скало (с электромагнитом)

$$l_l = 15 \text{ см}; \quad l = 15 \text{ см}; \quad l_m = 15 \text{ см}$$

$$r = 6,6 \text{ см}; \quad F = 17 \text{ кг} \quad F_m = 75 \text{ кг}$$

$$J = 15,3 \text{ кг.см.}^2 \quad C = 15,7 \text{ кг/см};$$

$$\varphi = 120^\circ; \quad n = 180 \text{ мин}^{-1}; \quad \beta = 0-28^\circ$$

$$t = 0.11 \text{ сек}; \quad I \cdot \cos Pt = 0,905$$

$$P = \sqrt{\frac{2Cl_1^2}{J}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 15,7 \cdot 15^2}{15,3}} = \sqrt{462} = 21,5 \quad I \cdot \cos Pt = 0,905$$

В таблице 6.1-6.4 приведены результаты изменения натяжения нитей основы при срабатывании намотки на ткацком навое для существующей системы скало (значения по числителю) и модернизированной системы скало (значения по знаменателю).

Анализ таблиц 6.1 показывает то, что изменения угла поворота скало и угла схода нити β по мере срабатывания намотки на навое приводит к увеличению натяжения нитей основы. Это обусловлено изменением диаметра намотки на навое, которое приводит: во-первых, к увеличению нагрузки на нити основы за счет увеличения угла схода нитей; во-вторых, к изменению угла отклонения скало, которое приводит к увеличению растяжки пружины. В результате чего постоянно величины отпуска основы обеспечивается увеличением натяжения нитей основы.

Таблица 6.1

Результаты изменения натяжения нитей основы при $\varphi \neq \text{const}$ $\beta \neq \text{const}$

Диаметр намотки на навое, см D	55	45	35	25	15
φ , рад	0,035	0,044	0,052	0,061	0,07
$2Cl_1^2 \varphi$	247	311	367	431	495
B , рад	0	7	12	17	28
$\cos \beta$, рад	1	0,993	0,978	0,956	0,883
$(l+r) \cdot \cos \beta - r$	15,0	14,85	14,53	14,05	12,48
$(l+r) \cdot \cos \beta - r \cdot (1 - \cos Pt)$	13,6	13,4	13,1	12,7	11,3
$2Fl_1 \cdot (1 - \cos Pt)$	1494/462	1494/462	1494/462	1494/462	1494/462
K , кг	128/52	135/58	142/63	152/70	176/85

Таблица 6.2

Результаты изменения натяжения нитей основы при $\varphi = \text{const}$ $\beta \neq \text{const}$

Диаметр намотки на навое, см D	55	45	35	25	15
φ , рад	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
$2Cl_1^2\varphi$	247	247	247	247	247
B , рад	0	7	12	17	28
$\cos\beta$, рад	1	0,993	0,978	0,956	0,883
$(l+r) \cdot \cos\beta - r$	15,0	14,85	14,53	14,05	12,48
$(l+r) \cdot \cos\beta - r \cdot (1 - \cos Pt)$	13,6	13,4	13,1	12,7	11,3
$2Fl_1 \cdot (1 - \cos Pt)$	1494/462	1494/462	1494/462	1494/462	1494/462
K , кг	128/52	130/53	133/54	137/56	154/63

Таблица 6.3

Результаты изменения натяжения нитей основы при $\varphi \neq \text{const}$ $\beta = \text{const}$

Диаметр намотки на навое, см D	55	45	35	25	15
φ , рад	0,035	0,044	0,052	0,061	0,07
$2Cl_1^2\varphi$	247	311	367	431	495
B , рад	0	0	0	0	0
$\cos\beta$, рад	1	1	1	1	1
$(l+r) \cdot \cos\beta - r$	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
$(l+r) \cdot \cos\beta - r \cdot (1 - \cos Pt)$	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
$2Fl_1 \cdot (1 - \cos Pt)$	1494/462	1494/462	1494/462	1494/462	1494/462

K , кг	128/52	133/57	137/61	142/67	146/70
----------	--------	--------	--------	--------	--------

Таблица 6.4

Результаты изменения натяжения нитей основы при $\varphi = const$ $\beta = const$

Диаметр намотки на навое, см D	55	45	35	25	15
φ , рад	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
$2Cl_1^2\varphi$	247	247	247	247	247
B , рад	0	0	0	0	0
$\cos\beta$, рад	1	1	1	1	1
$(l+r) \cdot \cos\beta - r$	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
$(l+r) \cdot \cos\beta - r \cdot (1 - \cos Pt)$	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
$2Fl_1 \cdot (1 - \cos Pt)$	1494/462	1494/462	1494/462	1494/462	1494/462
K , кг	128/52	128/52	128/52	128/52	128/52

При постоянном угле отклонения скало φ (таблица 6.2) натяжение нитей основы по мере срабатывания навоя возрастает за счет изменения угла схода β , нитей намотки (рис.6.1). Причем для любого диаметра намотки D основы на навое величина деформации нагружающей пружины F подвижной системы скало постоянно.

Такие системы поддержания постоянного угла отклонения φ скало предложены и исследованы в работах [85-88]. Также нами предложена новая система отпуска натяжения нитей основы, которая представлена на рис. 6.1.

При постоянном угле схода β нитей основы с навоя (таблица 6.3) натяжение нитей основы возрастает за счет изменения угла отклонения φ скало. Причем для любого диаметра намотки на навое угол схода β нитей основы постоянен. Такой вариант возможен при установке дополнительного неподвижного валика в зоне навой-скало (рис.6.2).

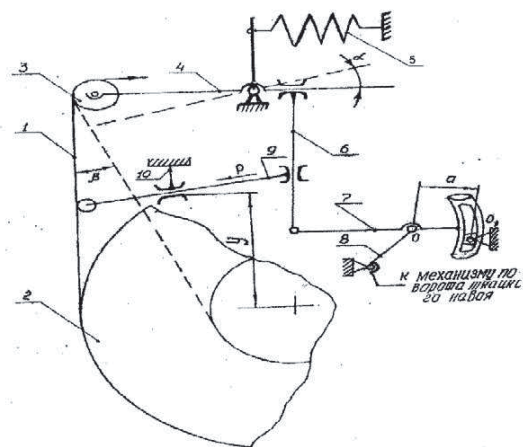


Рис. 6.1. Вариант системы отпуска и натяжения нитей основы
при $\varphi = \text{const}$ $\beta \neq \text{const}$.

Для варианта (таблица 6.4) при постоянном угле отклонения φ и угле схода нитей основы β натяжение нитей основы по мере изменения диаметра намотки D на навое остается стабильным. Этот вариант возможен при комплексном использовании устройств по а.с. № 5014094 или патента № 2016933 с неподвижным дополнительным валиком в зоне навой-скало (рис.6.2).

Во всех вариантах из (таблицы 6.1-6.4) следует то, что абсолютные значения натяжения нитей основы почти в 2,5 раза для существующей системы скало выше абсолютных значений модернизированной системы скало. Это положительное свойство уменьшает дополнительные нагрузки на нити основы.

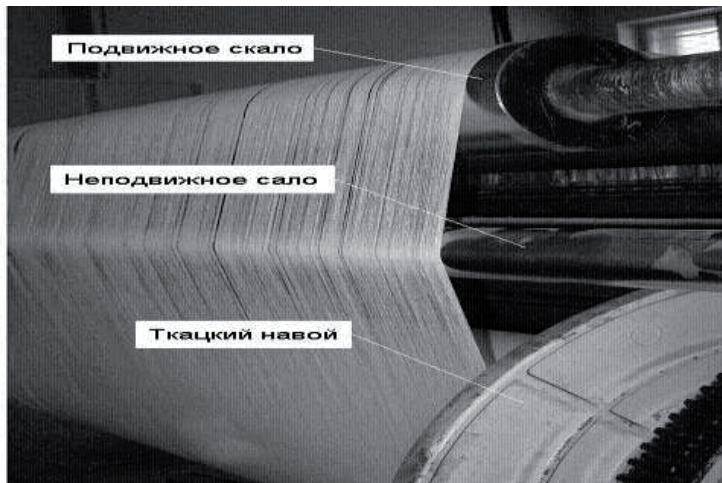


Рис.6.2. Вариант системы отпуска и натяжения нитей основы
при $\varphi \neq const$ $\beta = const$

На рис. 6.3 - 6.6 наглядно проиллюстрированы изменения натяжения нитей основы по мере срабатывания намотки на навое для существующей и модернизированной системы скало.

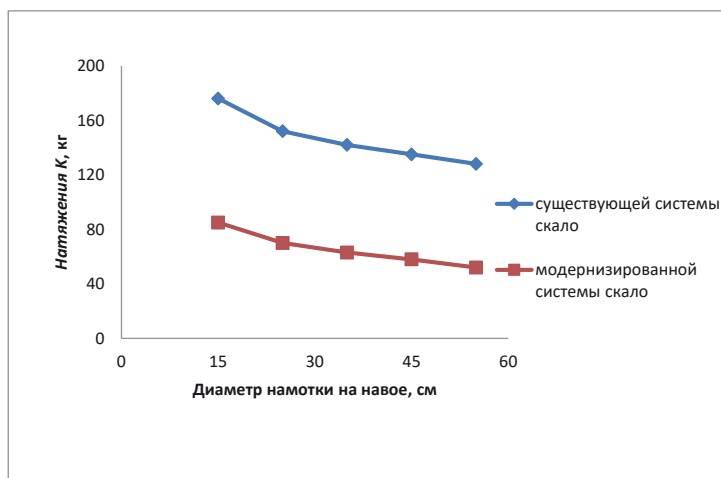


Рис. 6.3.Графики натяжения нитей основы при $\varphi \neq const$, $\beta \neq const$.

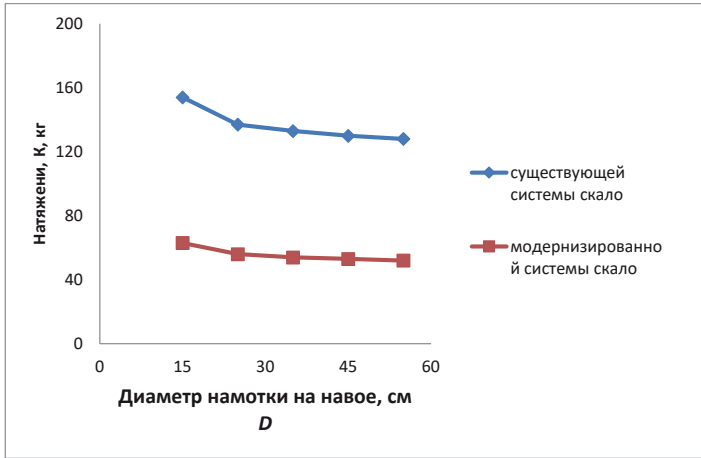


Рис.6.4. Графики натяжения нитей основы при $\varphi=const$, $\beta\neq const$.

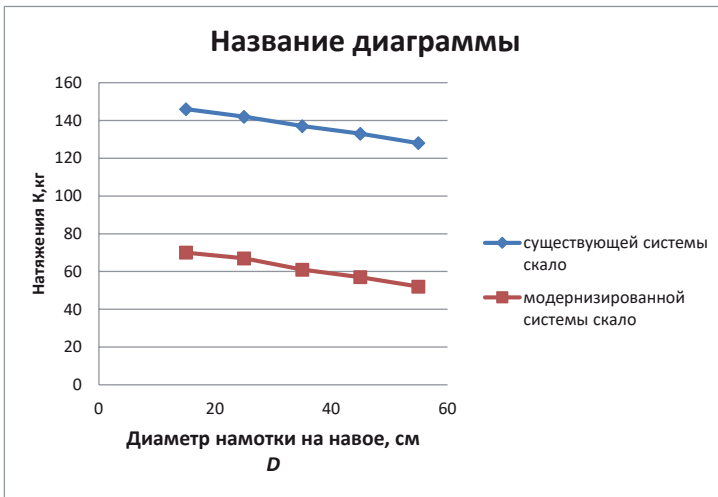


Рис.6.5. Графики натяжения нитей основы при $\varphi\neq const$, $\beta=const$.

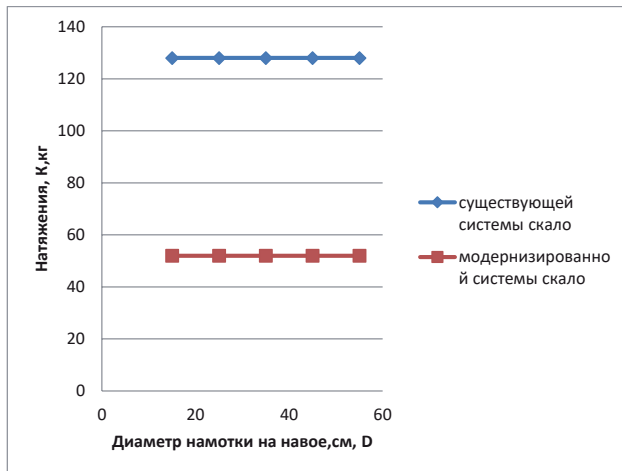


Рис.6.6. Графики натяжения нитей основы при $\varphi = const$, $\beta = const$.

7. ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ В ПЕРИОД ПУСКА И ОСТАНОВА ТКАЦКОГО СТАНКА

Одним из основных ткацких пороков, снижающих сортность суровых тканей, являются «пусковые полосы», возникающие при пуске станка в работу. Причинами образования пусковых полос могут быть особенности, как упругой системы заправки станка, так и конструкции основных узлов и механизмов ткацкого станка, участвующих в образовании ткани.

На ткацком станке упругая система заправки состоит из двух неоднородных систем, нитей основы и ткани, с разным характером релаксации и во время останова станка относительная длина основы и ткани, и общее натяжение упругой системы заправки изменяются. При этом общая длина упругой системы заправки сохраняется неизменной. Следовательно, опущка ткани (граница перехода нитей основы в ткань) перемещается либо к груднице, либо к ремизам. Решим задачу перемещения опущки ткани в период выстоя станка вследствие релаксации упругой системы заправки ткацкого

станка. Как известно из физики высокомолекулярных соединений, наиболее удобными методами изучения деформаций и характера их наложения в полимерах (текстильных материалах) служат аналоги в виде механических моделей, состоящих из комбинации простых элементов с упругими и вязкими свойствами (рис. 7.1).

Обычно суммарная деформация подобного полимера состоит из трех видов деформаций: упругой - $\lambda_{упр}$, высокоэластичной - $\lambda_{эл}$ и пластической - $\lambda_{пл}$.

$$\lambda = \lambda_{упр} + \lambda_{эл} + \lambda_{пл} \quad (7.1)$$

Однако, к моменту останова станка в рассматриваемой нами задаче как основа, так и ткань успевают испытать по несколько тысяч циклов нагружений, что позволяет с некоторым приближением отбросить последний член (7.1), считая пластическую часть деформации выбранной [].

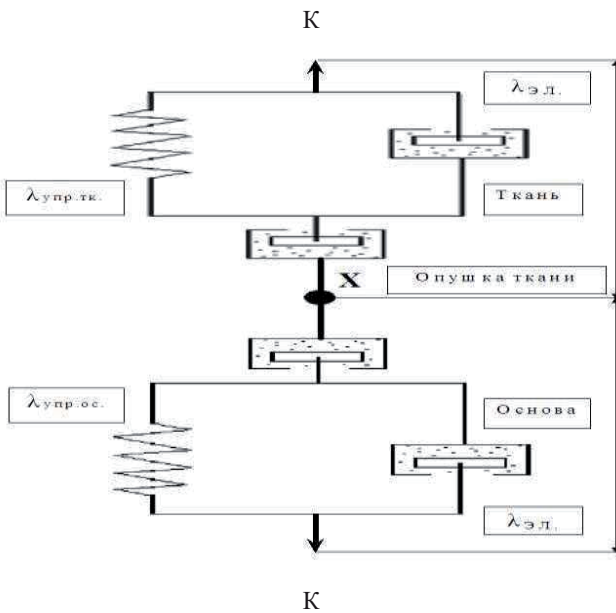


Рис. 7.1. Механическая модель вязкоупругой системы заправки ткацкого станка

Для описания хода процесса высокоэластической деформации примем вместо конечного равновесного значения $\lambda_{\text{эл}}$ в уравнении (7.1) величину $\lambda_{\text{эл}}(t)$, то есть высокоэластическая деформация получает развитие в зависимости от времени (простой станка). Зависимость её от времени $\lambda_{\text{эл}}(t)=f(t)$, получаемая экспериментально, очень сложна и, в частности, зависит от истории образца. Поэтому математическое описание высокоэластической деформации может быть проведено с применением функционалов, что однако приводит к весьма сложному расчету и не способствует выявлению физической картины явления.

Для более ясного описания физической схемы процесса можно приближенно принять, что релаксационный процесс при установлении высокоэластической деформации под действием постоянной силы следует экспоненциальному закону [89-91]

$$\lambda_{\text{эл}}(t) = \lambda_{\text{к}} \left(1 - \exp\left\{-\frac{t}{\tau}\right\} \right) \quad (7.2)$$

где: t – время приложения нагрузки на материал; τ – время релаксации материала.

Для полной деформации:

$$\lambda(t) = \lambda_{\text{упр}} + \lambda_{\text{эл}}(t) = \lambda_{\text{упр}} + \lambda_{\text{эл}} \left(1 - \exp\left\{-\frac{t}{\tau}\right\} \right) \quad (7.3)$$

Согласно [4], деформация упругой системы заправки ткацкого станка зависит от натяжения и жесткости системы

$$\lambda = \frac{K}{C}$$

Подставив полученное выражение в (7.3), получим:

$$\lambda(t) = \frac{K}{C} + \frac{K}{C} \left(1 - \exp\left\{-\frac{t}{\tau}\right\} \right) \quad (7.4)$$

Следовательно, деформация для нитей основы в упругой системе будет:

$$\lambda_o = \frac{K_o}{C_o} + \frac{K_o}{C_o} \left(1 - \exp\left\{-\frac{t}{\tau}\right\} \right) \quad (7.5)$$

Деформация для ткани в упругой системе заправки

$$\lambda_T = \frac{K_T}{C_T} + \frac{K_T}{C_T} \left(1 - \exp\left\{-\frac{t}{\tau}\right\} \right) \quad (7.6)$$

Где: K_o, K_T – натяжение основы и ткани в упругой системе заправки;

C_o, C_T – коэффициент жесткости основы и ткани в упругой системе;

τ_o, τ_T – время релаксации основы и ткани в упругой системе;

t – время простоя ткацкого станка.

