

**О.Ю. КАДНИКОВА**

*МОНОГРАФИЯ*

**МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ШВЕЙНО –  
ТРИКОТАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Рудный  
2017

УДК 687.1 (075.8)  
ББК 37.24 Я73  
БВ

### Рецензенты:

Джакпарова Р.С., кандидат технических наук, доцент, Казахский университет технологии и бизнеса.

Нурмухамбетова Б.Т. – кандидат технических наук, Казахский университет технологии и бизнеса.

БВ Кадникова О.Ю. Методы и устройства переработки отходов швейно – трикотажной промышленности: Монография / О.Ю. Кадникова. – Рудный: РИИ, 2017 – 185 с.

ISBN 978-601-7554-78-1

В монографии рассмотрены вопросы, связанные с разработкой экологически целесообразных методов и устройств для переработки отходов швейно - трикотажного производства. Предлагаемые методы и устройства позволяют снизить затраты на производство единицы изделия за счет использования пряжи повторного использования. Использование сырьевых и материальных ресурсов является в монографии определяющим направлением сохранения экологически чистой окружающей среды, сокращения топливно-энергетических ресурсов.

Книга предназначена для преподавателей, магистрантов, докторантов и студентов высших учебных заведений, научных работников научно-исследовательских институтов, а также для работников текстильной и легкой промышленности.

УДК 687.1 (075.8)  
ББК 37.24 Я73

ISBN 978-601-7554-78-1

© МОН РК, 2017  
© Кадникова О.Ю., 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Виды, характеристики отходов швейно-трикотажного производства и методы их переработки	8
1.1 Виды и характеристики отходов швейно-трикотажного производства	8
1.2 Методы переработки отходов швейно-трикотажного производства	15
1.3 Анализ воздействия отходов швейно-трикотажного производства на эколого-экономический ущерб окружающей среде от в Казахстане и зарубежом	31
Выводы по первому разделу	40
2 Разработка экологически целесообразных методов и устройств для переработки отходов трикотажного производств	40
2.1 Анализ путей исследования проблемы	41
2.1.1 Анализ устройства для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа	50
2.1.2 Анализ устройства для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи	53
2.2 Проектирование универсального вспомогательного оборудования	55
2.2.1 Расчет нагревателя во влажно-тепловой камере для обработки повторно используемой нити	58
2.2.2 Автоматизация процесса регулирования ширины рамы	59
2.2.3 Устройство для снижения ворсистости нити	62
2.2.4 Апробирование нового оборудования по переработке отходов, оценка его надежности	63
2.3 Разработка и расчет способа крепления нового устройства к основному оборудованию	65
2.3.1 Определение опорных реакций опоры	65
2.3.2 Построение эпюры изгибающих моментов $M$ , кН·м и поперечных сил $Q$ , сравнение полученных значений со значениями опорных реакций	66
2.3.3 Подбор сечения рамы из бруса квадратного поперечного сечения	67
2.3.4 Расчет пневмо- цилиндров для механизма раздвижения рамы	68
2.3.5 Расчет пневмораспределителей для механизма раздвижения рамы	71
2.4 Оценка возможности реализации при помощи математического моделирования	71
2.4.1 Показатели надежности оборудования для переработки отходов швейно-трикотажного производства	71
2.4.2 Расчет надежности вспомогательного оборудования	75
2.4.3 Расчет показателей надежности при эксплуатации нового устройства	78
Выводы по второму разделу	84
3 Экспериментальное исследование влияния влажно-тепловой	85