Определим перемещение опушки ткани, учитывая то, что разность деформации основы и ткани составит величину смещения границы опушки ткани:

$$X = \lambda_o(t) - \lambda_T(t) = \left[\frac{K_o}{C_o} + \frac{K_o}{C_o} \left(1 - \exp\left\{-\frac{t}{\tau_o}\right\} \right) \right] - \left(\frac{K_T}{C_T} + \frac{K_T}{C_T} \left(1 - \exp\left\{-\frac{t}{\tau_T}\right\} \right) \right)$$

или

$$X = \left[\frac{K_o}{C_o} - \frac{K_T}{C_T} \right] + \left[\frac{K_o}{C_o} \left(1 - \exp\left\{-\frac{t}{\tau_o}\right\} \right) \right] - \left(\frac{K_T}{C_T} \left(1 - \exp\left\{-\frac{t}{\tau_T}\right\} \right) \right) \quad (7.7)$$

В полученном уравнении (7.7) выражение в первой скобке составляет перемещение опушки ткани от упругой деформации системы заправки, то есть при останове станка опушка ткани смещается мгновенно. Далее происходит перемещение опушки вследствие развития высокоэластической деформации в зависимости от продолжительности простоя станка (выражение во второй скобке). Также можно сказать, что направление перемещения опушки ткани вследствие релаксации неоднородных элементов (основа-ткань) упругой системы заправки во время простоя станка зависит от свойства основы и ткани, а величина этих перемещений – от натяжения упругой системы заправки.

На рис.7.2 приведены перемещения опушки ткани при всех возможных сочетаниях величин, входящих в уравнение (7.7.).

Остановимся на анализе кривых.

1. Перемещение опушки от упругой деформации равна нулю, а перемещение опушки от высокоэластической деформации получает развитие и стремится к некоторому предельному значению при $C_0 = C_T$ и $\tau_0 < \tau_T$ (кривая 4), при $C_0 = C_T$ и $\tau_0 > \tau_T$ (кривая 5).

2. Перемещение опушки от упругой и высокоэластической деформации упругой системы стремится к некоторому предельному значению при $C_0 < C_T$ и $\tau_0 < \tau_T$ (кривая 6),

$C_0 > C_T$ и $\tau_0 > \tau_T$ (кривая 7).

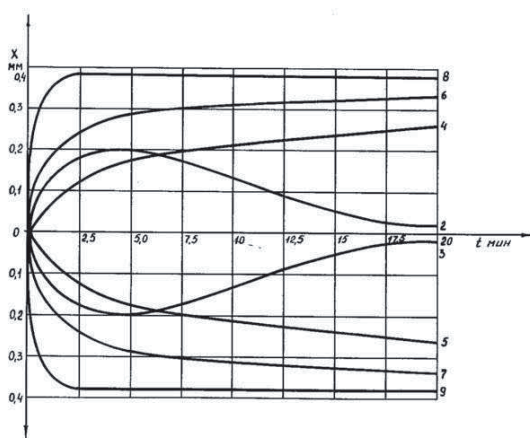


Рис. 7.2. Перемещения опушки ткани в зависимости от продолжительности простоя станка

3. Предельное значение перемещения опушки от упругой деформации происходит в момент останова станка, перемещение опушки от высокоэластической деформации не получает развития, то есть опушка

неподвижна. В этом случае $C_0 < C_T$ и $\tau_0 = \tau_T$ (кривая 8) и при $C_0 > C_T$ и $\tau_0 = \tau_T$ (кривая 9).

Кривые 2, 4, 6 и 8 характеризуют направление перемещения опушки в сторону грудницы, а кривые 3, 5, 7 и 9 характеризуют направление перемещения в сторону ремиз.

Из приведенного анализа видно, что характер и направление перемещения опушки зависит от свойств основных нитей и ткани, а также от натяжения в упругой системе заправки ткацкого станка. Общее перемещение опушки складывается из перемещения опушки от упругой и высокоэластической деформации в упругой системе заправки станка.

Для определения коэффициента жесткости нитей основы C_0 и ткани C_T в заправке станка используем следующую зависимость [4]

$$C = \frac{C'}{L}$$

где: C' - коэффициент жесткости метрового отрезка нитей основы (C'_0) или ткани (C'_T); L - расчетная длина основы (L_0) или ткани (L_T) в упругой системе заправки ткацкого станка.

Учитывая то, что коэффициент жесткости метрового отрезка нитей в упругой системе основы или ткани зависит от модуля упругости E и размеров поперечного сечения системы d (нитей основы или ткани) имеем $C' = E \cdot d$ (7.8)

Так как диаметр нити d зависит от свойств нитей и линейной плотности нитей согласно [92], имеем $d = 0.0316 \cdot C_n \cdot \sqrt{T}$

где: C_n - коэффициент, учитывающий род волокна;

T - линейная плотность пряжи.

Определение параметров A , α и β функций влияния и модуля упругости нитей можно провести методом логарифмических совмещений

[93] или методом приближений [94]. В таблице 7.1 приведены значения деформаций нитей при одном уровне напряжений для различных нитей.

Табличное значение t_T [93] определяем по соотношению

$$t_T = t_{\text{э}} \cdot b$$

где: $t_{\text{э}}$ -экспериментальное значение времени;

b -коэффициент горизонтального сдвига времени, в нашем случае равна 0,1.

Определив параметры функций влияния ядра для различных нитей (таблица 7.2) находим значения табличной (теоретической) деформации

$$\varepsilon_T = 1 + \int_0^{t_T} K(t) dt$$

А из таблицы 1 имеем

$$\frac{\varepsilon_x(t)}{\sigma}$$

Модуль упругости рассчитываем

$$E = \frac{\varepsilon_T}{\frac{\varepsilon_x}{\sigma}} = \frac{1 + \int_0^{t_T} K(t) dt}{\frac{\varepsilon_x(t)}{\sigma}} \quad \text{Н/мм}^2 (7.9)$$

Таблица 7.1

Значение деформации для различных нитей

$t_{\text{э}}$ мин	Деформация E_x , см						
	хлопок	Нат.шелк	капрон	Ацетат	вискоза	шерсть	
1	0,101	0,220	0,202	0,201	0,150	0,254	0,0200
2	0,102	0,223	0,211	0,212	0,155	0,263	0,0206
4	0,104	0,226	0,232	0,234	0,160	0,292	0,0211
6	0,106	0,229	0,254	0,253	0,168	0,325	0,0216
8	0,108	0,232	0,272	0,273	0,175	0,334	0,0223
10	0,110	0,233	0,293	0,294	0,180	0,342	0,0236
12	0,112	0,236	0,315	0,314	0,185	0,361	0,0235
14	0,114	0,239	0,323	0,322	0,188	0,373	0,0241

16	0,116	0,243	0,336	0,333	0,190	0,316	0,0244
18	0,118	0,246	0,341	0,342	0,196	0,394	0,0247
20	0,120	0,251	0,351	0,352	0,200	0,402	0,0251

Таблица 7.2

Значения параметров функций влияния и модуля упругости для различных видов нитей

№	Вид нитей	Предел прочности на разрыв Н/мм ² σ	Разрывное удлинение % ε	Параметры функций влияния			Модуль упругости Н/мм ² E
				α	A	β	
1	Хлопок	33,4 ± 67,0	10 ± 12	0,60	0,0765	0,05	5,14
2	Натуральный шелк	33,0 ± 40,0	22 ± 25	0,2	0,0598	0,05	2,14
3	вискоза	48,0 ± 61,0	15 ± 20	0,35	0,1030	0,05	4,25
4	ацетат	23,0 ± 31,0	20 ± 35	0,30	0,1530	0,05	1,78
5	Капрон	47,0 ± 57,0	20 ± 35	0,30	0,1530	0,05	3,44
6	шерсть	16,0 ± 20,0	25 ± 40	0,35	0,1591	0,05	0,91
7	Лен	80,0 ± 120,0	2 ± 2,5	0,75	0,1024	0,05	50,28

Анализ полученных результатов показывает то, что модуль упругости нитей наибольший для льна, а наименьший у шерсти. Кроме того, при деформировании нитей на ткацком станке модуль упругости практически не изменяется. На время релаксации (τ) в упругой системе заправки существенно влияет температурно-влажностный режим производства. Влажность окружающей среды определяет равновесную влажность нитей (пряжи) и в целом упругой системы заправки станка. В таблице 3 показаны влияние влажности среды W_c на равновесную влажность W_n различных нитей

(пряжи) при температуре среды 68°F (по Фаренгейту) []. При влажности среды $W_c = 65\%$ наименьшая равновесная влажность $W_n = 4\%$ у капрона, а максимальная $W_m = 15\%$ у шерсти. Наиболее подвержены к колебаниям равновесной влажности нити (пряжи) шерстяные и шелковые.

Таблица 7.3

Влияние влажности среды на равновесную влажность различных нитей

№	вид нитей (пряжи)	Влажность среды % W_c						
		35	45	55	65	75	85	95
		Равновесная влажность нитей W %						
1	хлопок	1	3	5	7	14	21	27
2	натуральный шелк	2	6	10	14	16	18	20
3	вискоза	1	5	9	13	19	25	33
4	ацетат	1	2	4	6	9	12	14
5	капрон	1	2	3	4	6	7	8
6	шерсть	2	6	10	15	22	30	40
7	Лен	1	5	9	13	13	13	13

Время релаксации для упругой системы заправки можно выразить уравнением [95]

$$\tau = \tau_n \exp\left\{-\frac{W_n}{T_F}\right\} \quad (7.10)$$

где: τ_n - время воздействия (наблюдения), мин; W_n - равновесная влажность нитей (пряжи) в упругой системе заправки станка; T_F - температура среды цеха, обычно равна 68°F по Фаренгейту или 20°C по Цельсию.

В таблице 7.4 приведены расчеты времени релаксации для различных нитей (пряжи) для заданных равновесных влажностей нитей в диапазоне

влажности среды (цеха) W_c от 35 до 95% и температуре среды 20°C или 86°F по Фаренгейту времени контроля $\tau_n=20$ мин.

Из таблицы 7.4 следует то, что с увеличением равновесной влажности время релаксации уменьшается.

Таблица 7.4

Влияние равновесной влажности нитей на время релаксации

№	Равновесная влажность нитей (пряжи) % W_n	Время релаксации τ , мин.	№	Равновесная влажность нитей (пряжи) % W_n	Время релаксации τ , мин.
1	1,0	19,7	14	15	16,0
2	2,0	19,4	15	16	15,8
3	3,0	19,1	16	18	15,4
4	4,0	18,9	17	19	15,1
5	5,0	18,6	18	20	14,9
6	6,0	18,3	19	21	14,7
7	7,0	18,0	20	22	14,5
8	8,0	17,8	21	25	13,8
9	9,0	17,5	22	27	13,4
10	10	17,3	23	30	12,9
11	12	16,8	24	33	12,3
12	13	16,5	25	40	11,1
13	14	16,3			

Изучение перемещения опушки ткани, вследствие развития высокоэластической деформации упругой системы заправки для различных тканей (шелковых, хлопчатобумажных и др.) в зависимости от времени останова станка и влажности окружающей среды (равновесной влажности нитей) проводили в допущении то, что натяжение и коэффициент жесткости

упругой системы заправки для различных тканей (шелковых, хлопчатобумажных, льняных и т.д.) одинаковы. Результаты расчета показаны в таблицах 7.5-7.11.

Таблица 7.5

Влияние времени останова станка на перемещение опушки хлопчатобумажной ткани от эластической деформации при различных режимах влажности окружающей среды.

№	t мин	Перемещение опушки ткани от эластической деформации при различных режимах влажности среды, мм. 10 ⁻³						
		35 %	45 %	55 %	65 %	75 %	85 %	95 %
1	1	1,19	1,22	1,26	1,30	1,43	1,58	1,73
2	2	2,32	2,39	2,45	2,52	2,77	3,05	3,33
3	4	4,41	4,54	4,64	4,78	5,22	5,72	6,19
4	6	6,30	6,47	6,62	6,80	7,39	8,05	8,66
5	8	8,01	8,21	8,39	8,61	9,31	10,07	10,79
6	10	9,55	9,78	9,98	10,23	11,01	11,84	12,62
7	12	10,95	11,2	11,41	11,68	12,51	13,39	14,20
8	14	12,21	12,47	12,69	12,97	13,83	14,74	15,56
9	16	13,35	13,62	13,85	14,13	15,01	15,92	16,73
10	18	14,38	14,65	14,88	15,17	16,05	16,95	17,74
11	20	15,30	15,58	15,81	16,10	16,96	17,84	18,61

Таблица 7.6

Влияние времени останова станка на перемещение опушки шелковой ткани от эластической деформации при различных режимах влажности окружающей среды.

№	t мин	Перемещение опушки ткани от эластической деформации при различных режимах влажности среды, мм. 10 ⁻³						
		35 %	45 %	55 %	65 %	75 %	85 %	95 %

1	1	1,21	1,28	1,35	1,43	1,47	1,51	1,56
2	2	2,35	2,48	2,62	2,77	2,85	2,92	3,01
3	4	4,47	4,71	4,95	5,22	5,37	5,49	5,65
4	6	6,38	6,71	7,03	7,39	7,58	7,74	7,96
5	8	8,11	8,50	8,88	9,31	9,54	9,72	9,97
6	10	9,67	10,1	10,54	11,01	11,26	11,46	11,73
7	12	11,07	11,68	12,00	12,51	12,77	12,99	13,27
8	14	12,34	12,83	13,32	13,83	14,10	14,33	14,62
9	16	13,48	13,99	14,48	15,01	15,28	15,51	15,75
10	18	14,69	15,02	15,52	16,05	16,32	16,54	16,83
11	20	15,44	15,96	16,45	16,96	17,23	17,45	17,73

Таблица 7. 7

Влияние времени останова станка на перемещение опушки вискозной ткани от эластической деформации при различных режимах влажности окружающей среды.

№	t мин	Перемещение опушки ткани от эластической деформации при различных режимах влажности среды, мм. 10 ⁻³						
		35 %	45 %	55 %	65 %	75 %	85 %	95 %
1	1	1,19	1,26	1,33	1,41	1,54	1,68	1,87
2	2	2,32	2,45	2,59	2,74	2,98	3,24	3,60
3	4	4,41	4,64	4,90	5,17	5,58	6,04	6,66
4	6	6,30	6,62	6,96	7,32	7,87	8,46	9,26
5	8	8,01	8,39	8,81	9,22	9,87	10,56	11,48
6	10	9,55	9,98	10,45	10,91	11,62	12,37	13,36
7	12	10,95	11,41	11,91	12,40	13,16	13,94	14,95
8	14	12,21	12,69	13,22	13,73	14,50	15,30	16,31
9	16	13,35	13,85	14,38	14,90	15,68	16,47	17,46
10	18	14,38	14,88	15,42	15,94	16,71	17,49	18,45

11	20	15,30	15,81	16,34	16,86	17,62	18,37	19,30
----	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Таблица 7. 8

Влияние времени останова станка на перемещение опушки ацетатной ткани от эластической деформации при различных режимах влажности окружающей среды.

№	t мин	Перемещение опушки ткани от эластической деформации при различных режимах влажности среды, мм. 10 ⁻³						
		35 %	45 %	55 %	65 %	75 %	85 %	95 %
1	1	1,19	1,21	1,24	1,28	1,33	1,39	1,43
2	2	2,32	2,35	2,41	2,48	2,59	2,69	2,77
3	4	4,41	4,47	4,58	4,71	4,90	5,09	5,22
4	6	6,30	6,38	6,53	6,71	6,96	7,21	7,39
5	8	8,01	8,11	8,28	8,50	8,81	9,09	9,31
6	10	9,55	9,67	9,86	10,1	10,45	10,77	11,01
7	12	10,95	11,07	11,28	11,68	11,91	12,25	12,51
8	14	12,21	12,34	12,53	12,83	13,22	13,57	13,83
9	16	13,35	13,48	13,70	13,99	14,38	14,74	15,01
10	18	14,38	14,69	14,74	15,02	15,42	15,78	16,05
11	20	15,30	15,44	15,67	15,96	16,34	16,70	16,96

Таблица 7. 9

Влияние времени останова станка на перемещение опушки капроновой ткани от эластической деформации при различных режимах влажности окружающей среды.

№	t мин	Перемещение опушки ткани от эластической деформации при различных режимах влажности среды, мм. 10 ⁻³						
		35 %	45 %	55 %	65 %	75 %	85 %	95 %
1	1	1,19	1,21	1,22	1,24	1,28	1,30	1,31

2	2	2,32	2,35	2,39	2,41	2,48	2,52	2,55
3	4	4,41	4,47	4,54	4,58	4,71	4,78	4,83
4	6	6,30	6,38	6,47	6,53	6,71	6,80	6,87
5	8	8,01	8,11	8,21	8,28	8,50	8,61	8,67
6	10	9,55	9,67	9,78	9,86	10,10	10,23	10,32
7	12	10,95	11,07	11,2	11,28	11,68	11,68	11,77
8	14	12,21	12,34	12,47	12,53	12,83	12,97	13,07
9	16	13,35	13,48	13,62	13,70	13,99	14,13	14,23
10	18	14,38	14,69	14,65	14,74	15,02	15,17	15,27
11	20	15,30	15,44	15,58	15,67	15,96	16,10	16,20

Таблица 7. 10

Влияние времени останова станка на перемещение опушки шерстяной ткани от эластической деформации при различных режимах влажности окружающей среды.

№	t мин	Перемещение опушки ткани от эластической деформации при различных режимах влажности среды, мм. 10 ⁻³						
		35 %	45 %	55 %	65 %	75 %	85 %	95 %
1	1	1,21	1,28	1,35	1,45	1,60	1,79	2,07
2	2	2,35	2,48	2,62	2,82	3,09	3,45	3,96
3	4	4,47	4,71	4,95	5,31	5,79	6,40	7,26
4	6	6,38	6,71	7,03	7,50	8,13	8,93	10,02
5	8	8,11	8,50	8,88	9,44	10,18	11,09	12,33
6	10	9,67	10,1	10,54	11,15	11,96	12,95	14,25
7	12	11,07	11,68	12,00	12,66	13,51	14,53	15,86
8	14	12,34	12,83	13,32	13,99	14,86	15,89	17,20
9	16	13,48	13,99	14,48	15,77	16,04	17,06	18,32

10	18	14,69	15,02	15,52	16,21	17,06	18,06	19,26
11	20	15,44	15,96	16,45	17,12	17,96	18,91	20,04

Таблица 7.11

Влияние времени останова станка на перемещение опушки льняной ткани от эластической деформации при различных режимах влажности окружающей среды.

№	t мин	Перемещение опушки ткани от эластической деформации при различных режимах влажности среды, мм. 10 ⁻³						
		35 %	45 %	55 %	65 %	75 %	85 %	95 %
1	1	1,19	1,26	1,33	1,41	1,41	1,41	1,41
2	2	2,32	2,45	2,59	2,74	2,74	2,74	2,74
3	4	4,41	4,64	4,90	5,17	5,17	5,17	5,17
4	6	6,30	6,62	6,96	7,32	7,32	7,32	7,32
5	8	8,01	8,39	8,81	9,22	9,22	9,22	9,22
6	10	9,55	9,98	10,45	10,91	10,91	10,91	10,91
7	12	10,95	11,41	11,91	12,40	12,40	12,40	12,40
8	14	12,21	12,69	13,22	13,73	13,73	13,73	13,73
9	16	13,35	13,85	14,38	14,90	14,90	14,90	14,90
10	18	14,38	14,88	15,42	15,94	15,94	15,94	15,94
11	20	15,30	15,81	16,34	16,86	16,86	16,86	16,86

Анализ таблиц 7.5-7.11 показывает то, что с увеличением равновесной влажности нитей величина перемещения опушки ткани в упругой системе заправки станка имеет возрастание от минимума к максимуму в следующей последовательности:

1. ткани из капроновой нити – 10 %
2. ткани из льняной пряжи – 18 %
3. ткани из ацетатного шелка – 20 %

4. ткани из натурального шелка – 29 %
5. ткани из хлопчатобумажной пряжи – 45 %
6. ткани из вискозной нити – 57 %
7. ткани из шерстяной пряжи – 70 %.

В ткацком производстве для минимизации обрывности нитей поддерживают при температуре 20°C и влажность окружающей среды 65 %. Поэтому отклонения влажности цеха от этой величины приводит к увеличению обрывности нитей.

При увеличении влажности цеха на 10 % (см. таблицы 7.5-7.11) наименьшие перемещения опушки имеем для тканей из капроновой, ацетатной, натурального шелка и льняной пряжи (практически не изменяется) и большие перемещения для тканей из шерстяной пряжи хлопчатобумажной пряжи и вискозной нити.

При уменьшении влажности цеха на 10 % наименьшие перемещения опушки в упругой системе заправки станка имеют ткани из шерстяной пряжи, вискозной нити, натурального шелка и льняной пряжи, а для тканей из капроновой и ацетатной нити и хлопчатобумажной пряжи перемещения опушки незначительны. Следовательно, величина перемещения опушки ткани в упругой системе заправки станка зависит от рода волокна и температурно-влажностного режима окружающей среды.

Для определения перемещения опушки ткани эксперименты проводились на станках СТБ, заправленных тканью из натурального шелка арт. 11022, тканью из химических волокон арт. 42064 и тканью из хлопчатобумажной пряжи арт. 4768. В таблице 7.12 приведены основные параметры и данные по ассортиментам [66].

Таблица 7.12.

Технологические параметры ткачества

№	Наименование параметров	Един. изм.	Артикул ткани		
			Крепдешин	Саржа	Бязь

			арт. 11022	арт. 42064	арт. 4768
1	Тип станка		СТБ-2-216 ШЛ	СТБ-216	СТБ-250
2	Величина заступа	Град	20	25	25
3	Высота зева	мм	100	100	100
4	Глубина зева	мм	145	145	145
5	Вынос зева	мм	440	440	440
6	Натяжение нитей основы	гр.	15	16	25
7	Род волокна		Натуральный шелк	Искусственный шелк	Хлопок
8	Линейная плотность: основы утка	текс текс	3,29 11,2	16,1 18,5	29 29
9	Плотность: по основе по утку	нить/см нить/см	30 44	24 48	21,1 22,8
10	Переплетение		Полотняное	саржевое	Полотняное

Перемещение опушки в период выстоя станков фиксировали при помощи разработанного прибора через определенный интервал времени. Станки останавливали в двух положениях: в положении минимального натяжения нитей основы (в заступе) и в положении максимального раскрытия зева (от уточного щупла). При этом влажность в цехе колебалась от 47 % до 55% для тканей из натурального и искусственного шелка и от 54 % до 76% для тканей из хлопчатобумажной пряжи. После обработки полученных результатов по

методике раздела 2 построены кривые перемещения опушки в зависимости от времени простоя и влажности воздуха (рис. 7.3 и 7.4).

Как видно из полученных кривых, перемещения опушки происходит более интенсивно за первые минуты простоя станка. При этом направление перемещения опушки зависит от положения останова главного вала станка. При останове в заступе опушка ткани перемещается в сторону грудницы, и при пуске станка в работу с этого положения на ткани возникают ярко выраженные полосы (недосеки).

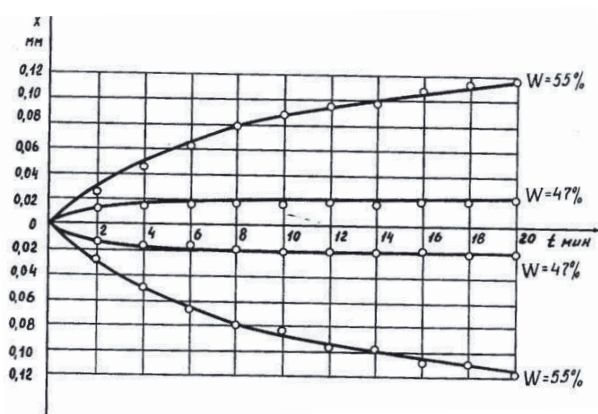


Рис.7.3. Перемещения опушки в зависимости от времени простоя для ткани из натурального шелка.

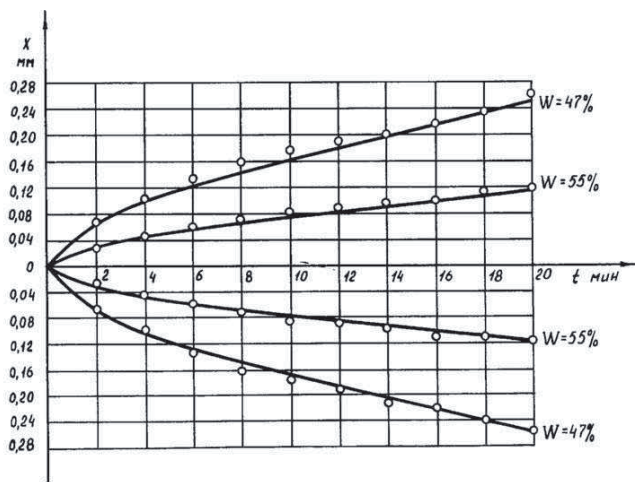


Рис. 7.4. Перемещения опушки в зависимости от времени простоя для ткани из химических волокон.

При останове станка в положении максимально раскрытого зева ($260^\circ - 280^\circ$) опушка ткани перемещается в сторону ремиз. В этом случае пусковые полосы (недосеки) менее выражены или могут отсутствовать.

Таблица 7.13

Перемещение опушки ткани для ткани из хлопчатобумажной пряжи.

№	t мин	Перемещение опушки ткани					
		Останов станка в заступе 20°			Останов станка в максимально раскрытом зева 250°		
		Влажность ткацкого цеха %					
		54	63	76	54	63	76
1	1	-0,011	-0,005	-0,04	0,012	0,004	0,050
2	2	-0,012	-0,006	-0,06	0,013	0,005	0,060
3	4	-0,013	-0,010	-0,08	0,014	0,010	0,090
4	6	-0,014	-0,013	-0,09	0,015	0,015	0,100
5	8	-0,015	-0,018	-0,100	0,016	0,020	0,110

6	10	-0,016	-0,025	-0,110	0,017	0,025	0,120
7	12	-0,017	-0,03	-0,120	0,018	0,031	0,126
8	14	-0,018	-0,035	-0,130	0,019	0,035	0,133
9	16	-0,019	-0,045	-0,135	0,020	0,045	0,139
10	18	-0,020	-0,055	-0,140	0,020	0,057	0,145
11	20	-0,021	-0,070	-0,150	0,020	0,068	0,150

Перемещение опушки ткани в сторону грудицы обусловлено тем, что нити основы, находясь в среднем уровне, имеют жесткость меньше, чем жесткость ткани соответственно и времени релаксации основы и ткани.

При останове станка $260^\circ - 280^\circ$ нити основы, отклоняясь от среднего уровня, изменяют геометрию заправки, при этом нарастание жесткости основы происходит быстрее, чем жесткости ткани, соответственно изменяются времени релаксации основы и ткани.

На времена релаксации упругой системы заправки существенное влияние оказывает температурно-влажностный режим цеха. С увеличением влажности цеха для ткани из натурального шелка величина перемещения опушки увеличивается в период простоя станка (рис.7.3), а для тканей из химических волокон величина перемещения опушки уменьшается (рис.7.4). Можно добиться минимального перемещения опушки для крепдешина путем уменьшения влажности цеха. Но для нормального протекания ткачества выработка натурального шелка требует повышенной влажности цеха, что повлечет за собой увеличение перемещений опушки ткани. В то же время выработка ткани из химических волокон требует пониженной влажности цеха, что также приведет к увеличению перемещения опушки ткани в период выстоя станка. Обычно в одном цехе перерабатывают ткани из натурального и химического волокон, и колебания влажности в цехе приводят к различным перемещениям опушки ткани.

Также представляет интерес изучение влияния типа ткацкого станка на величину перемещения опушки ткани в упругой системе заправки. Так как

каждый ткацкий станок заправлен одним ассортиментом ткани имеет особенности заправки – высоту и размеры зева, длину основы и ткани в заправке и т. д.

В момент останова станка, при допущении о том, что перемещение опушки ткани не получает развитие от эластической деформации во времени, т.е. при $t=0$ выражение (7.7) имеет вид:

$$X = \frac{K'_O}{C_O} - \frac{K'_T}{C_T}.$$

Отклонение ремизки от среднего уровня изменить заправочное натяжение (K_O) нитей на величину ΔK_O , т.е:

$$K'_O = K_O + \Delta K_O$$

С другой стороны изменения натяжения нитей основы можно выразить через произведение деформации основы на коэффициент жесткости нитей основы (C_O) с учетом коэффициента (n) отношения высоты зева к длине нитей основы в упругой системе заправки ткацкого станка:

$$K'_O = K_O + \Delta \lambda_O \cdot C_O \cdot n$$

Согласно [4,96] деформация нитей основы при отклонении их от средней линии имеет вид

$$\Delta \lambda_O = \frac{h^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right)$$

где: h – отклонение нитей основы от средней линии заправки станка (половина высоты зева от H); l_1 – длина передней части зева; l_2 – длина задней части зева.

После подстановки получим:

$$X = \frac{K_O + \frac{h^2}{2} \left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right) \cdot C_O \cdot n}{C_O} - \frac{K_T}{C_T}. \quad (7.11)$$

Анализ формулы показывает, то что при останове ткацкого станка, перемещение опушки ткани (X) может иметь следующие знаковые значения:

- -при нулевом значении (X), опушка ткани неподвижна, можно ожидать выработку ткани без дефекта;
- -при минусовом значении (X), опушка ткани перемещается в сторону грудицы, можно ожидать возникновение дефектов на ткани «пусковая недосека», т.е. заниженная плотность ткани по утку;
- -при плюсовом значении (X), опушка ткани перемещается в сторону ремиз, можно ожидать возникновение дефекта на ткани «пусковая забоина», т.е. завышенная плотность ткани по утку.

Проведены расчеты перемещения опушки ткани во время останова станка при различных типах оборудования заправленных тканью «Бязь», которая вырабатывается полотняным переплетением с заправочным натяжением нитей основы и ткани $K_o = K_T = 20 \text{ сН.}$, линейной плотностью основной нити $T_o = 25 \text{ текс}$, линейной плотностью уточной нити $T_y = 29 \text{ текс}$ (диаметр нити $d_y = 0,21 \text{ мм}$), с коэффициентом жесткости метрового отрезка нитей основы $C'_o = 1,0 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}$ и коэффициентом жесткости ткани при пересчете на одиночную нить метрового отрезка $C'_t = 0,3 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}$.

Таблица 7.14

Заправочные параметры ткацких станков

№	Наименование показателей	Тип ткацкого станка					
		АТПР	СТБ	Р-190 Зуль- цер- Рюти	Сомет Super Excel	АТ	Тойота JAT 810
1	Высота зева H , мм	50	60	60	80	100	80

2	Передняя часть зева $l_1, мм$	80	150	170	150	230	150
3	Задняя часть зева $l_2,$ $мм$	400	350	500	500	420	500
4	Общая длина нитей основы в заправке L_0 , $мм$	1700	1900	1900	2000	1600	2000
5	Общая длина ткани в заправке $L_T, мм$	600	600	600	500	500	500
6	Коэффициент жесткости одиночной нити основы в заправке $C_0, \frac{сН}{мм}$	59	53	53	50	63	50
7	Коэффициент жесткости ткани в заправке при пересчете на одиночную нить основы $C_T, \frac{сН}{мм}$	50	50	50	60	60	60

В таблице 7.14 даны заправочные параметры и результаты расчета перемещения опушки ткани, в таблице 7.15 - результаты расчета перемещения опушки ткани для различных типов станков, в таблице 7.16- влияние заправочного натяжения нитей основы, различных типов ткацких станков, на перемещение опушки ткани.

Анализ таблиц показывает то, что направление перемещения опушки ткани (X) зависит от положения останова главного вала станка.

Таблица 7.15

Результаты расчета перемещения опушки ткани
для различных типов станков

№	Величина отклонения нитей основы от средней линии h , мм	Перемещение опушки ткани при останове станка X , мм					
		Тип ткацкого станка					
		АТПР	СТБ	Р-190 Зуль- цер- Рюти	СоветS црег Excel	АТ	Тойота JAT 810
1	0	-0,061	-0,024	-0,023	0,066	-0,016	0,066
2	5	-0,06	-0,022	-0,022	0,068	-0,015	0,068
3	10	-0,057	-0,020	-0,021	0,070	-0,013	0,070
4	15	-0,046	-0,014	-0,016	0,074	-0,09	0,074
5	20	-0,026	-0,003	-0,006	0,084	0,001	0,084
6	25	0,007	0,016	0,010	0,101	0,017	0,101
7	30	-	0,045	0,033	0,125	0,040	0,125
8	35	-	-	-	0,160	0,073	0,160
9	40	-	-	-	0,206	0,117	0,206
10	45	-	-	-	-	0,173	-
11	50	-	-	-	-	0,244	-

Таблица 7.16

Влияние заправочного натяжения нитей основы, различных типов ткацких станков, на перемещение опушки ткани

№	Заправочное натяжение нитей основы, сН.	Перемещение опушки ткани при останове станка					
		<i>X, мм</i>					
		Тип ткацкого станка					
		АТПР	СТБ	Р-190 Зуль- цер- Рюти	Сомет Super Excel	АТ	Тойота JAT 810
1	5	-0,015	-0,006	-0,006	0,017	-0,004	0,017
2	10	-0,031	-0,011	-0,011	0,33	-0,008	0,33
3	15	-0,046	-0,017	-0,017	0,050	-0,012	0,050
4	20	-0,061	-0,024	-0,023	0,066	-0,016	0,066
5	25	-0,076	-0,028	-0,028	0,083	-0,020	0,083
6	30	-0,092	-0,034	-0,034	0,100	-0,024	0,100
7	35	-0,107	-0,040	-0,040	0,117	-0,028	0,117
8	40	-0,122	-0,045	-0,045	0,133	-0,032	0,133
9	45	-0,137	-0,051	-0,051	0,150	-0,040	0,150
10	50	-0,153	-0,057	-0,057	0,167	-0,40	0,167

На АТПР, СТБ, Р-190 и АТ при останове станка положение заступа ($h=0$) опушка ткани перемещается в сторону грудницы и при пуске станка в работу с этого положения на ткани возникают полосы (пусковая недосека). Особо ярко выражен этот дефект на ткацком станке АТПР.

На станках СометSuperExcel и ТойотаJAT 810 перемещение опушки ткани происходит в сторону ремиз, что вызывает возникновение полосы (пусковая забоина). Увеличение высоты зева обуславливает переход на ткани с пусковой недосеки в пусковую забоину или усиливает пусковую забоину (станокСометSuperExcelи ТойотаJAT 810).

Путем подбора коэффициентов жесткости основы и ткани можно несколько уменьшить пусковую полосу, так как общая длина нитей основы в заправке величина нестабильная и зависит от диаметра намотки основы на навое.

Кроме того, абсолютные значения величин дефектов «пусковые полосы» с увеличением заправочного натяжения нитей основы возрастают. Поэтому целесообразна выработка тканей с минимальным заправочным натяжением и максимальным натяжением нитей основы в момент прибоа утка [].

Это возможно с использованием специальных средств разгружающих упругую систему заправки при останове станка и нагружающих упругую систему заправки при прибое уточной нити [].

В большинстве случаев станок останавливается в положении заступа, следовательно, согласно полученным результатам, перемещение опушки происходит в сторону грудницы, и на ткани возникают пусковые недосеки. На рис. 7.5 для существующей системы фрикционного регулятора и на рис. 7.6 для модернизированной системы основного тормоза (по а.с. 1035104) приведены панорамы осциллограмм в неустановившемся режиме работы ткацкого станка СТБ.

Анализ осциллограмм показывает следующее.

Для существующей системы фрикционного регулятора характерно то, что натяжение нитей основы (кривая 4) в момент прибоа значительно меньше при первом прибое уточной нити, чем в установившемся режиме работы ткацкого станка вследствие уменьшения предприбойного натяжения и

смещения опушки к груднице. Следовательно, можно ожидать появление на ткани пусковой полосы (недосеки).

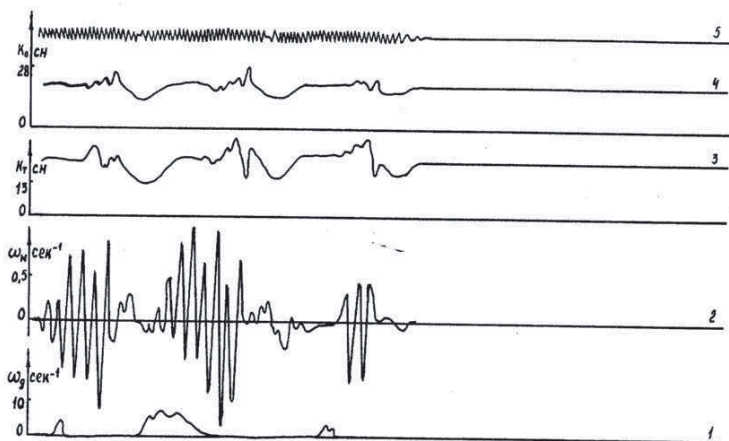


Рис.7.5. Панорамы осциллограмм в неустановившемся режиме работы ткацкого станка для существующей системы фрикционного регулятора.

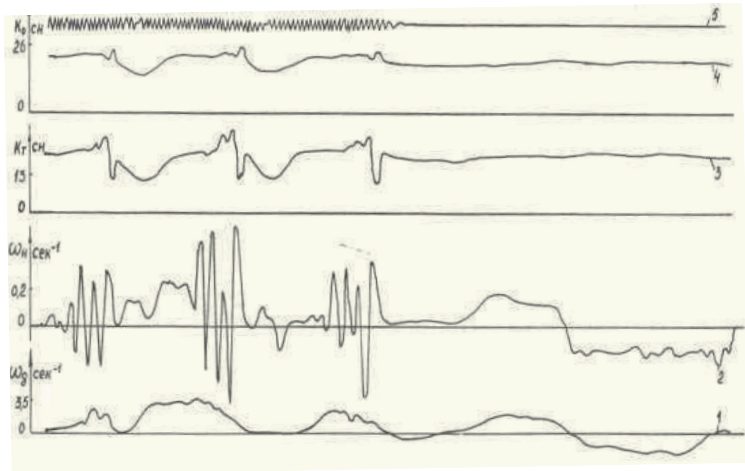


Рис. 7.6. Панорамы осциллограмм в неустановившемся режиме работы ткацкого станка для модернизированной системы основного тормоза .
 где: 1-скорость ведомого диска; 2-скорость наоя; 3-натяжение ткани; 4-натяжение основы ; 5-отметчик положения главного вала станка.