	обработки пряжи повторного использования на ее физико-механические свойства и на стабильность процесса вязания	
3.1	Исследование влияния влажно-тепловой обработки на физико-механические и геометрические свойства пряжи	85
3.2	Исследование влияния влажно-тепловой обработки на физико-механические и геометрические свойства пряжи	88
3.2.1	Исследование геометрических свойств пряжи	88
3.2.2	Исследование физико-механических свойств пряжи	92
3.2.3	Исследование влияния влажно-тепловой обработки на свойства пряжи	93
3.3	Влияние на крутку и линейную плотность пряжи	103
3.4	Влияние на прочность и растяжимость пряжи	106
3.5	Оценка влажности пряжи	109
3.6	Исследование структуры и физико-механических свойств трикотажных полотен из пряжи повторного использования	115
3.7	Анализ влияния различных факторов на стабильность процесса вязания	118
3.8	Исследование влияния влажно-тепловой обработки пряжи повторного использования на поверхностную плотность трикотажных полотен	122
3.9	Статистическая обработка результатов исследования	125
3.10	Построение математической модели технологического процесса	134
	Выводы по третьему разделу	146
4	Комплексная оценка экологической и экономической целесообразности разработанных методов и устройств переработки отходов швейно-трикотажного производства	148
4.1	Оценка экологической целесообразности разработанных методов и устройств использования отходов швейно-трикотажного производства	148
4.2	Оценка экономической целесообразности разработанной технологии использования отходов швейно-трикотажного производства	152
4.3	Количественные и качественные показатели использования отходов швейно-трикотажного производства	154
	Выводы по четвертому разделу	157
5	Программа развития производства по выпуску устройств по переработке отходов швейно-трикотажного производства	158
5.1	Маркетинговые исследования рынка потребителей устройств по переработке отходов швейно-трикотажного производства	158
5.2	Экономическое обоснование выпуска устройства по переработке отходов швейно-трикотажного производства	159
	Выводы по пятому разделу	174
	Заключение	176
	Список использованных источников	179

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ОС	– окружающая среда;
ООС	– охрана окружающей среды;
ВВ	– вредное вещество;
ЭМ	– экологический мониторинг;
ПДК	– предельно-допустимая концентрация;
ПДВ	– предельно-допустимый выброс;
ПДК <sub>м.р.</sub>	– предельно-допустимая концентрация максимально-разовая;
ПДК <sub>с.с.</sub>	– предельно-допустимая концентрация среднесуточная;
ч/ш	– чистошерстяные;
п/ш	– полушерстяные;
ВМР	– вторично материальные ресурсы;
СГ	– свалочные газы;
ПФЭ	– полный факторный эксперимент;
КПТФ	– Костанайская прядильно-трикотажная фабрика;
ТУ	– технические условия;
РТА	– рахрыхлительно-трепальный агрегат;
Т-16	– трепальная машина;
ЧМД-4	– чесальная машина;
УО-ШМ	– угароочищающая машина;
ЩМЩЛ-1	– щипальная машина;
ИМ-1800М	– иглопробивная машина;
НИИ	– научно исследовательский институт;
КБ	– конструкторское бюро;
ПАН	– полиакрилонитрильные волокна;
ТБО	– твердые бытовые отходы;
ТП	– твердые промышленные отходы;
БО	– бытовые отходы;
ПА	– полиамидные волокна;
ВТО	– влажно-тепловая обработка;
МПА-1М	– автоматизированное мотовило;
РМ-3-1	– разрывные машины маятникового типа;
АК-2	– сушильные аппараты;
ТП	– технологический процесс.

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение уровня жизни населения достигается при экспоненциальном росте валового продукта за счет невозобновляемых природных ресурсов. Из них только 2% используется в виде готовой к потреблению продукции, а остальные 98% загрязняют окружающую среду в виде отходов, выбросов и сбросов. Поэтому необходимы срочные и кардинальные меры, многократно снижающие потребление невозобновляемых ресурсов и загрязнение окружающей среды [1].

Важнейшим направлением в этом плане является повторное использование отходов производства для получения готовой продукции, которое в значительной мере снижает использование природных ресурсов и, следовательно, загрязнение окружающей среды. Так как, объем работ и энергии, затрачиваемых на переработку отходов в 2-3 раза меньше, чем при первичном производстве.

Современное технологическое оборудование легкой промышленности при функционировании снижает до минимума выбросы вредных веществ в атмосферу, а некоторое полностью утилизирует и регенерирует отходы производства. Однако эти экологически чистые технологии очень дороги (порою затраты на очистные устройства составляют до 25% себестоимости изделия), т.к. эти производства имеют много дополнительных устройств требующих немалых людских, материальных и энергетических затрат, и не могут кардинально решить экологические проблемы [2].

Рациональное использование сырьевых и материальных ресурсов в швейно-трикотажной промышленности одна из ключевых проблем, в решении которой активное участие отводится не только предприятиям, но и в первую очередь вузовской науке, ученым и специалистам создания безотходных и малоотходных технологий.

В швейно-трикотажном производстве при изготовлении полотна и изделий образуется значительное количество отходов. Это зависит от ассортимента, используемого оборудования при вязании полотна, типа раскладки и организации работ по нормированию тканей. В результате неполадок оборудования, при недостаточно внимательном и квалифицированном обслуживании машин могут возникнуть такие дефекты, как нарушение рисунка, набор петель или образование увеличенных петель, перекося петельных рядов, провязывание в жаккардовых полотнах петель не того цвета, смещение раппорта рисунка, образование на полотнах комбинированного переплетения не разглаживающихся заломов [3]. Технологические отходы легкой промышленности и вторичные материальные ресурсы составляют 25% всего перерабатываемого в мире текстильного сырья. Это огромные резервы, которые можно использовать для производства изделий. Однако эти отходы используются лишь, на 10%. В основном перерабатываются в нетканые материалы различного назначения или в более простую по технологии изготовления продукцию в виде пакли, ваты мебельной

и технической, обтирочных концов и т.д. Остальная часть отходов производства выбрасывается или сжигается.

Существующие технологии переработки отходов сопровождаются значительным выделением неорганической и органической пыли от оборудования (производство нетканых материалов, пакли, ваты мебельной и технической). В результате концентрация текстильной пыли в производственном помещении превышает предельно-допустимые концентрации (ПДК). Текстильная пыль, имеющая высокий класс опасности, является причиной различных заболеваний, а также снижает качество продукции [4].

Разработка усовершенствованных методов и устройств для переработки отходов швейно-трикотажного производства имеет коренное значение в деле максимального вовлечения материальных и сырьевых ресурсов для выпуска изделий широкого потребления. Использование сырьевых и материальных ресурсов является определяющим направлением сохранения экологически чистой окружающей среды, сокращения топливно-энергетических ресурсов [1 - 5].

Работа посвящена созданию универсального вспомогательного оборудования для переработки отходов швейно – трикотажного оборудования, исследованию основных свойств волокон и влияния пара, воды, температуры на физико-механические свойства повторно используемой пряжи. Эти исследования необходимы для проверки целесообразности внедрения предложенных методов и устройств в производство для получения качественных изделий из пряжи повторного

Цель работы заключается в разработке методов и устройств переработки отходов швейно-трикотажного производства и эколого-экономической оценке предлагаемых решений.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- анализ источников образования отходов швейно-трикотажного производства, методы их переработки и их воздействие на окружающую среду;
- разработка устройства для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа и устройства для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи;
- исследование влияния влажно-тепловой обработки пряжи повторного использования на ее физико-механические свойства и на стабильность процесса вязания;
- обработка результатов исследования и их анализ;
- комплексная экологическая оценка предлагаемых методов и устройств использования отходов.

# **1 Виды, характеристики отходов швейно-трикотажного производства и методы их переработки**

## **1.1 Виды и характеристики отходов швейно-трикотажного производства**

Развитие научно-технического прогресса и увеличение объёмов производства различных видов материалов влечет за собой рост количества отходов потребления, а иногда и производства, в связи с чем актуальность переработки вторичных материальных ресурсов (ВМР) будет постоянно повышаться, приобретая все большее значение в народном хозяйстве страны. Одновременно с этим значительно возрастает потребность в сырье, в создании новых малоотходных технологий. В первую очередь эта проблема требует решения в наиболее материалоёмких отраслях промышленности, в частности в текстильной. Применение такого сырья для производства товаров народного потребления ведёт к снижению себестоимости готовой продукции, способствует ритмичной работе предприятия и более рациональному использованию ценного волокнистого сырья.

Особую значимость для разработки и расширенного внедрения ресурсосберегающих технологий имеют усилия как по созданию новых поточных линий для переработки отходов, так и по модернизации оборудования, имеющегося на отечественных предприятиях, комплектации и доработки существующих узлов, механизмов и машин, используемых в текстильной промышленности.

В связи с этим экономное расходование сырья соответствует проблемам полной переработки отходов потребления и производства швейных, трикотажных предприятий, что способствует созданию безотходных технологий, энергосбережению и экономии ресурсов, снижению затрат и одновременно позволяет решить экологическую проблему утилизации отходов [2].