В модернизированной системе основного тормоза перед пуском ткацкого станка навои поворачивается на некоторый угол (кривая 2), наматывая на себя нити основы, и тем самым перемещает опушку навстречу берду, до тех пор, пока момент сматывания не уравнивается с моментом трения во фрикционной муфте. Предприбойное натяжение основы увеличится (кривая 4), а натяжение нитей основы в момент прибое при первом прибое уточной нити незначительно отличается от последующих прибоев утка.

Кроме того натяжение нитей основы при первом прибое растянуто во времени, то есть бердо большее время взаимодействует с опушкой ткани, что должно обеспечить правильное положение уточной нити при первом прибое. Следовательно, смещение опушки навстречу берду и увеличение времени формирования ткани при первых прибоях уточной нити обеспечит наработку качественной ткани без дефектов – пусковых полос (недосек).

В другом варианте предлагается [] система автоматического разгрузки натяжения упругой системы заправки в период останова (простоя) станка и нагружения его в период пуска станка в работу, в которой после обработки осциллограмм получены следующие результаты значений заправочного натяжения нитей основы представлены в таблице 7.17.

Как видно новая система скало разгружает упругую систему заправки в период простоя (останова) станка на 35 % и восстанавливает до требуемой величины перед прибоем утка в период пуска станка в работу.

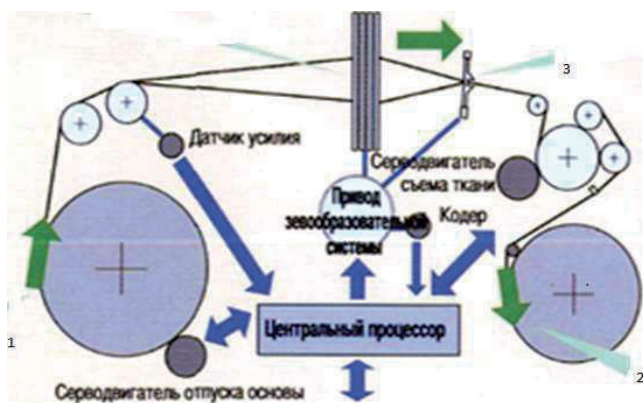
Таблица 7.17

Результаты значений заправочного натяжения нитей основы

№	Наименование	Заправочное натяжение нитей основы , сН	
		Существующая система скало	Новая система скало
1	Период останова (простоя) станка	34	24

2	Период пуска станка в работу	34	33
3	Период работы станка	33	20

На станках Тойота предусмотрена система предотвращения образования пусковых полос, гарантирующее высокое качество ткани [97,98]. Система предотвращения образования пусковых полос имеет: электронный отпуск основы 1 и электронный отвод ткани 2, которые разгружают упругую систему заправки при останове станка и нагружают упругую систему заправки при прибое уточной нити 3; пусковой режим главного двигателя гарантирует полное усилие прибое уже при первой уточной прокидке. Опушка ткани вперед - снижение натяжения основы сразу после останова станка предотвращает соприкосновение опушки ткани и берда, за счет чего устраняется причина образования пусковых полос (рис.7.8). После пуска станка автоматически восстанавливается запрограммированное натяжение, и прибой происходит при нормальном положении опушка ткани [97].



1-электронный отпуск основы, 2- электронный отвод ткани ,
3- прибой уточной нити.

Рис.7.7. Система предотвращения образования пусковых полос на ткани.

Настройка отпуска основы - оператор может настроить допустимую величину снижения натяжения основы в случае останова или простоя станка, чтобы надежно исключить образование пусковых полос.

Одиночная прокладка утка - может производиться одиночная прокладка утка без прибора бердом при пуске станка. Эта функция особенно полезна для исключения образования пусковых полос при выпуске тканей.



Рис.7.8.Взаимодействие берда с опушкой ткани при прибое утка.

Выбор угла останова/пуска станка - за счет программирования нужного угла останова/пуска станка в соответствии с видом ткани ткач может предотвратить образование пусковых полос.

Выбираемый режим пуска главного двигателя - двигатель станка со сверхбыстрым пуском гарантирует полное усилие прибора уже при первой точной прокидке. Для пуска может выбираться схема соединения «треугольник» или «звезда», что позволяет выбор различных пусковых крутящих моментов, чтобы предупреждать дефекты уплотнения или разреженности (рис.7.9).

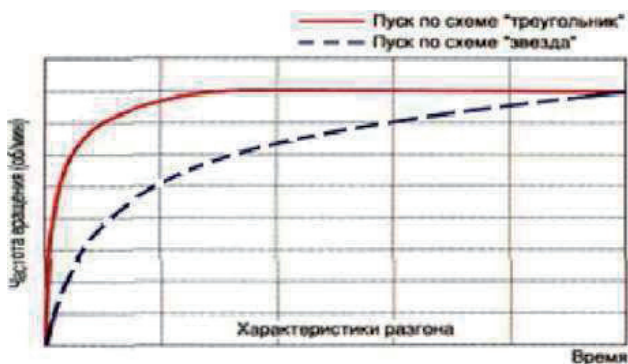


Рис.7.9. Период разгона главного двигателя.

8. ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ УТКА

8.1. Исследование натяжения нитей утка на станках с микропрокладчиками

Одной из главных особенностей станков СТБ по сравнению с челночными станками является способ прокладывания уточных нитей в зев. В станках СТБ вместо челнока несущего в себе уточную паковку для прокладывания уточных нитей используются прокладчики утка. Небольшие размеры прокладчиков утка позволяют значительно повысить скорости станка. Уточные нити сматываются с неподвижных бобин, число которых определяется цветом утка. Кроме прокладчиков в процессе прокладывания уточной нити на станках СТБ участвуют следующие механизмы: раскрыватель пружин прокладчиков утка, подъемник прокладчиков утка, возвратчик уточной нити, раскрыватель пружины возвратчика уточной нити, ножницы, кромкообразующие механизмы, механизмы приемной коробки, механизм торможения прокладчиков утка, контролер посадки прокладчиков утка, механизм возврата прокладчиков утка, укладчик прокладчиков утка, конвейер подачи прокладчиков утка из приемной коробки в уточно-боевую коробку. Когда прокладчик утка займет в коробке исходное положение, в

неговходиткрючок механизма раскрывателя пружины прокладчика утка. Затем прокладчик утка механизмом подъема подается на линию полета. Согласно заданной программе, механизм смены цвета перемещает необходимый нитеуловитель с уточной нитью на линию полета прокладчика утка. После подъема прокладчиков утка на линию полета механизм подъемника останавливается, а крючок раскрывается, перемещаясь в обратном направлении. Захваты нитеуловителя отпускают уточную нить, происходит передача уточной нити от нитеуловителя прокладчику утка. После захвата уточной нити прокладчиком утка боевой механизм разгоняет его до скорости 20-24 м/с и прокладчик утка совершает свободный полет в зеве батана в сторону приемной коробки, в результате чего происходит прокладывание уточной нити. В приемной коробке прокладчик утка останавливается механизмом торможения, при этом правильность его посадки проверяется контролером. Затем прокладчик утка механизмом возврата подается к кромке ткани и устанавливается таким образом, чтобы обеспечить минимальную длину кончика уточной нити, загибаемой иглой механизма кромкообразователя. Кроме того, механизм возврата обеспечивает правильную работу механизма раскрывателя пружин прокладчиков и выталкивателя прокладчиков. Механизм раскрывателя пружин прокладчиков предназначен для освобождения уточной нити, захваченной зажимами губок прокладчика, и выталкивания прокладчиков утка из приемной коробки в направляющий паз. В тот момент, когда прокладчик утка отпускает нить, механизм раскрывателя подается в направляющий паз механизмом укладки, далее прокладчики из направляющего паза подаются на конвейер, который транспортирует их в уточно-боевую коробку.

На рис.8.1 изображена технологическая схема заправки утком станка СТБ.

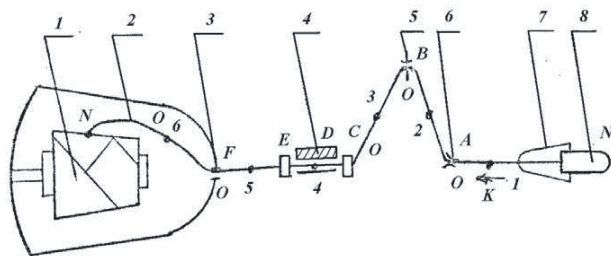


Рис. 8.1. Технологическая схема заправки утком станка СТБ.

Уточная нить 2 сходит с бобины 1 игибает систему нитепроводников 3, 5, 6 выполненных в виде износостойких фарфоровых глазков, уточный тормоз 4, зажимается захватами возвратчика утка 7 и перед прокидкой передается прокладчику 8. Последний прокладывает уток через зев, образованный нитями основы. В приемной коробке прокладчик затормаживается и подается возвратчиком в обратную сторону - к кромке. Компенсатор 5 выбирает из зева излишние нити, после чего нить центрируется створкой и удерживается захватами, затем прокладчик освобождается от нити и выталкивается на транспортер, и одновременно производится отрезание ножницами левой части нити.

На станках СТБ между паковкой и компенсатором устанавливают устройства для торможения уточной нити. Известны механический, гидравлический и электромагнитный способы торможения уточной нити.

В настоящее время получили распространение механические тормоза уточной нити. Схема такого тормоза представлена рис. 2.2.

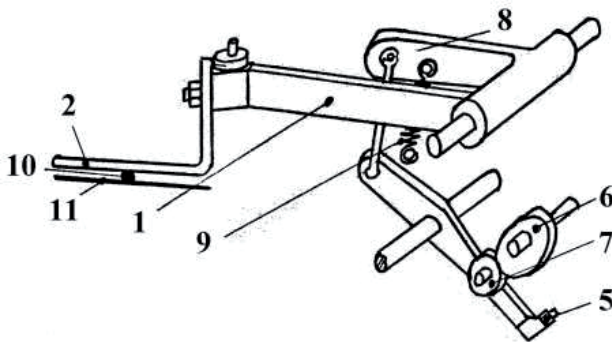


Рис. 8.2. Схема уточного тормоза

Тормозными элементами механизма являются лапка 2 и лента 11. Лапка 2, получая качательное движение от кулачка 6, контактирующего с роликом 7 посредством рычагов 1, 8 опускается и отклоняет ленту 11 от горизонтальной линии вниз. Зазор между лапкой 2 и лентой 11 регулируется подъемным упором 5. Нить 10 проходит через направляющие глазки между лентой 11 и лапкой 2, поэтому при опускании лапки нить прижимается к гибкой ленте и тем самым затормаживается. Силу прижима можно регулировать затяжкой пружины 9, или заменой ленты 11 на более или менее упругую, а также опусканием лапки 2 относительно рычага 1. Однако из-за отсутствия современных средств контроля натяжения регулировка полностью зависит от навыка обслуживающего персонала. Данная конструкция не может быть отнесена к оптимальной и подлежит усовершенствованию.

Перемещение лапки тормоза осуществляется от кулачка 6, согласно цикловым диаграммам, которые для угла боя 140°

В табл. 8.1. приведена циклическая диаграмма работы основных механизмов прокладывания утка на станках СТБ-216. Из цикловой диаграммы работы механизмов обеспечивающих прокладывание утка представленной в таблице 8.1., видно, что прокладывание нити в зев составляет $140^\circ - 295^\circ$ т.е. 155° поворота главного вала станка. В дальнейшем нить подвергается вытягиванию из зева уточным компенсатором в сторону

боевой коробки, т.е. в направления обратному направлению прокидки. Уточный тормоз начинает действовать при угле поворота главного вала 180° [99].

Таблица 8.1.

Механизм станка и выполняемый процесс	Углы поворота главного вала, градусы
Боевой механизм	
а) разгон микропрокладчика, сматывание в зев запаса накопленной нити	140-180
б) полет микропрокладчика – сматывание нити с бобины	148-295
Уточный тормоз	
а) слабое торможение	180-320
	30-105
б) сильное торможение	292-328
	160-270
Уточный контролер	
а) подъем компенсатора – сматывание нити с бобины и вытягивание слабины из зева	270-80
б) возвратчик микропрокладчика	295-360
в) возвратчик утка	0-80

Из осциллограммы (рис. 8.3.) видно, что в момент начала торможения натяжение увеличивается до максимума, причем в этот момент происходит удар на уточную нить при ее движении. Такое предварительное притормаживание необходимо для того, чтобы ликвидировать избыток утка в ткани. Уточный тормоз этих станков работает по жесткой циклограмме, т.е.

процесс торможения происходит при определенном положении главного вала, а прокладчик утка влетает в приемную коробку и тормозится в разное время. Момент влета прокладчика зависит от заправочной ширины станка, частоты вращения главного вала, начальной скорости полета, линейной плотности уточной нити, изменяется по мере срабатывающей бобины и по ряду других причин. Если прокладчик влетит в приемную коробку и остановится до наступления торможения уточной нити, то неизбежен проброс нити в зев и компенсатор не сможет выбрать излишек нити, что приведет к останову станка или наработке брака на ткани. На станках СТБ предусмотрено предварительное притормаживание нити, чтобы практически при любом моменте влета прокладчика процесс ткачества не прерывался.

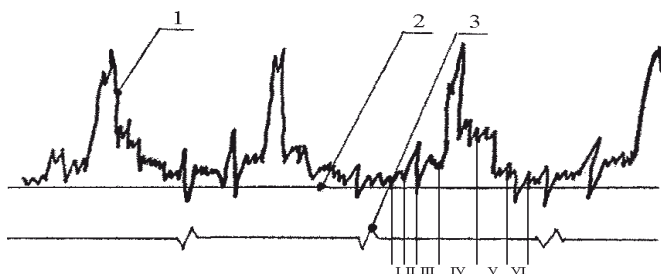


Рис. 8.3. Осциллограмма натяжения уточной нити

Для более детального анализа влияния различных факторов на натяжение уточной нити предоставленная на рис. 8.3. осциллограмма разделена на зоны.

Каждой из зон в цикле прокладывания утка соответствуют изменения тех или иных факторов воздействия.

Первая зона (рис. 8.3. I) начинается с момента разгона прокладчика утка (140° поворота главного вала станка). Заканчивается зона в момент, когда прокладчик получает максимальную скорость. Вместе с прокладчиком получает движение и некоторый участок нити. Скорость

прокладчика с нитью в течение очень короткого времени $-0,006$ с -изменяется от нуля до $19-26$ м/с. Натяжение на этом участке изменяется от нуля до некоторого значения, причем возрастание происходит практически мгновенно чему на осциллограмме соответствует первый пик. Натяжение зависит от ускорения разгона прокладчика, которое в свою очередь является производной от величины угла заводки торсионного валика. Нить, движущаяся за прокладчиком, выбирается из свободно лежащего отрезка, подготовленного компенсатором.

Вторая зона (рис. 8.3.,II) соответствует началу свободного полета прокладчика с тянущейся за ним уточной нитью через зев. Начинается она с момента убывания натяжения нити, в то время, когда еще не выбран запас нити, созданный компенсатором. Кончается II зона в вершине второго пика на кривой натяжения, что соответствует непосредственно сматыванию нити с бобины. Натяжение в этой зоне зависит от угла опережения компенсатора, от линейной плотности уточной нити, от массы нити на участке со слабиной, от однородности структуры нити.

Третья зона (рис. 8.3, III) характеризуется тем, что натяжение в этой зоне после некоторого убывания стабилизуется и поддерживается равномерным на протяжении всего интервала. Величина натяжения на этом участке зависит от условий сматывания с питающей бобины, трения нити о направляющие элементы, углов обхвата их нитью.

Продолжается этот период до момента начала торможения утка лапкой уточного тормоза. В момент начала торможения натяжение резко увеличивается, чему на осциллограмме на границе третьей и четвертой зон соответствует пик, величина которого зависит от номера утка, скорости прокладчика утка, условия сматывания с питающей бобины.

Четвертая зона (рис. 8.3, IV) характеризуется некоторым увеличением натяжения, что создается действием на уточную нить тормоза и контроллера. Величина натяжения в этой зоне складывается из натяжения в третьей зоне плюс тормозящее действие лапки тормоза и щупа уточного контроллера.

Этот момент является достаточно напряженным для уточной нити, так как нить находится под действием механизмов длительное время.

Для этой зоны особенно важное значение приобретают условия сматывания с бобины, ввиду того, что длина прокладываемой нити, движущейся за челноком, достигает в этой зоне максимальной величины — 220 см и максимальной массы.

Натяжение, которое получает ведущий конец уточной нити, в значительной степени снижает скорость прокладчика утка. Для пряжи аппаратного прядения с высокой линейной плотностью характерно особенно большое снижение скорости, достигающее 1,2 м/с на каждый метр запроваленной ширины.

Пятая зона (рис. 8.3, V) цикла прокладывания утка через зев начинается с момента влета прокладчика под первый тормоз приемной коробки (начало торможения прокладчика). Этот момент характеризуется резким снижением скорости прокладчика и начального участка движущейся нити. Но так как нить гибкая, сравнительно не жесткая, и остается в движении при перемещении от левой коробки к правой, то под действием сил инерции она продолжает прямолинейное движение, что создает некоторый избыток нити в зеве.

На кривой натяжения нити этому моменту соответствует приближение натяжения к нулевой линии. При определенных условиях запас нити в зеве может достигнуть такой длины, что компенсатор не сможет его выбрать. В результате этого в зеве образуется петля, что является нарушением технологического процесса тканеобразования. При нормальном прокладывании уточных нитей избыток нити из зева должен быть ликвидирован компенсатором до начала возврата прокладчика.

Натяжение нити в этой зоне зависит от натяжения в предыдущих зонах, скорости прилета челнока, линейной плотности пряжи, правильности наладки уточного тормоза и др.

С началом возврата прокладчика начинается шестая зона на кривой натяжения (рис. 8.3, VI). Она характеризуется постоянством натяжения на всем интервале с очень незначительными колебаниями в определенные моменты.

В VI зоне после возврата прокладчика отцентрированную уточную нить, имеющую определенное необходимое для нормального формирования ткани натяжение, захватывают губки возвратчика утка. Участок нити, находящийся в зеве и удерживаемый захватами кромкообразователя, отрезается от другого участка, сматывающегося с бобины.

За это же время конец уточной нити отводится возвратчиком в исходное положение для передачи его прокладчику.

В [100] исследуются причины обрывности нити, связанных в основном с технологическими несовершенствами ткацких станков, низкой квалификации обслуживающего персонала, изменениями температуры и влажности сырья и другие. Однако, большинство современных ткацких станков работают в динамических режимах и основными причинами обрывности и неустойчивости технологических процессов являются скачкообразные (мгновенные) изменения и деформации в сечениях нити. Ниже рассматривается динамика процесса прокладывания уточной нити на станках СТБ.

Основной целью настоящей главы является разработка аналитических методов расчета изменения параметров движения нити при взаимодействии со вспомогательными механизмами прокладывания, исследовать причины обрывности уточной нити в ткачестве.

В качестве основного метода исследования используется теория распространения волн в упругой среде [101-103].

Движение продольной волны по участку NA уточной нити.

Пусть в некоторый момент t времени прокладчик придет в движение. Действие боевого механизма будем рассматривать как удар, произведенный по покоящейся и недеформированной, первоначально гибкой нити.

Действие удара по нити будет распространяться в виде продольной волны идущей со скоростью

$$a = \sqrt{\frac{E}{\rho_0}}$$

Где: E – динамический модуль;

ρ_0 – плотность недеформированной нити.

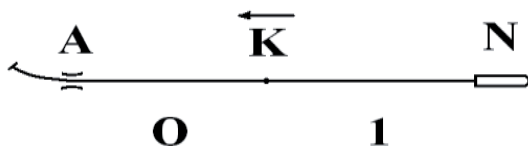


Рис. 8.4. Схема движения продольной волны на участке NA

Так как масса прокладчика достаточно большая и движение начинается мгновенно, то можно предположить, что в некотором отрезке времени $t_0 \leq t \leq t_1$, возмущенная область нити I является областью постоянных параметров. При этом скорость частицы нити в области I равна скорости движения прокладчика (так как область I является областью постоянных параметров). Натяжение нити определяется из следующих уравнений

$$x'_1 = -a\varepsilon_1 \quad (8.1)$$

$$T_1 = \varepsilon_1 E = \rho_0 a^2 \varepsilon_1 \quad (8.2)$$

где: x'_1 – касательная к нити составляющая скорость части в области I,

ε_1 – относительная деформация,

T_1 – натяжение нити.

Уравнение (8.1) получается из закона сохранения количества движения при переходе рассматриваемого элемента нити фронта продольной волны K (рис. 8.4.), а уравнение (8.2) выражает закон Гука для линейной упругой нити.

Таким образом, натяжение и относительная деформация области I точной нити определяется из следующих уравнений:

$$\varepsilon_1 = \frac{x'_1}{a} = \frac{U_1}{a} \quad (8.3)$$

$$T_1 = \rho_0 \cdot a^2 \cdot \varepsilon_1 = \rho_0 \cdot a \cdot U_1 \quad (8.4)$$

Расчеты проводились для нити с более близкой к реальным текстильным нитям $a = 800$ м/сек, $\rho_0 = 1,25 \cdot 10^{-3}$.

Движение продольной волны К по участку АВ уточной нити

Через время $\frac{NA}{a} = t_1 > t_0$ действие удара боевого механизма перейдет в нитепроводник в точке А₁, где NA – длина горизонтальной части в начальный момент времени. При $t \geq t_1$ продольная волна К переходит в область 2 нити (рис. 8.1, рис. 8.5).

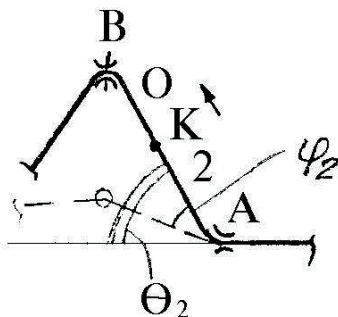


Рис. 8.5. Схема движения продольной волны на участке АВ

Скорость движения частиц области 2 нити определяются из закона сохранения количества движения на фронте продольной волны К. Закон количества движения написанный в проекциях на оси ОХ и ОУ (рис. 8.5.) приводится к следующим уравнениям

$$X'_2 - X'_0 = a(\varepsilon_2 - \varepsilon_0) \cos \theta_2 \cos \varphi_2$$

$$Y'_2 - Y'_0 = a(\varepsilon_2 - \varepsilon_0) \sin \theta_2 \sin \varphi_2$$

Т.к. предполагается, что нить первоначально не деформирована и находится в состоянии абсолютного покоя, то очевидно $\varepsilon_0 = X'_0 = 0$ и поэтому последние уравнения можно написать в следующем виде:

$$X'_2 = a\varepsilon_2 \cos \theta_2 \cos \varphi_2 \quad (8.5)$$

Рис. 8.6. Схема движения продольной волны на участке ВС
Уравнение Эйлера на поверхности (компенсатора) принимает следующий вид:

$$T_2 = T_3 e^{f_3(\theta_2 + \theta_3)} \quad (8.13)$$

где: f_3 – динамический коэффициент трения на торце компенсатора.
Уравнения (8.10 - 8.13) образуют систему относительных неизвестных $X'_3, Y'_3, T_3, \varepsilon_3$. Исключая T_2 и T_3 из уравнений (8.12 – 8.13), найдем

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_2 e^{-f_3(\theta_2 + \theta_3)} \quad (8.14)$$

Движение продольной волны К на участке СЕ уточной нити

На участке СЕ (рис. 8.1, рис. 8.7) нить имеет горизонтальную форму и поэтому для определения параметров движения этой области, имеем следующие уравнения

$$X'_4 = a\varepsilon_4 \quad (8.15)$$

$$T_4 = \rho_0 a^2 \varepsilon_4 \quad (8.16)$$

$$T_3 = T_4 e^{f_4 \theta_3} \quad (8.17)$$

Исключая T_3 и T_4 из уравнений (8.16 – 8.17), найдем

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_3 e^{-f_4 \theta_3} \quad (8.18)$$

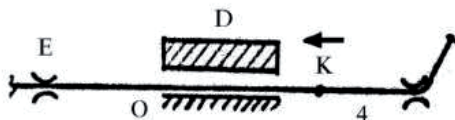


Рис. 8.7. Схема движения продольной волны на участке СЕ.

Движение продольной волны К на участке ЕФ уточной нити

Участок ЕФ нити образует угол θ_5 (известный на практике). Параметры области 5 нити (рис. 8.1, рис. 8.8) определяются из следующих уравнений:

$$X'_5 = a\varepsilon_5 \cos \theta_5 \quad (8.19)$$

$$Y'_5 = a\varepsilon_5 \sin \theta_5 \quad (8.20)$$

$$T_5 = \rho_0 a^2 \varepsilon_5 \quad (8.21)$$

$$T_4 = T_5 e^{f_5 \theta_5} \quad (8.22)$$

Из этих уравнений находим

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_4 e^{-f_5 \theta_5} \quad (8.23)$$

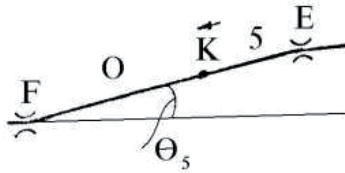


Рис. 8.8. Схема движения продольной волны на участке EF.

Движение продольной волны на участке FN уточной нити

На этом участке N – точка схода нити с поверхности паковки, нить первоначально имеет некоторую криволинейную форму и свободна от напряжений.

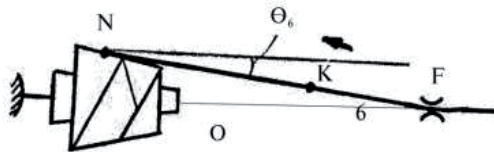


Рис. 8.9. Схема движения продольной волны на участке FN.

Пусть первоначально на участке FN нить имела прямолинейную форму (рис. 8.1, рис. 8.9). Тогда для определения параметров движения области б нити имеем следующие уравнения:

$$X'_6 = a \varepsilon_6 \cos \theta_6 \quad (8.24)$$

$$Y'_6 = a \varepsilon_6 \sin \theta_6 \quad (8.25)$$

$$T_6 = \rho_0 a^2 \varepsilon_6 \quad (8.26)$$

$$T_5 = T_6 e^{f_6 \theta_6} \quad (8.27)$$

$$\varepsilon_6 = \varepsilon_5 e^{-f_6 \theta_6} \quad (8.28)$$

Принятое предположение о прямолинейности нити может иметь место только до момента прихода продольной волны К в точку схода нити с поверхности паковки. В точке схода нить имеет две составляющие скорости по касательной к самой нити в точке схода и окружная скорость. И поэтому форма движения нити в области FN после отражения продольной волны не будет прямолинейной.

Как следует из уравнений (8.3, 8.4), (8.7 - 8.9), (8.13, 8.14), (8.17, 8.18), (8.22, 8.23), (8.27, 8.28) натяжение и деформация нити достигает максимального значения в области 1, следовательно, в принятой выше постановке обрыв нити может происходить только в области 1 в момент удара. Полученные решения (8.3, 8.4), (8.7 - 8.9), (8.13, 8.14), (8.17, 8.18), (8.22, 8.23), (8.27, 8.28) следует рассматривать как схему расчета параметров движения при первичном прохождении волны нагрузки.

Влияние ударного воздействия тормоза на натяжение уточины

Как следует из анализа полученных выше решений и результатов числовых расчетов наибольшее натяжение достигается в области 1 и поэтому обрывы нити должны происходить сразу после боя и только в области 1 – если натяжение превосходит допустимое значение в момент пуска прокладчика. Однако на практике обрывы нити происходят в любой из областей 1 – 6 (рис. 8.4- 8.9). Основными причинами этого могут быть влияние процессов отражения и взаимодействие продольных волн на участках нити [] в результате которых могут происходить: мгновенное возрастание натяжения от Т до 2Т, влияние ударных воздействий тормоза и компенсатора, а так же граничных условий и физико-механические свойства самой нити. Ниже рассматривается ударное воздействие тормоза на натяжение нити.

Пусть в некоторый момент времени t, после того как волна К движется левее области 4 (рис. 8.1, рис. 8.10), тормозное устройство сработает. Такая

постановка задачи является вполне обоснованной, т.к. продольная волна К движется вдоль нити со скоростью около 800 м/с []. В результате удара тормозного устройства в нити возникают две продольные волны Р и Q (рис. 8.10). В результате возникают области 7 и 8.

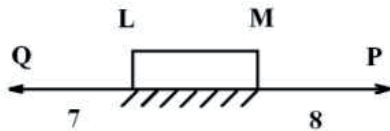


Рис. 2.10. Схема движения продольной волны при ударе по нити.

Рассмотрим область 7. Продольная волна Q является волной разгрузки. Действительно, тормоз в точке L, происходит остановка движения частиц нити. На фронте Q имеем:

$$X'_7 - X'_4 = a(\varepsilon_7 - \varepsilon_4) \quad (8.29)$$

Но так как $X'_7 = 0$, $X'_4 = a\varepsilon_4$

то из уравнения (8.29) находим

$$0 - a\varepsilon_4 = a\varepsilon_7 - a\varepsilon_4$$

Как видим, в области 7 деформация $\varepsilon_7 = 0$, следовательно

$$T_7 = \rho_0 a^2 \varepsilon_7 = 0$$

т.е. область 7 окажется областью покоя.

Рассмотрим область 8.

Докажем, что в области 8 деформация равна удвоенной деформации области 4. На фронте P имеем следующее уравнение:

$$X'_8 - X'_4 = a(\varepsilon_4 - \varepsilon_8) \quad (8.30)$$

Очевидно $X'_8 = 0$ т.к. вся область 8 является областью постоянных параметров

и в точке M $X'_8 = 0$. Подставим $X'_8 = 0$ в уравнение (8.30) получим

$$0 - a\varepsilon_4 = a\varepsilon_4 - a\varepsilon_8$$

Отсюда $\varepsilon_8 = 2\varepsilon_4$ (8.31)

Таким образом, в момент удара тормозного устройства в правой части ϵ_4 удваивается и это становится причиной обрыва нити в тех случаях, когда $\epsilon_4 > [\epsilon]$ или $T_8 > [T]$.

В таблицах 8.2. и 8.3. приведены результаты расчетов натяжения и деформации уточных нитей в интервале скоростей прокладывания утка от 20 до 26 м/сек. при коэффициентах трения нити о направляющие $f=0,1$ и $f=0,2$.

Таблица 8.2

Результаты расчетов деформации уточных нитей.

№	Скорость прокладывания уточины, м/сек.	Деформация уточины по зонам, %					
		ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_4	ϵ_5	ϵ_6
1	20	2,5	2,47	2,41	2,38	2,35	2,32
			2,44	2,32	2,27	2,21	2,16
2	21	2,6	2,57	2,51	2,48	2,45	2,42
			2,54	2,42	2,36	2,30	2,25
3	22	2,8	2,76	2,70	2,67	2,64	2,61
			2,73	2,60	2,54	2,48	2,41
4	23	2,9	2,86	2,80	2,76	2,73	2,70
			2,83	2,70	2,63	2,57	2,51
5	24	3,0	2,96	2,89	2,86	2,82	2,79
			2,93	2,79	2,72	2,65	2,59
6	25	3,1	3,06	2,99	2,95	2,92	2,88
			3,03	2,88	2,81	2,74	2,68
7	26	3,3	3,26	3,18	3,14	3,11	3,07
			3,22	3,07	2,99	2,92	2,85

где: числитель – коэффициент трения нити о направляющие при $f = 0,1$;

знаменатель - коэффициент трения нити о направляющие при $f = 0,2$.

Таблица 8.3.

Результаты расчетов натяжения уточных нитей.

№	Скорость прокладывания уточины, м/сек.	Натяжение уточины по зонам, сН.					
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
1	20	20,0	19,8	19,3	19,1	18,8	18,6
			19,5	18,6	18,2	17,7	17,3
2	21	20,8	20,6	20,1	19,8	19,6	19,4
			20,3	19,4	18,9	18,4	18,0
3	22	22,4	22,1	21,6	21,4	21,1	20,9
			21,8	20,8	20,3	19,8	19,3
4	23	23,2	22,9	22,4	22,1	21,8	21,6
			22,6	21,6	21,0	20,6	20,1
5	24	24,0	23,7	23,1	22,9	22,7	22,3
			23,4	22,3	21,8	21,2	20,7
6	25	24,8	24,5	23,9	23,6	23,4	23,0
			24,2	23,0	22,5	21,9	21,4
7	26	26,4	26,1	25,4	25,1	24,9	24,6
			25,8	24,6	23,9	23,4	22,8

где: числитель – коэффициент трения нити о направляющие при $f = 0,1$;
знаменатель - коэффициент трения нити о направляющие при $f = 0,2$.

На основе этих результатов построены графики натяжения и деформации уточины в зависимости от скорости прокладывания нити при коэффициентах трения нити о направляющие рабочие органы механизма равном $f = 0,1$ и $f = 0,2$ (рис. 8.11 - 8.14).

Анализ результатов и графиков показывает, что значения натяжения и деформации возрастают с увеличением скорости прокладывания уточины, и

на участках от бобины к прокладчику и при уменьшении коэффициента трения нити о направляющие рабочие органы механизма. Поэтому при прокладывании различных уточных нитей по виду и составу, необходимо при настройке станка, проводить тщательный подбор скоростных режимов прокладывания уточины и подбор направляющих рабочих органов механизма торможения и подачи уточины.

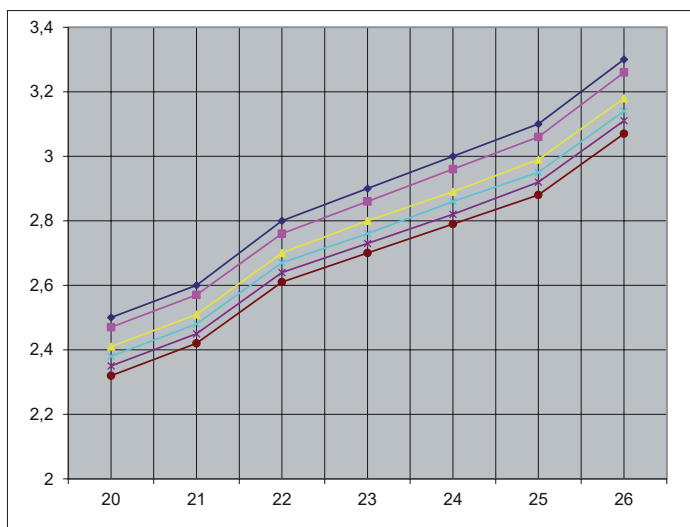


Рис. 8.11. График изменения деформации уточины в зависимости от скорости прокладывания при $f = 0,1$.

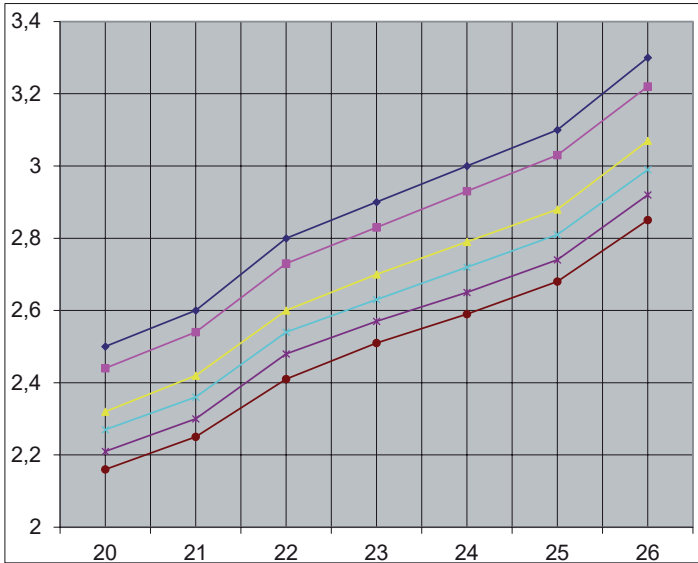


Рис. 8.12. График изменения деформации уточины в зависимости от скорости проклядывания при $f = 0,2$.

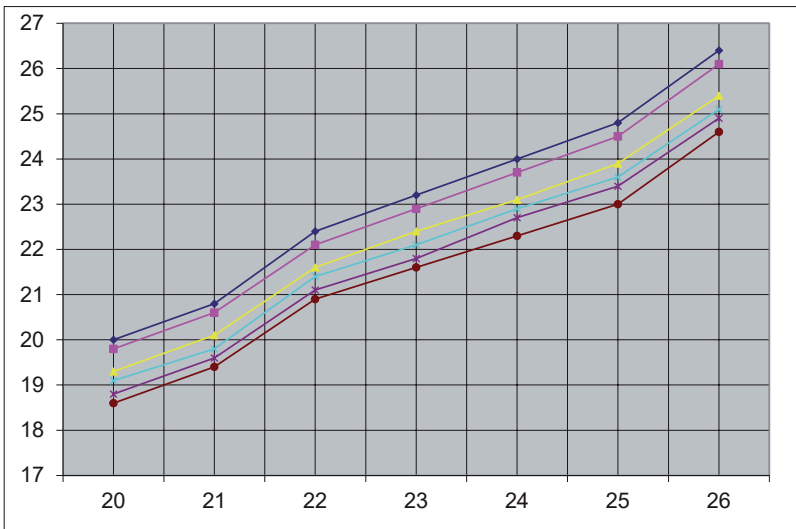


Рис. 8.13. График изменения натяжения уточины в зависимости от скорости

прокладывания при $f = 0,1$.