В общем смысле под термином «отходы» понимают непригодные для производства данной продукции виды сырья, его неупотребимые остатки или возникающие в ходе технологических процессов вещества и энергия, не подвергающиеся утилизации в рассматриваемом производстве [2]. В ГОСТ 25916-83 «Ресурсы материальные вторичные термины и определения» приведены следующие понятия и определения:

- отходы производства – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшихся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства;
- отходы потребления-изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа;
- сырьё вторичное – вторичные материальные ресурсы в виде отходов производства и потребления, которых могут использоваться в хозяйственной деятельности;



- отходы неиспользуемые – вторичные материальные ресурсы, для которых в настоящее время отсутствуют условия использования;
- утилизация – применение вторичного сырья для производства продукции, выполнения работ или получения энергии [6].

Таким образом, отходы производства представляют собой материалы, подвергнутые очень сложной технологической переработке, обладающие определенным химическим составом и свойствами, находящиеся в определенном агрегатном состоянии, выпускаемые предприятием регулярно и в достаточно больших количествах.

Для отходов легкой промышленности характерно непостоянство состава и свойств, что затрудняет их использование, и поэтому они часто отправляются на свалки. Отходы производства часто представляют собой ценное вторичное сырье, которое должно удовлетворять требованиям того производства, где оно может быть утилизировано.

Технико-экономическая эффективность и природоохранное значение использования вторичных материальных ресурсов складывается из двух составляющих:

- во-первых, это крупный резерв экономии материальных затрат, расширение сырьевой базы за счет вовлечения в переработку сравнительно дешевого (по сравнению с первичным) вторичного сырья и следовательно, повышения эффективности производства;
- во-вторых, переработка отходов производства и потребления оказывает непосредственное влияние на улучшение состояния окружающей среды.

Анализ литературных данных показывает, что в настоящее время нет единого подхода к классификации отходов [7].

Приведем наиболее распространенные классификации отходов, разработанные авторами стран СНГ и зарубежья.

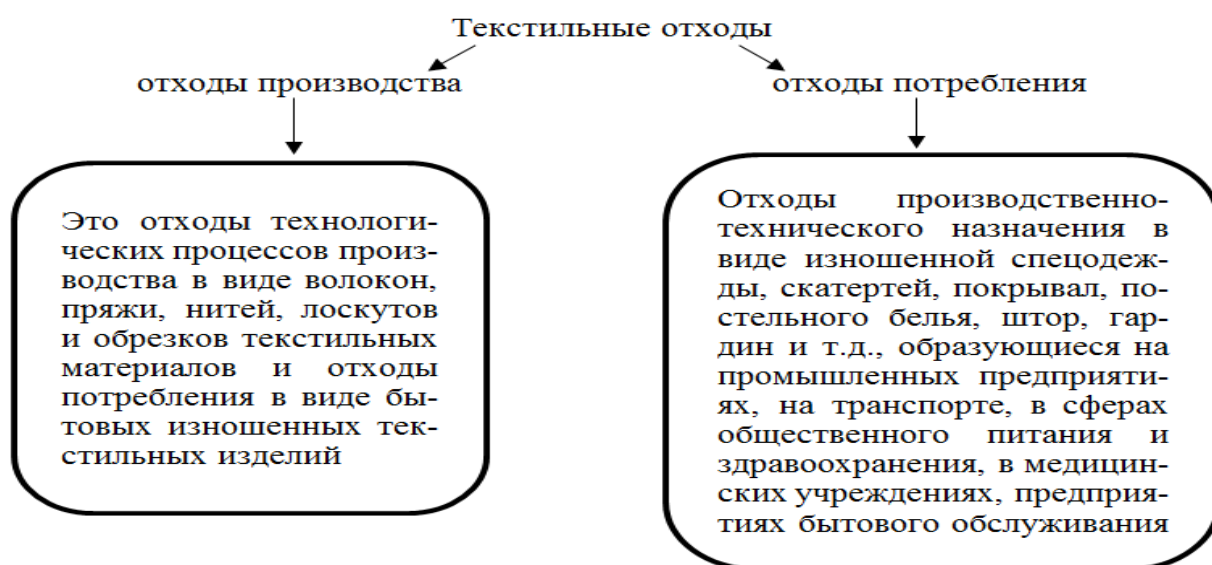


Рисунок 1.1 – Классификация текстильных отходов

В самом общем виде все текстильные отходы могут быть распределены на четыре основные группы (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Классификация отходов

Группа	Описание отходов
Первая группа	Волокнистые отходы производства, характеризующиеся высоким качеством, и которые, как правило, не выходят за стены тех предприятий, где они образуются, а подлежат переработке основную или дополнительную продукцию без применения специального оборудования. Например, в хлопчатобумажном производстве к таким видам отходов относятся гребенной и кардный очес, рвань ровницы, колечки и мычка, которые после небольшой дополнительной обработки подлежат переработке в хлопчатобумажную пряжу больших линейных плотностей.
Вторая группа	Текстильные отходы производства, которые не могут быть переработаны на тех предприятиях, где они образуются, а подлежат отправке на специальные фабрики по переработке вторичного сырья. На этих фабриках после операций измельчения (резки) и, возможно, разволокнения они перерабатываются в нетканые материалы различного назначения или в более простую по технологии изготовления продукцию в виде пакли, ваты мебельной и технической, обтирочных концов и т.д.
Третья группа	Текстильные отходы производства и потребления, состоящие из химических, хлопковых и смешанных волокон, которые вследствие отсутствия щипального оборудования не могут быть в настоящее время разволокнены и переработаны в продукцию ответственного назначения, а используются чаще всего как обтирочный материал или просто выбрасываются на свалки.
Четвертая группа	Низкосортные отходы производства, такие как подметь и пух из пыльных камер и т.п., которые практически непригодны для производства текстильной продукции. К этой же группе могут быть отнесены отслужившие свой срок промышленные фильтры, очистка и восстановление которых экономически нецелесообразны.

При наличии измельчающего оборудования они могут быть использованы, например, для получения композиционных материалов, применяемых, в свою очередь, для изготовления волокнистых строительных плит. В настоящее время отходы этой группы чаще всего подвергаются уничтожению посредством сжигания или выбрасывания на свалки. При решении проблем утилизации текстильных отходов следует иметь в виду, что в

настоящее время на специализированных предприятиях по переработке вторичного сырья в основном имеется оборудование, для переработки отходов второй группы. Поэтому сбору и заготовке этих отходов следует уделять основное внимание.

Для отходов третьей группы требуется щипальное оборудование, часто отсутствующее на отечественных предприятиях. Отходы четвертой группы могут быть после соответствующей подготовки переработаны в плитные материалы строительного назначения, но и здесь в каждом конкретном случае необходимо решить проблемы, связанные с монтажом оборудования, экологической безопасностью производства, его рентабельностью и другие [5].

По видам сырья текстильные отходы производства принято разделять на три основные группы (рисунок 1.2) [8].

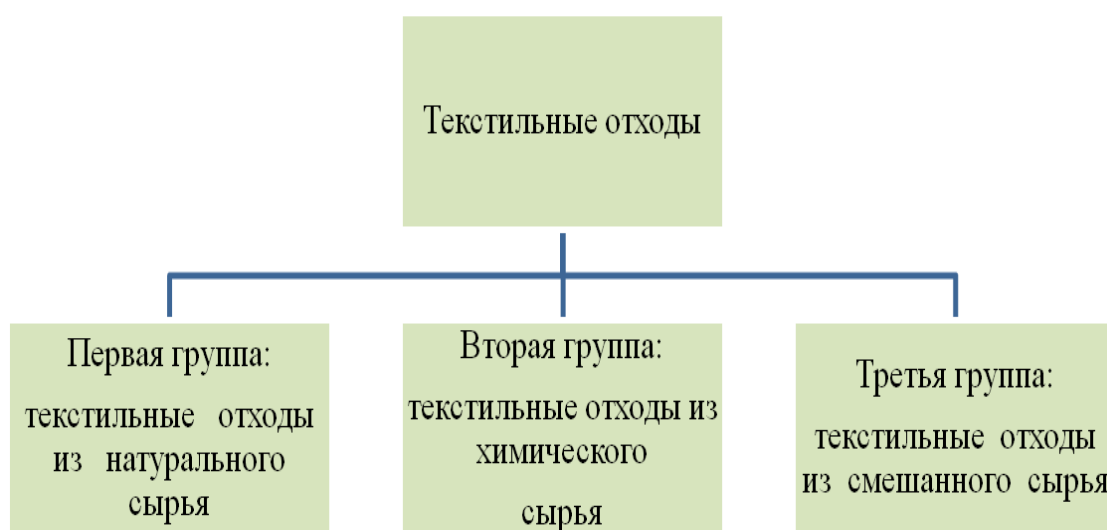


Рисунок 1.2 – Классификация отходов по видам сырья

Текстильные отходы потребления в соответствии с действующими нормативно-техническими документами сортируются более чем на 90 сортов и подразделяются на группы:

- тряпье шерстяное, полушерстяное;
- шубнина;
- валяльно-войлочные изделия;
- тряпье хлопчатобумажное, льняное, полульняное и смешанное; тряпье для обтирочной ветоши;
- мешковина;
- стеганые изделия;
- крученые изделия;
- тряпье изделий из синтетических волокон;
- тряпье изделий из искусственных волокон;
- тряпье низкосортное.