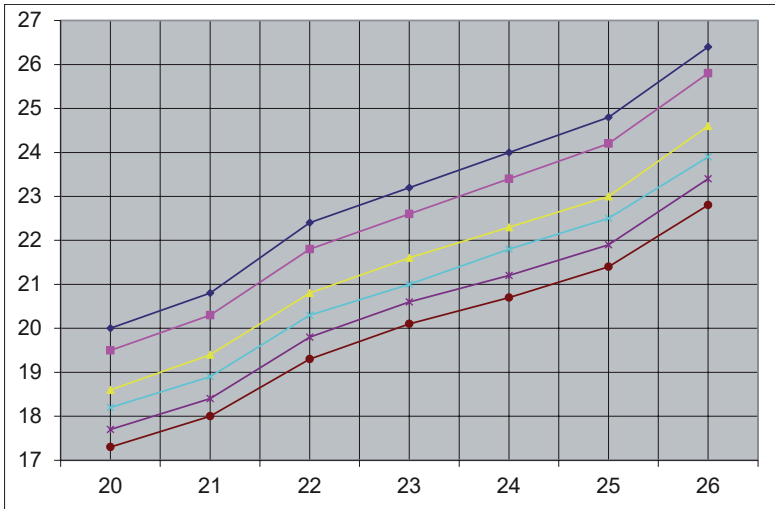


Рис. 8.14. График изменения натяжения уточины в зависимости от скорости прокладывания при $f = 0,2$.

8.2. Оптимизация натяжения нитей утка на станках с микропрокладчиками

Как уже было указано выше, уточный тормоз имеет ряд конструктивных недостатков. Ударные воздействия лапки уточного тормоза и периодический характер ее перемещения способствует циклическому изменению уточной нити, в результате чего снижается надежность процесса прокладывания уточной нити в зев. Кроме того механизм торможения составляет сложную систему.

В работах [5, 11, 20] определено натяжение нити после направляющего устройства, которое зависит от начального натяжения, угла охвата, кинематики нити, коэффициента трение направляющего (глазки), но и от геометрических свойств направляющей кривой от кривизны кривой. Если постепенно увеличивать угол охвата нитью направляющего, то естественно увеличивается натяжение нити, при постоянном начальном натяжении нити. На основе увеличения угла охвата нитью направляющего выбран и

разработан безударный уточный тормоз (рис.8.15), где в период разгона и начала движения уточины сила трения нити будет равна нулю

$F_T=0$, так как компенсатор 1 находится в нижнем положении I, при этом отсутствует контакт тормозной поверхности колодки 2 с уточиной 3 [24].

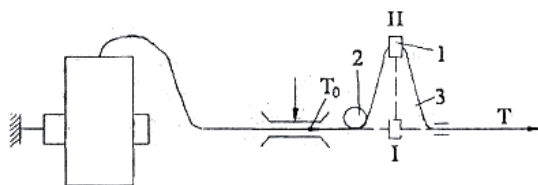


Рис.8.15. Схема модернизированного уточного тормоза.

К концу прокладывания уточины компенсатор перемещаясь вверх (в положение II) вводит в контакт нить 3 с тормозной поверхностью колодки 2, причем происходит плавное увеличение угла трения нити о тормозную поверхность системы. Следовательно, общее натяжение нити T складывается из постоянного минимального натяжения T_0 , создаваемое лапкой и пластиной, и дополнительного натяжения, создаваемого фрикционным материалом кронштейна и положением компенсатора.

Сила трения под действием безударного механизма определяется

$$F_{TP} = F \exp f \alpha_1$$

где: F - предварительная сила трения нити; f - коэффициент трения нити о поверхность тормозной колодки;

α_1 - угол обхвата нити поверхности тормозной колодки.



Рис.8.16. Общий вид модернизированного уточного тормоза.

Анализ осциллограмм модернизированного уточного тормоза (рис.8.17.) показывает, что максимальный пик получается в момент начала сматывания уточной нити с неподвижной бобины, но этот пик меньше чем у существующей конструкции в 1,5-2 раза. Охарактеризуем по зонам натяжение уточной нити в процессе прокладывания при модернизированной конструкции уточного тормоза.

Зона 1 начинается с момента разгона прокладчика утка (140^0 главного вала). Заканчивается зона в момент, когда прокладчик получает максимальную скорость. Вместе с прокладчиком получает движение и некоторый участок нити, скорость в течении очень короткого времени (0,006 сек) изменяется от нуля до 20-26 м/с. Натяжение на этом участке изменяется от нуля до некоторого значения, на осциллограмме не значительно. Нить движущаяся за прокладчиком, выбирается из свободно летящего отрезка, подготовленного компенсатором.

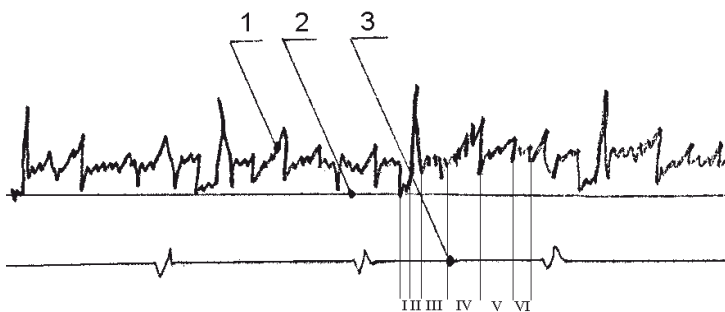


Рис.8.17. Осциллограмма натяжения уточной нити.

Зона 2 соответствует началу полета прокладчика с тянущейся за ним уточной нитью через зев. Начинается она с момента убывания натяжения нити, когда еще не выбран запас нити компенсатором. Кончается зона 2 до первого максимального пика на кривой натяжения. Это натяжение является максимальным, которое создается инерцией нити и тормозными шайбами. Движущая нить в течении очень короткого времени изменяется до 26 м/с, преодолевая сопротивление тормозных шайб, для процесса введения утка в зев позволяет уменьшить пиковое натяжение примерно в 1,5-2 раза чем при существующем тормозе.

Натяжение в этой зоне зависит от угла опережения компенсатора, линейной плотности уточной нити, массы нити, участка со слабиной, однородности слабины нити и начальное натяжение тормозных шайб.

Зона 3 характеризуется тем, что натяжение после некоторого убывания стабилизируется, и поддерживается более равномерным на протяжении всего интервала. Натяжение на этом участке зависит от условий сматывания с питающей бобины, коэффициента трения нити о направляющие элементы и углов охвата их нитью. Продолжается этот период до момента начала подъема водилки компенсатора.

Зона 4 начинается некоторым увеличением натяжения нити, величина которого зависит от линейной плотности утка, скорости прокладчика утка, условий сматывания с питающей бобины, давления пружины на тормозную

шайбу. Натяжение в этой зоне складывается из натяжения в зоне 3 плюс тормозящее действие профиля тормозного уголка.

Зона 5 цикла прокладывания утка через зев начинается с момента влета прокладчика под первый тормоз приемной коробки. Этот момент характеризуется резким снижением скорости прокладывания и начального участка движущейся нити. На кривой натяжение нити этому моменту соответствует снижение натяжения тормозного уголка с нитью, при дальнейшем подъеме компенсатора 9 натяжение постепенно увеличивается до некоторого значения. Натяжение нити в этой зоне зависит от натяжения в предыдущих зонах, скорости прилета прокладчика, линейной плотности пряжи, давления пружины на шайбы и геометрической формы (7) профиля тормозного уголка.

С началом возврата прокладчика начинается зона 6 на кривой натяжения. Она характеризуется постоянством натяжения на всем интервале с очень незначительными колебаниями в определенные моменты.

Зона 6 является особенно необходимой для создания определенного натяжения уточной нити. После возврата прокладчика утка сцентрированную уточную нить, имеющую определенное необходимое для нормального формирования ткани натяжение захватывают губки возвратчика утка. Участок нити, находящийся в зоне и удерживаемый захватами кромкообразователя отрезаются от другого участка, сматывающегося с бобины, конец уточной нити отводится возвратчиком в исходное положение для передачи прокладчику.

Методика расчета изменения параметров движения нити при взаимодействии с существующими механизмами прокладывания и торможения утка рассмотрены в предыдущем разделе, в основе которого положена теория распространения волн в упругой среде.

Модернизированная конструкция механизма торможения уточины исключает ударные воздействия на уточную нить на участке СЕ (см. рис. 2.7.) и предусматривает установку тормозной колодки 2 (рис.8.15 и 8.16) в

точке С на участке СЕ (см. рис. 8.7.) В остальном расчет аналогичен.

Рассмотрим влияние модернизации в заправке на натяжение и деформацию нитей на участке СЕ (рис.8.18.).

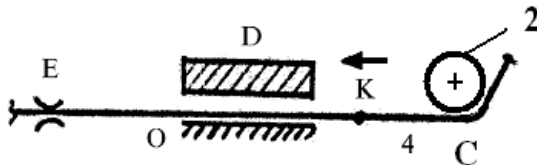


Рис.8.18.

На участке СЕ для определения параметров движения этой области имеем следующие уравнения

$$\dot{X} = a\varepsilon_4 \quad (8.32)$$

$$T_4 = \rho_0 a^2 \varepsilon_4 \quad (8.33)$$

$$T_3 = T_4 e^{f_4 \theta_3} \quad (8.34)$$

где: f_4 – коэффициент трения нити о тормозную колодку 2;

θ_3 – угол трения нити о тормозную колодку 2.

Исключая T_3 и T_4 из уравнений (8.33) и (8.34), определим

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_3 e^{-f_4 \theta_3}$$

В таблицах 8.4 -8.6 приведены расчеты деформации ε_4 и натяжения T_4 модернизированной системы торможения при изменении угла трения θ_3 и коэффициента трения нити о рабочие органы механизма. Анализ показывает, что при увеличении угла трения нити о тормозную колодку деформация и натяжение уточины на участке перед модернизированной системой уменьшается. Это уменьшение наиболее выражено с повышением коэффициента трения нити о тормозной орган механизма.

С повышением скорости прокладывания уточной нити деформация и натяжение уточины возрастает.

Таблица 8.4

Деформация и натяжение уточины при скорости прокладчика $V = 20\text{м/сек}$.

№	Значение коэффициента трения нити о тормозную колодку, f	Деформация ε_4 и натяжение T_4 уточины при угле трения θ_3 градусах				
		14	28	42	56	70
1	0,1	2,35	2,30	2,24	2,18	2,13
		18,8	18,4	17,9	17,4	17,0
2	0,2	2,30	2,19	2,08	1,98	1,89
		18,4	17,5	16,6	15,8	15,1
3	0,3	2,24	2,08	1,93	1,80	1,67
		17,9	16,6	15,4	14,4	13,4
4	0,4	2,18	1,98	1,80	1,63	1,48
		17,4	15,8	14,4	13,1	11,8
5	0,5	2,13	1,90	1,67	1,48	1,31
		17,1	15,8	13,4	11,8	10,5
6	0,6	2,08	1,80	1,55	1,34	1,16
		16,8	14,4	12,4	10,7	9,3

где: числитель – значение деформации ε_4 ;

знаменатель – значение натяжения T_4 .

Таблица 8.5

Деформация и натяжение уточины при скорости прокладчика $V = 23\text{м/сек}$.

№	Значение коэффициента трения нити о тормозную колодку, f	Деформация ε_4 и натяжение T_4 уточины при угле трения θ_3 градусах				
		14	28	42	56	70
1	0,1	2,73	2,67	2,60	2,54	2,48
		21,8	21,4	20,8	20,3	19,8
2	0,2	2,67	2,54	2,42	2,30	2,19
		21,4	20,4	19,4	18,4	17,5

3	0,3	2,60	2,42	2,25	2,09	1,94
		20,8	19,4	18,0	16,7	15,5
4	0,4	2,54	2,30	2,09	1,89	1,72
		20,3	18,4	16,7	15,1	13,8
5	0,5	2,48	2,19	1,94	1,72	1,52
		19,8	17,5	15,5	13,8	12,2
6	0,6	2,42	2,09	1,80	1,56	1,35
		19,4	16,7	14,4	12,5	10,8

где: числитель – значение деформации ϵ_4

знаменатель – значение натяжения T_4

Таблица 8.6

Деформация и натяжение уточины при скорости прокладчика $V = 26\text{м/сек}$.

№	Значение коэффициента трения нити о тормозную колодку, f	Деформация ϵ_4 и натяжение T_4 уточины при угле трения θ_3 градусах				
		14	28	42	56	70
1	0,1	3,10	3,03	2,96	2,88	2,81
		24,8	24,2	23,7	23,0	22,5
2	0,2	3,03	2,88	2,75	2,62	2,49
		24,2	23,0	22,0	21,0	19,9
3	0,3	2,96	2,75	2,55	2,37	2,21
		23,7	22,0	20,4	19,0	17,7
4	0,4	2,88	2,62	2,37	2,15	1,95
		23,0	21,0	19,0	17,2	15,6
5	0,5	2,81	2,49	2,20	1,95	1,73
		22,5	19,9	17,6	15,6	13,8
6	0,6	2,75	2,37	2,05	1,77	1,53
		22,0	19,0	16,4	14,2	12,2

где: числитель – значение деформации ϵ_4
знаменатель – значение натяжения T_4

Как уже было указано выше, уточный тормоз имеет ряд конструктивных недостатков. Ударные воздействия лапки уточного тормоза и периодический характер ее перемещения способствует циклическому изменению уточной нити, в результате чего снижается надежность процесса прокладывания уточной нити в зев. Кроме того, механизм торможения составляет сложную процесса прокладывания уточной нити в зев. Кроме того механизм торможения составляет сложную систему. В работах [104,105,106] определено натяжение нити после направляющего устройства, которое зависит от начального натяжения, угла охвата, кинематики нити, коэффициента трение направляющего (глазки), но и от геометрических свойств направляющей кривой от кривизны кривой. Если постепенно увеличивать угол охвата нитью направляющего, то естественно увеличивается натяжение нити, при постоянном начальном натяжении нити.

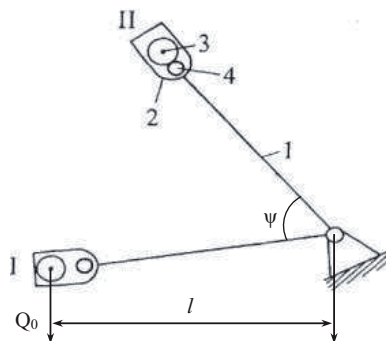


Рис.8.19. Безударный уточный тормоз.

На основе увеличения угла охвата нитью направляющего выбран и разработан безударный уточный тормоз (рис.8.19) где компенсатор 1 несет вилку 2, в полость которой уложен шарик 3.

В период прокладывания утка компенсатор занимает нижнее положение I, шарик отходит от нити 4, натяжение нити минимально. В конце прокладывания утка компенсатор перемещается к положению II, происходит постепенное давление шарика на нить. Максимум давления шарика на нить в крайнем верхнем положении II, следовательно, будет максимальное натяжение нити в этот период.



Рис.8.20.Общий вид безударного уточного тормоза.

В определенные периоды работы ткацкого станка натяжение утка должно быть различным. Натяжение утка должно быть минимальным в начале движения прокладчика и в конце прокладывания должно иметь дополнительное натяжение для торможения уточины, которое предупреждает образования петли в зеве со стороны приемной коробки. В период возврата прокладчика утка необходимо подтянуть уточину компенсатором, при этом уточина имеет максимальное торможение для предупреждения петляния утка и сматывания её с бобины.

Натяжение нитей утка в процессе прокладывания утка можно определить следующим выражением

$$T = T_0 + T_k + T_r \quad (8.35)$$

где: T_0 –предварительное заправочное натяжение утка, создаваемое постоянным тормозным устройством;

T_k – натяжение утка, зависящее от жесткости уточной нити, коэффициента и угла трения в глазке компенсатора;

T_T – дополнительное натяжение уточины, создаваемое телом качения (грузом) и положением компенсатора.

Предварительное заправочное натяжение определяется

$$T_0 = Nf_1 + Nf_2 = N(f_1 + f_2) = 2Nf \quad (8.36)$$

где: N – нормальное давление на нить в тормозном устройстве;

f_1 , f_2 – коэффициенты трения соответственно нити о верхнюю и нижнюю пластину.

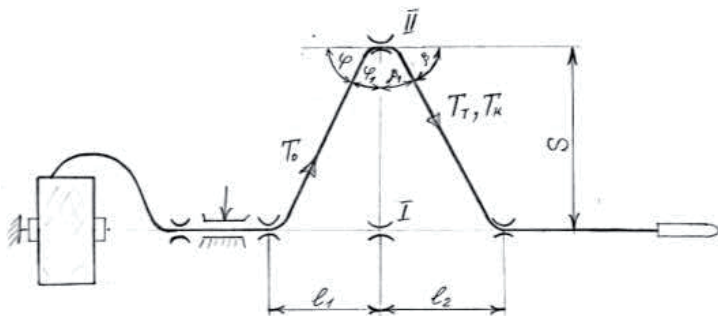


Рис. 8.21. Схема движения утка на станке СТБ.

Согласно Л. Эйлеру [107] соотношение между набегающей ветви T_0 и сбегающей ветви T_k имеет следующее выражение и зависит от угла трения (α) и коэффициента трения (f) нити о глазок компенсатора (рис.8.21).

$$T_k = T_0 \cdot \exp(f \cdot \alpha) \quad (8.37)$$

Из рис.8.21 следует, то, что угол α может быть определен

$$\alpha = \varphi + \beta$$

откуда

$$\varphi = (90^\circ - \varphi_1)$$

$$\beta = (90^\circ - \beta_1)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{l_1}{S}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{l_2}{S}$$

Учитывая то что l_1 и l_2 величины постоянные и могут быть определены практически на ткацком станке $l_1 = l_2 = 75$ мм, а величина S перемещения компенсатора имеет размах от 0 до 200 мм то можно определить значения углов φ , φ_1 , β , β_1 и угла трения α уточины о глазок компенсатора.

В таблице 8.7 приведены результаты расчета углов φ , φ_1 , β , β_1 и угла трения нити в глазке в зависимости от положения компенсатора утка.

Таблица 8.7

Результаты расчета углов в зависимости от положения компенсатора

№	Углы в град	Величина перемещения компенсатора, S, мм										
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
1	φ_1	90	75	62	51	43	37	32	28	25	23	21
2	φ	0	15	28	39	47	53	58	62	65	67	69
3	β_1	90	75	62	51	43	37	32	28	25	23	21
4	β	0	15	28	39	47	53	58	62	65	67	69
5	α	0	30	56	78	94	106	116	124	130	134	138

Из таблицы 8.7 следует то, что максимальный угол трения α нити о глазок при крайнем верхнем положении компенсатора утка.

Формула Эйлера (8.37) дает одинаковое натяжения нити T_k для заданного угла обхвата α и натяжения набегающей ветки T_0 независимо от формы направляющего глазка на котором расположена уточина. Например, для круглых цилиндров с различными диаметрами и при одинаковых углах обхвата, натяжение нити одинаково. Несомненно, то, что натяжение нити не может быть одинаковым для различных форм направляющей цилиндра, по

которой располагается уточина. Для одних форм цилиндров оно может больше, а для других меньше.

Рассмотрим вариант, когда направляющие цилиндры имеют форму окружности [107].

Для нити длиной l скользящей по окружности, при дуге охвата равной $(r \cdot \alpha)$ и зависящей от жесткости уточины натяжение нити (T_k) имеет вид

$$T_k = \frac{2K_n \cdot r \cdot f}{1 + f^2} \left(e^{f\alpha} + \frac{1 - f^2}{2f} \cdot \sin \alpha - \cos \alpha \right) \quad (8.38)$$

где: K_n – жесткость уточной нити, зависящая от рода волокна и линейной плотности пряжи, сн/мм;

f – коэффициент трения нити о направляющий глазок компенсатора;

α – угол трения нити о направляющий глазок компенсатора;

r – радиус трения нити о направляющий глазок компенсатора.

По формуле 8.38 проведен расчет натяжения уточины T_k в зависимости от положения компенсатора при различных значениях радиуса трения, коэффициента трения и жесткости уточных нитей (приложение 1), которые представлены на рис. 8.22 - 8.25. Из графиков следует то что во всех вариантах при увеличении параметров r, f, K_n натяжения уточины возрастает, при этом наибольшее влияние оказывают коэффициент трения и жесткость нити.

Натяжения нити T_T , создаваемое телом качения компенсатора согласно рис.8.21 определяется

$$T_T = Q \cdot (f_1 + f_2) \quad \text{или} \quad T_T = 2 \cdot Q \cdot f \quad (8.39)$$

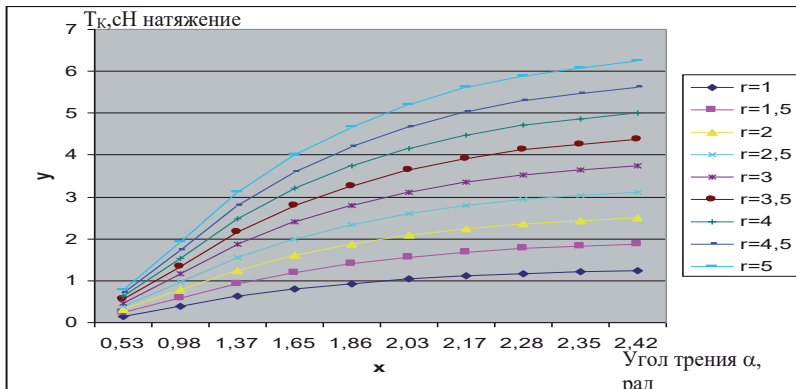
где: Q – нормальное давление на уточину тел качения.

В данном уравнения нормальное давление имеет переменное значение и зависит от положения компенсатора, т.е. угла качания ψ (рис.8.19)

$$Q = Q_0 \cdot \sin \psi = Q_0 \cdot \frac{S}{l} \quad (8.40)$$

$$\sin \psi = \frac{S}{l}$$

Подставим (8.40) в (8.39) получим



$$T_T = 2Q_o \cdot \frac{S}{l} \quad (8.41)$$

Величина перемещения компенсатора известна $S=0 \dots 200$ мм

Длина компенсатора $l = 203$ мм

Рис.8.22. График изменения натяжения уточины в зависимости от угла трения при различных радиусах трения.

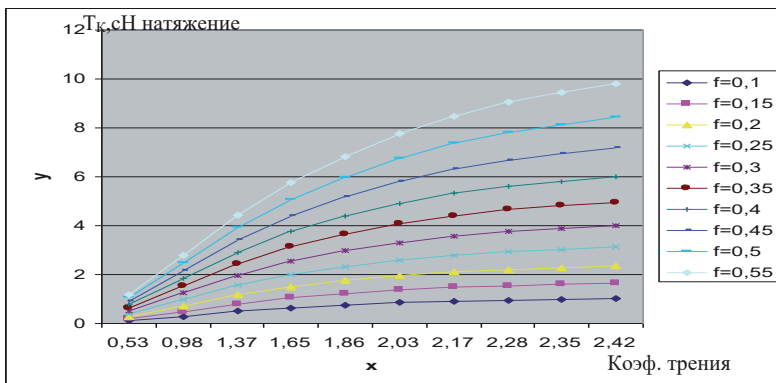


Рис.8.23. График изменения натяжения уточины в зависимости от угла трения при различных коэффициент трения.

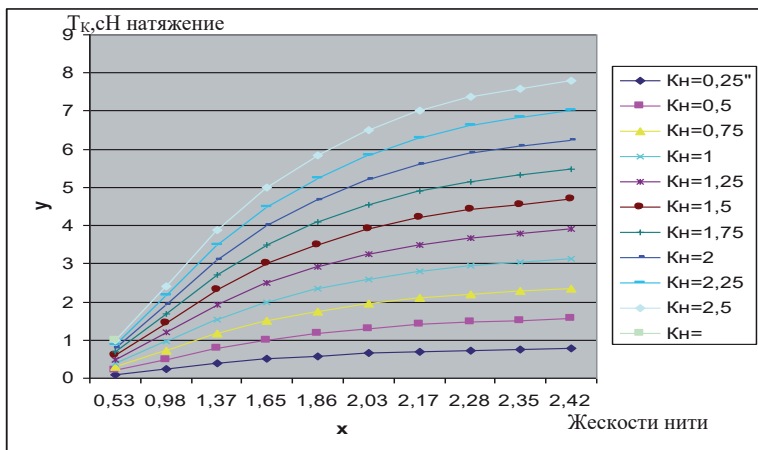


Рис.8.24. График изменения натяжения уточины в зависимости от угла трения при различных жесткости нити.

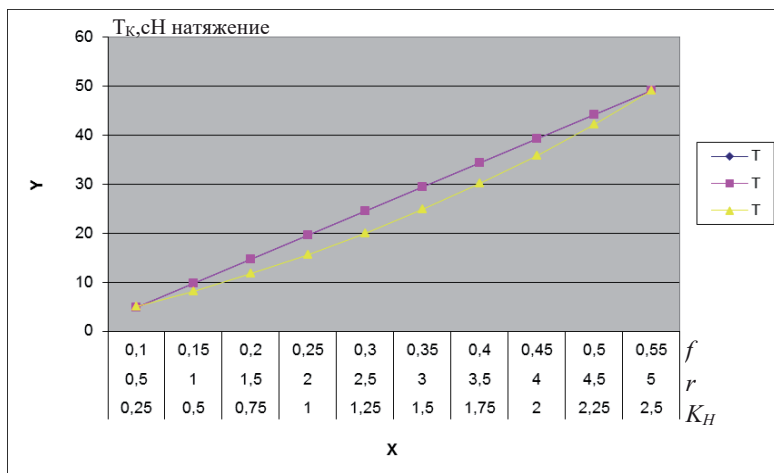


Рис.8.25. График изменения натяжения уточины в зависимости от угла трения при различных радиусах трения, коэффициент трения, жесткости нити.

В таблице 8.8 приведены расчеты угла качания компенсатора (ψ) и нормального давления груза на нить (Q).

Таблица 8.8

Результаты расчета угла качания компенсатора и переменного давления груза на нить

№	Наименование	Перемещение компенсатора, мм, S										
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	
1	Угол качания компенсатора ψ град	5	11	17	23	29	36	43	52	62	80	
2	$\arcsin \psi$	0,098	0,197	0,296	0,394	0,493	0,591	0,69	0,788	0,887	0,985	
3	Вес груза гр.	5	0,49	0,99	1,48	1,97	2,46	2,96	3,45	3,94	4,44	4,93
4		10	0,98	1,97	2,96	3,94	4,93	5,91	6,90	7,88	8,87	9,85
5		15	1,47	2,96	4,44	5,91	7,40	8,87	10,35	11,82	13,31	14,78
6		20	1,96	3,94	5,92	7,88	9,86	11,82	13,80	15,76	17,74	19,7

Подставим (8.41), (8.38) и (8.36) в (8.35) получим общее натяжение нитей утка в процессе его прокладывания.

$$T = 2Nf + \frac{2K_n \cdot r \cdot f}{1 + f^2} \left(e^{f\alpha} + \frac{1 - f^2}{2f} \cdot \sin \alpha - \cos \alpha \right) + 2Q_o \cdot f \frac{S}{l} \quad (8.42)$$

Как видно формула (8.42) учитывает жесткость уточины (вид и линейную плотность нити), коэффициент трения, радиус трения, положение компенсатора и давление груза на нить в компенсаторе.

В таблице 8.9 приведены результаты расчета натяжения заправочного (T_o), натяжения от жесткости уточины (T_k) на глазке компенсатора, натяжения создаваемое грузом (T_T) в компенсаторе, при следующих

значениях параметров $f=0,25$; $N=10$ см; $Q_0=10$ см, $K_n = 1 \frac{см}{мм}$; значения α приняты с таблицы 8.7.

Таблица 8.9

Результаты расчета натяжения уточины в зависимости от положения компенсатора

№	Натяжение нитей утка, см.	Перемещение компенсатора, мм, S									
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
1	Заправочное натяжение уточины, см., T_0 .	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	Натяжение уточины от жесткости нити в компенсатора см., T_k .	1,4	2,7	3,3	4,0	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5
3	Натяжение уточины в компенсаторе от груза, см., T_t .	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	4,9
4	Общее натяжение уточины, см., T.	6,9	8,7	9,8	11,0	11,8	12,4	13,0	13,5	14,0	14,4

Анализ таблицы показывает то, что общее натяжение (T) уточины возрастает по мере перемещения компенсатора вверх.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целесообразно при выработке шелковых тканей станки СТБ оснащать основными тормозами (тормозными регуляторами), потому что они обеспечивают равномерное натяжение нитей основы как за цикл формирования ткани, так и за цикл зевобразования. Преимуществом основных тормозов является высокая точность подачи основы, то есть

механизм очень чувствителен к таким факторам, как неоднородность уточной нити, различная степень деформируемости нитей основы при заработке их в ткань. Предложен стенд, моделирующий работу фрикционной муфты тормозного регулятора, и методика определения количественных и качественных характеристик фрикционных материалов для узлов трения тормозного регулятора ткацких станков. Получены экспериментальные зависимости коэффициента трения в покое и коэффициента трения в движении от скорости скольжения и удельного давления во фрикционной муфте тормозного регулятора.

Разработана методика сравнительных исследований механизмов отпуска и натяжения нитей основы с применением способов оценки вращения навоя при помощи тахогенератора.

Установлено то, что с увеличением удельного давления во фрикционной паре (феррадо-феррадо) коэффициент трения в покое и коэффициент трения в движении возрастают.

Коэффициент трения в движении с увеличением относительной скорости скольжения падает. Коэффициент трения в покое больше коэффициента трения в движении, причем разница с повышением относительной скорости скольжения увеличивается. Разработан и использован высокочувствительный прибор для определения величины и направления перемещения опушки ткани. Во фрикционной муфте тормозного регулятора при переходе от трения статического (коэффициент трения в покое) к трению кинематическому (коэффициент трения в движении) возникают релаксационные колебания, приводящие к скачкообразному движению ткацкого навоя. Получены условия и даны рекомендации, при которых устраняются эти скачкообразные движения ткацкого навоя. Для стабилизации момента сопротивления на навое необходимо использование тормозного регулятора с подвижным ведущим диском, в котором во фрикционной муфте имеет место только стабильный коэффициент трения в движении. Кроме того в основных регуляторах за каждый цикл работы станка навои испытывает

большие крутильные колебания затухающего характера. Чем больше жесткость упругой системы заправки, тем амплитуда колебаний меньше. Проведена оценка чувствительности фрикционного основного регулятора и дискового основного тормоза к неровноте прокладывания уточной нити путем сравнения математико-статистических показателей неровноты утка и натяжения нитей основы в момент прибоа. Разработанная конструкция дискового основного тормоза более чувствительна к изменению толщины прокладываемой уточной нити, чем фрикционный основной регулятор. По ширине заправки станка натяжение основы неравномерно, часть нитей находится в средне натянутом состоянии, а часть в сильно и слабо натянутом состоянии. На ткацком станке неравномерность натяжения нитей по ширине заправки в значительной мере зависит от величины заправочного натяжения. С увеличением заправочного натяжения неравномерность натяжения основных нитей по ширине заправки уменьшается. Неравномерность нитей основы обуславливается процессом приготовления ткацкого навоя. Получены закономерности изменений натяжения нитей основы по ширине заправки для различных способов прокладывания утка. Подобраны оптимальные параметры упругого материала для установки на скало. Получено уравнение перемещения опушки ткани, учитывающее заправочное натяжение, размеры зева и упругой системы заправки и коэффициента жесткости основы и ткани. Определено перемещение опушки ткани для различных типов станков в зависимости от высоты зева и заправочного натяжения нитей основы. Целесообразно оснащать ткацкие станки системой разгрузки и нагрузки упругой системы заправки посредством специальных устройств. В результате аналитических исследований установлено, что при увеличении скорости прокладывания деформация и натяжение уточной нити увеличиваются в среднем на 30%. При увеличении коэффициента трения нити о поверхность механизмов прокладывания натяжение деформация уменьшаются на 19%. Оптимальной скоростью прокладывания уточной нити является 22-24 м/с. Исследования показали, что основной причиной

частых обрывов уточной нити является ударное воздействие тормозной лапки о уточную нить. Натяжение и деформация нитей утка по зонам на участке прокладчик - бобина снижается при коэффициентах трения нити о направляющие равно 0,1 на 45%, а при равном 0,2 на 70%. С увеличением коэффициента трения нити о направляющие происходит уменьшение натяжения и деформации уточины в 1,6 раза. Предложена модернизированная система торможения уточной нити для станков СТБ. В модернизированных системах механизма уточной нити на осциллограмме изменение натяжения имеет равномерный (безударный) характер. Получены аналитические зависимости деформации и натяжения уточины при модернизированной системе механизма. С повышением угла трения и коэффициента трения деформация и натяжение уточины уменьшаются на участке перед модернизированной системой механизма. Это уменьшение наиболее выражено при максимальных значениях коэффициента трения нити об орган торможения. Повышение скорости прокладывания уточной нити приводит к увеличению деформации и натяжения уточины.

CONCLUSION

It is advisable to equip the STB looms with the main brakes (brake regulators) when producing silk fabrics, because they ensure a uniform tension of the warp threads both for the cycle of fabric formation and for the cycle of shedding. The

advantage of the main brakes is the high accuracy of the let-off motion, that is, the mechanism is very sensitive to such factors as the inhomogeneity of the weft thread, the varying degree of deformability of the warp yarns when they are made into fabric. A booth modeling the operation of the friction clutch of the brake regulator and a technique for determining the quantitative and qualitative characteristics of friction materials for friction units of the brake controller of looms are proposed. Experimental dependences of the friction coefficient at rest and friction coefficient in motion on the sliding speed and specific pressure in the friction clutch of the brake regulator are obtained. A technique for comparative studies of the release and tension mechanisms of warp yarns has been developed using methods for estimating the rotation of a beam using a tachogenerator. It is established that with increasing specific pressure in the friction pair (ferrado-ferrado), the coefficient of friction at rest and the coefficient of friction in motion increase. The coefficient of friction in motion decreases with increasing relative slip velocity. The coefficient of friction at rest is greater than the coefficient of friction in motion, and the difference with increasing relative slip velocity increases. The coefficient of friction at rest is greater than the coefficient of friction in motion, and the difference with increasing relative sliding speed increases. A highly sensitive instrument was developed and used to determine the magnitude and direction of movement of the edge of the tissue. In the friction clutch of the brake regulator, when the friction of static (friction coefficient at rest) to kinematic friction (friction coefficient in motion) occurs, relaxation oscillations arise, leading to a jerky motion of the weaving beam. The conditions are obtained and recommendations are given, in which these spasmodic movements of the weaving will be eliminated. In order to stabilize the moment of resistance, it is necessary to use a brake regulator with a movable drive disc in which only a stable coefficient of friction in motion exists in the friction clutch. In addition, in the let-off mechanism for each cycle of work of the machine, the new one experiences large torsional oscillations of a decaying nature. Than rigidity of elastic system of priming is more, the vibration amplitude is less than subjects. The sensitivity of the

friction regulator and the disk main brake to the unevenness of filling the weft thread was estimated by comparing the mathematical and statistical indices of the weft unevenness and the tension of the warp threads at the moment of the beating. The developed design of the disc brake is more sensitive to changing the thickness of the filling weft yarn than the friction let-off motion. On the width of the filling of the machine, the tension of the warp is uneven, part of the yarns are in the medium-stretched state, and the part in the strongly and slightly stretched state. On the loom, the uneven stretching of the yarns along the width of the filling depends to a large extent on the magnitude of the filling tension. With increasing filling tension, the unevenness of the tension of the main threads along the width of the filling decreases. The unevenness of the warp threads is caused by the process of preparation of the weaving beam. Regularities of changes in the tension of the warp threads along the width of the filling for different ways of laying a weft are obtained. Optimal parameters of elastic material for installation on a rock are selected. The equation for the movement of the edge of the tissue is obtained, taking into account the filling tension, the size of the throat and the elastic filling system and the stiffness coefficient of the base and fabric. The movement of the edge of the fabric for various types of machines is determined, depending on the height of the throat and the filling tension of the warp threads. It is advisable to equip weaving machines with a system of unloading and loading an elastic filling system by means of special devices. As a result of analytical studies, it is established that as the filling speed increases, the deformation and tension of the weft yarn increase by an average of 30%. With an increase in the friction coefficient of the yarn about the surface of the mechanisms of filling the tension, the deformation is reduced by 19%. The optimal speed of filling the weft yarn is 22-24 m / s. Studies have shown that the main cause of frequent breakage of the weft yarn is the impact of the brake device on the weft yarn. The tension and deformation of the weft yarns along the zones in projectile bobbin decreases with friction coefficients of the yarn about the guides equal to 0,1 by 45%, and at equal to 0.2 by 70%. With an increase in the coefficient of friction of the yarn about the

guides, the tension and deformation of the weft yarn decrease by a factor of 1.6. A modernized system for braking the weft yarn for STB loom is proposed. In modernized systems of the weft thread mechanism on the oscillogram, the tension change has a uniform (unstressed) character. Analytic dependences of deformation and tension of the weft under the modernized system of the mechanism are obtained. As the friction angle and the coefficient of friction increase, the deformation and tension of the weft decrease in the area before the upgraded system of the mechanism. This decrease is most pronounced at the maximum values of the friction coefficient of the yarn about the braking element. An increase in the speed of filling the weft thread leads to an increase in the deformation and tension of the weft.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на расширенном заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2015 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2016 год «Наша главная цель – несмотря на трудности, решительно идти вперед, последовательно продолжая осуществляемые реформы, структурные преобразования в экономике, создавая еще более широкие возможности для развития частной собственности, предпринимательства и малого бизнеса»././ «Народное слово», 2016 год, №11, 16 января.
2. Постановление Президента Республики Узбекистан “О Программе мер по дальнейшему развитию текстильной и швейно-трикотажной промышленности на 2017 — 2019 годы” Президента Республики Узбекистан от 21 декабря 2016 года № ПП-2687
3. Гордеев В. А. Исследование механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков: Дисс... докт, техн. наук.- М., 1953,-320 с.
4. Гордеев В.А. Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков.- М.: Легкая индустрия, 1965.-227с.
5. Воронина Е.А. О регулировании натяжения основы в цикле работы ткацкого станка.- Науч.тр., ВНИИЛтекмаш, 1957, № 2. Исследование машин ткацкого производства, с.171-180.
6. PfohlWalter.
DerbeweglichestreichbaumalsAusgleichsfaktorvonSpannungsdifferenzen.Milla
ndTextilberichte, 1953, №9.
7. Колесников П.А. Натяжение основных нитей в процессе ткачества и его влияние на физико-механические свойства и обрывность нитей основы: Дисс...канд. техн. наук.- М., 1949,-418с.
8. BrokelGerhard. Die Verandenung der Kettpadenspannungbei
BaumWollwebstuhlen min demKettverlauf und der Schaftsahl.TextilPraxic,
1961,№6.

- 9.Ерохин Ю.Ф. Исследование и совершенствование процесса ткачества в хлопчатобумажном производстве: Дисс...докт. техн. наук.- М., 1980.- 242 с.
- 10.Охунбобоев О.А., Эргашов М. Теория расчета натяжения нитей основы в шелкоткацких станках. Фан ва технология. Ташкент. 2010. 224 с.
- 11.Охунбобоев О.А. Состояние вопроса и совершенствование механизмов бесчелночного ткацкого станка для выработки ткани натурального шелка. Фан ва технология. Ташкент. 2016. 128 с.
- 12.Букаев П. Т. Оптимизация процесса ткачества на бесчелночных станках. М. Легпромбытиздат, 1990. 176 с.
13. Дрохлянский И.М. Теоретическое и экспериментальное исследование упругой системы заправки станка СТБ при выработке многослойных шерстяных тканей: Дисс... канд. техн. наук.- М., 1970.- 252с.
- 14.Власов П.В. Нормализация процесса ткачества. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.-296с.
- 15.Хамраева С.А. Повышение износостойкости тканей оптимизацией параметров их формирования. Дисс....докт. техн. наук.- Ташкент, ТИТЛП, 2010.
- 16.Федотов Н.Г. Исследование основного регулятора ткацких станков АТПР и СТБ: Автореф. дисс... канд. техн. наук.- М., 1974.- 30с.
- 17.Ерохин Ю.Ф. Подвижная система скала пневморепирного ткацкого станка.- Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 1971, № 4, с.93-95.
- 18.Оптимальные параметры установки механизмов отпуска и натяжения утка и основы на станках СТБ-2-330 ШЛ / А.И.Макаров и др.- М.:ЦНИИТЭИлегпром, 1973.- 48 с.
- 19.А.с.№ 589306 (СССР). Механизм выравнивания натяжения основы на ткацком станке/Авт. изобрет. В.С.Ермоленко.- Оpubл. в Б.И. №3 1978.
- 20.Патент № 465012 (СССР). Скало к ткацкому станку /Авт. изобрет. Эрвин Пфарвалнер.- Оpubл. в Б.И., 1975, №11.
- 21.А.с. № 709730 (СССР). Основной регулятор ткацкого станка/ Авт.

- изобрет. Р.В. Быкадоров. Оpubл. в Б.И., 1980, № 2.
- 22.А.с. № 670643 (СССР). Основной регулятор ткацкого станка/ Авт. изобрет. Н.Т.Шутов.- Оpubл. в Б.И., 1979, № 29.
- 23.А.с. № 929756 (СССР). Основной регулятор ткацкого станка/ Авт. изобрет. И.И. Балакирев, Ю.Ф.Ерохин.- Оpubл. в Б.И., 1982, № 19.
- 24.А.с. № 603719 (СССР). Механизм отпуска и натяжения основных нитей на ткацком станке./Авт. изобрет. И.В.Томилова.- Оpubл. в Б.И., 1978, № 15.
- 25.А.с. № 218068 (СССР). Основной регулятор к ткацкому станку./Авт. изобрет. Т.Ф.Сперанская, Е.Н.Родин.- Оpubл. в Б.И., 1977, № 35.
- 26.А.с. № 465060 (СССР). Основной регулятор к ткацкому станку./ Авт. изобрет. Н.Г.Федотов, А.В.Дицкий.- Оpubл. в Б.И., 1975, № 1.
- 27.А.с. № 511391 (СССР). Основной регулятор ткацкого станка./ Авт. изобрет. В.П.Петухов, Р.Д.Ефремов, Р.И.Харченко.- Оpubл. в Б.И., 1976. № 15.
28. А.с. № 912788 (СССР). Основной регулятор ткацкого станка./ Авт. изобрет. В.С. Башметов Ю.В. Медведев, В.Я.Богданов.- Оpubл.в Б.И., 1982, № 10.
- 29.Ефремов Е.Д., Абрамов В.А., Кедров Б.И. О совместном движении подвижной системы скала и навоя.- Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 1972, № 5, с.60-63.
30. Абрамов В.А. Исследование работы основного тормоза пневматического ткацкого станка П-105: Автореф. дисс... канд. техн. наук.- Иваново, 1971, 23с.
- 31.Платонова С.Ф. Динамические исследования механизма отпуска и натяжения основы на пневматическом ткацком станке П-105: Автореф. дисс... канд. техн. наук.- Л., 1971.-22с.
- 32.Автоматическое питание ткацких машин основой и утком /В.А. Орнатская, М.А.Гендельман, А.А.Туваева, В.В.Петров; Под ред. В.Н. Аносова и В.А.Орнатской.- М.: Легкая индустрия, 1975.-190с.

33. Михелашвили Д.И. Пути оптимизации натяжения основы на ткацком станке с основным тормозом трения: Автореф. дисс... канд. техн. наук.- Л., 1981.- 27 с.
34. Акц. заявка Л 1290992 (Великобритания). Тормоза навоя ткацкого станка.- Оpubл. в Б.И. за рубежом, 1972, № 19.
35. Акц. заявка № I29I52I (Великобритания). Тормоз ткацкого навоя.- Оpubл. в Б.И. за рубежом, 1972, № 19.
36. Патент № 3749136 (США). Устройство контроля натяжения основы. Оpubл. в Б.И. за рубежом, 1973, № 14.
37. А.с. № 390215 (СССР). Дифференциальный тормоз основы к ткацкому станку/Авт. изобрет. М.А. Гендельман, В.Н. Стученков, Л.Н. Харланичева.- Оpubл. в Б.И., 1973, № 30.
38. А.с. № 577264 (СССР). Основной дифференциальный тормоз ткацкого станка./Авт. изобрет. А.А. Буланцев, Н.И. Колобонов, Э.А. Оников.- Оpubл. в Б.И., 1977, № 39.
39. А.с. № 573516 (СССР). Основной тормоз ткацкого станка/ Авт. изобрет. Д.И. Михелашвили.- Оpubл. в Б.И., 1977, № 35.
40. А.с. № 681128. Тормоз навоя ткацкого станка./Авт. изобрет. А.М. Хусанбаев, Э.Ш. Алимбаев, Ю.Ф. Ерохин.- Оpubл. в Б.И., 1979, 31.
41. А.с. № 734320 (СССР). Тормоз навоя ткацкого станка./Авт. изобрет. Ю.Ф. Ерохин, Е.Д. Ефремов, В.В. Чижов,- Оpubл. в Б.И., 1980, № 18.
42. Greenwood by K, Cowhing W.T. The position of the cloth felle in power looms part I-stable Weaving conditions, part II-Disturbed weaving conditions, part III-Experimental. Journal of the Textile Institute, Fransaetions, 1956, №5.
43. БалодЯ.Я., МилашюсВ.М.
Исследование явления релаксации и анстрингации на пневматическом станке.- В кн.: Материалы Литовской республиканской XXII научно-технической конференции. Каунас, 1972.
44. Петух Н.А. Исследование причин появления пусковых полос в ткани, вырабатываемой на станках АТПР. Науч. тр. ЦНИИХБИ, 1977,

- №1. Вопросы новой технологии в хлопчатобумажной промышленности, с. 119-122.
- 45.Букаев П.Т. Кинематика прибора уточной нити и ее влияние на процесс ткачества на бесчелночных ткацких станках.- Науч.тр./ ЦНИИХБИ, 1977, № 1. Вопросы норий технологии в хлопчатобумажной промышленности сти, с.113-118.
- 46.Чжао Цзянь. К вопросу о перемещении опушки ткани при останове ткацкого станка. - Изв.вузов. Технология текстильной промышленности, 1961, № 1, с.71-79.
- 47.Бурнашев Р.З. Исследование процесса прибора на ткацких станках: Дисс... канд. техн. наук. - М., 1969. – 196 с.
- 48.Кузовкин К.С. и др. Опыт работы на станках СТБ., М. Л.И. 1968 г.
- 49.Оганесян Д.Н. Исследование натяжения уточной нити на станках с микропрокладчиками. Т.П. 1965 г. №8.
- 50.Топилин А.П. и др. Автоматические бесчелночные ткацкие станки СТБ 2-250., М., Л.П., 1969 г.
- 51.Шамштейн А.И. Исследование процесса сматывания текстильных нитей с поверхности конических патронов из различных материалов. Автореферат диссертации., Кострома., 1973 г.
- 52.Ефремов Е.Д. О неравномерности движения нити при перематке на мотальных машинах. Автореферат диссертации., Иваново, 1963 г.
- 53.Ефремов Е.Д. О влиянии направляющих устройств на натяжение движущейся нити., Т.Т.П., 1960 г., №1.
- 54.Блинов И.П. Усовершенствованный уточный тормоз станка СТБ. Т.П., 1982 г., №11.
- 55.Столяров А.Н., Абрамов В.А. Модернизированный уточный тормоз станка СТБ. Р.С. Ткачество, 1983 г., № 44.
- 56.Петухов В.А. Модернизация бесчелночных ткацких станков. Киев., Техника, 1987г.
- 57.Biconcini G. Rend. R. Accod. d. lincei, 6a, 1925.

58. Lorenz H. Technische Mech. Starrer Gebilde, 1924.
59. Минаков А.И. Основы механики нити. МТИ. М. 1941.
60. Уразбаев М.Т. Основы механики весомой деформируемой гибкой нити. Ташкент, 1951 г.
61. Алешин П.А., Полетаев В.Н., Лабораторный практикум по ткачеству. М., Л.И., 1979г. 301 с.
62. Вакс Е.А. Измерения натяжения нитей. М., Легкая индустрия, 1965. 231 с.
63. Рахимходжаев С.С., Кадырова Д.Н. Новые методы измерения параметров процесса ткачества. Проблемы текстиля. № 3, 2002.
64. Гринвуд К. и др. О причинах образования недосек и забоин и мерах борьбы с ними. Текстильная промышленность за рубежом. Экспресс-информация. М., 1960. Вып. 6.
65. Мурадова Д.Р. Рахимходжаев С.С. Исследования перемещений опушки ткани на ткацких станках. Сборник магистров. ТИТЛП. Ташкент, 2016.
66. Рахимходжаев С.С. Совершенствование регулирования натяжения нитей основы на бесчелночных ткацких станках при выработке шелковых тканей. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. ИвТИ, Иваново, 1984.
67. Орнатская В.А. и др. Автоматическое питание ткацких машин основой и утком. М.Л.И., 1975г., 190с.
68. Крагельский И.В., Щедров В.Г. Развитие науки о трении. - М.: Академия наук СССР, 1956. – 235 с.
69. Крагельский И.В., Виноградова И.Э. Коэффициенты трения. - М.: Машгиз, 1955, - 188 с.
70. Алимова Х.А. Безотходная технология переработки шелка. Ташкент. Фан, 1994г. 310 с.
71. Рахмонов О. Т. Оптимизация параметров строения и выработки хлопкошелковых тканей. Маг. диссертация. Ташкент, 2008.
72. Кадырова Д.Н. Исследование и стабилизация натяжения нитей основы на бесчелночных ткацких станках. Диссертация, Ташкент, 2001 г.

73. Рахимходжаев С.С. и др. Теория образования ткани. Ташкент, 2007 г.
74. Крагельский И.В. Влияние продолжительности неподвижного контакта на величину силы трения. - Ж.Т.Ф., т. XIУ, вып.4-5, 1944, с. 272-275.
75. Ишлинский А.Ю., Крагельский И.В. О скачках при трении. - Ж.Т.Ф.» т. XIУ, вып.4-5, 1944, с. 276-282.
76. Кайдановский Н.И., Хайкин С.Э. Механические релаксационные колебания. - Ж.Т.Ф., т. 3, вып. X, 1933.
77. Крагельский И.В., Виноградова И.Э. Коэффициенты трения. - М.: Машгиз, 1955,-188с.
78. Левина С.Д., Вульфсон И.И., Регельман Х.З. Определение коэффициента жесткости одиночной нити методом свободных колебаний при ее горизонтальном подвесе. - Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 1972, № 5, с.24-28.
79. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. - М.: Легкая индустрия, 1980. -392 с.
80. Скороходов Е.А. Общетехнический справочник. М. 1990. 496 с.
81. Кравчук А.С. и др. Механика полимерных и композиционных материалов. М., Наука, 1985 г.
82. Ли Е. Исследование натяжения нитей основы за цикл формирования ткани. Маг.диссертация. Ташкент, 2003.
83. Расулов Х.Ю., Рахимходжаев С.С., Кадырова Д.Н. Отпуск и натяжение нитей основы на станках СТБ. Проблемы текстиля. № 2, 2008.
84. Орнатская В.А. и др. Проектирование и модернизация ткацких машин. М., Л.И., 1986 г.
85. Рахимходжаев С.С. и др. «Устройство для регулирования натяжения нитей основы на ткацком станке» Авторское свидетельство № 5014094. Б.И., №40, 1997 г.

- 86.Рахимходжаев С.С., Эргашов М., Кадырова Д.Н. Устройство для регулирования натяжения основных нитей на ткацком станке. Патент №2016933. 1994.
- 87.Кадырова Д.Н. Исследование и стабилизация натяжения нитей основы на бесчелночных ткацких станках. Дисс. канд. техн. наук.Ташкент, 2001 г.
- 88.Боймуратов Б.Х. Совершенствование процесса отпуска и натяжения нитей основы на ткацком станке. Дисс. канд. техн. наук., Ташкент. ТИТЛП, 1998.
- 89.Аскадский А.А. Деформация полимеров. М., Химия, 1973.
- 90.Александров А.П., Лазуркин Ю.С. Изучение полимеров. Ж.Т.Ф., т. IX, вып. 14, 1941.
- 91.Каргин В.Л., Слонимский Г.П. Краткие очерки по физикохимии полимеров,- М.: Химия, 1967, 231 с.
- 92.Мартынова А.А. и др. Строение и проектирование тканей. М., РИО МГТОО., 1999 г.
- 93.Ильющин А.А. Механика сплошной среды. М., МГУ, 1971, 247 с.
94. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация. М., Высшая школа, 1976, 277с.
- 95.Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л. Химия, 1990.
- 96.Мурадова Д.Р., Умарова Ш. Р., Рахимходжаев С. С. Аналитические исследования перемещений опушки ткани на ткацких станках. Научно-практическая конференция ТИТЛП. Ташкент, 2016, с. 101-104.
- 97.Мурадова Д.Р., Собирова Г. Н., Рахимходжаев С. С. Влияние способа прокладывания уточной нити на пусковые полосы в ткани. Научно-практическая конференция ТИТЛП. Ташкент, 2016, с. 99-101.
98. Мурадова Д.Р., Расулов Х. Ю., Рахимходжаев С. С. Технологические исследования ткацкого станка JAT 810. Научно-практическая конференция ТИТЛП. Ташкент, 2016, с. 73.
- 99.Топилин А.П. и др. Автоматические бесчелночные ткацкие станки СТБ2-250., М., Л.П., 1969г.
100. Богза А.Д. и др. Исследование надежности процесса прокладывания утка на станках СТБ., М. Л.И., 1978 г.

101. Алимова Х.А. и др. Волны Рахматуллина в нитях и стержнях. Ташкент, Фан, 2001г.
- 102.Эргашев М. Свойства и взаимодействие волн в нити. Ташкент, Фан, 2001 г.
- 103.Эргашев М. Волновые задачи соударения нити с твердыми телами. Ташкент, Фан, 2001 г.
- 104.Расулов Х. Ю. Оптимизация натяжения нитей основы и утка на станках СТБ. Маг.диссертация. Ташкент, 2007.
- 105.Узаков У.Т., Расулов Х.Ю., РахимходжаевС.С.Натяжение нитей утка на прожекторных станках.
106. Рахимходжаев С.С. и др. «Устройство для натяжения уточных нитей на ткацком станке» Авторское свидетельство № 1687665 Б.И., №40, 1991 г.
- 107.Рахимходжаев С.С., Расулов Х.Ю.Аналитические исследования натяжения уточины на прожекторных станках.
- 108.Расулов Х.Ю., РахимходжаевС.С.Исследования натяжения уточины на безударном уточном тормозе.
109. Рахимходжаев С.С., Кадырова Д.Н. Реологические свойства нитей в упругой системе заправки станка. Проблемы текстиля. № 4, 2013.
- 110.Рахимходжаев С.С., Кадырова Д.Н., Расулов Х.Ю. Влияние параметров среды на перемещения опушки ткани в упругой системе заправки станка. Проблемы текстиля. № 2, 2014.
- 111.Рахимходжаев С.С., Кадырова Д.Н. Исследования торможения и подачи уточины на ткацком станке. Проблемы текстиля. № 4, 2002.
- 112.Гецонок Б.И. Статистический контроль процесса ткачества. М., 1983.
- 113.Быкадоров Р.В. Регулирование качества тканей на ткацких станках. М., Л.И., 1984г.

**More
Books!** 



yes
I want morebooks!

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн - в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов!
Мы используем экологически безопасную технологию "Печать-на-Заказ".

Покупайте Ваши книги на
www.morebooks.de

Buy your books fast and straightforward online - at one of the world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.morebooks.de

OmniScriptum Marketing DEU GmbH
Bahnhofstr. 28
D - 66111 Saarbrücken
Telefax: +49 681 93 81 567-9

info@omniscrptum.com
www.omniscrptum.com

OMNIScriptum 