Основными направлениями хозяйственного использования и переработки текстильных отходов является получение регенерированных волокон;

получение восстановленной шерсти; получение регенерированных хлопковых, льняных и химических волокон; производство нетканых полотен; производство ваты; производство обтирочных материалов; производство пакли; производство строительных материалов [5].

В зависимости от их дальнейшего использования отходы текстильной промышленности подразделяют:

- прядомые, употребляемые в смеси с основным сырьем на выработку пряжи;
- ватные, перерабатываемые в смеси с основным сырьем в вату;
- валяльно-войлочные, перерабатываемые в нетканые текстильные материалы;
- прядомые, используемые в виде весовых лоскутов тканей.

На предприятиях хлопчатобумажной промышленности в производстве переработки хлопка, а также в прядильном, ткацком отделочном и ватном производствах образуются хлопчатобумажные отходы, большую часть которых используют в собственном технологическом цикле.

Отходы промышленности по производству шерсти представляют собой отходы, образующиеся при первичной обработке щеп шерсти, приготовлении

шерстяной пряжи, шерстяных тканей, часть которых используют в собственном технологическом цикле, а другую – как вторичное сырье.

Отходы трикотажной промышленности образуются в процессе переработки пряжи, а также в процессе производства трикотажного полотна, различной продукции из него и в результате производства перчаточных и носочных изделий. Практически все отходы трикотажной промышленности впоследствии используются в качестве вторичного сырья [7].

В швейной промышленности отходы образуются в процессе подготовки материалов и самой раскройке деталей швейных изделий, представляющие собой весовой лоскут тканей и используемые в качестве вторичного сырья для производства вторичных текстильных материалов.

Количество текстильных отходов потребления в составе ТБО превышает текстильные отходы производства. Их можно считать одним из основных источников вторичного сырья для получения вторичных текстильных материалов. Текстильные отходы потребления имеют смешанный состав, и разделены по типам волокон, часто загрязнены и представляют собой весовой лоскут тканей [8].

В работе А.Г.Урумовой приведена классификация текстильных технологических отходов и вторичных материальных ресурсов (ВМР), включающая все виды невозвратных, текстильных технологических отходов, получаемых при первичной переработке натуральных волокон, производстве текстильных и трикотажных изделий, химических волокон и нитей, а также вторичного текстильного сырья, принимаемого у населения. Эта классификация составлена в соответствии с действующими стандартами, и прецедентами [9].

По составу текстильные технологические отходы и вторичные материальные ресурсы делятся на:

- хлопковые отходы – состоят из 100% хлопка или содержат минимальное количество отходов смеси из 67% хлопчатобумажного и 33% нормального или модифицированного вискозного волокна, отходы хлопкового типа – содержат хлопчатобумажное волокно в смеси с химическими волокнами и нитями;

- отходы шерстяного волокна – состоят из 100% шерсти или содержат минимальное количество отходов смеси, в которой присутствуют не менее 70% шерсти;

- отходы шерстяного типа – содержат все виды технологических отходов и вторичное сырье из смеси шерсти с химическими волокнами и нитями;

- лубяные отходы – содержат все виды технологических отходов и вторичное сырье из лубяных волокон;

- отходы шелковой промышленности – содержат все виды технологических отходов и вторичное сырье из натурального шелка;

- допускается минимальное содержание отходов смеси (30%) натурального шелка с химическими волокнами: вискозными, полиэфирными, полиамидными, ацетатными и другими;

- отходы химических волокон – содержат все виды технологических отходов, получаемых при производстве химических волокон и нитей, текстильных и трикотажных изделий, химических материалов, а также вторичное сырье из 100% химических волокон и нитей, принимаемое от населения;

- смешанные отходы – содержат технологические отходы и вторичные материальные ресурсы, получаемые при переработке различных типов сырья: например, обрезки волокон с пряжи шерстяного типа или волокна с подкладки хлопчатобумажного или льняного типа (тафтинг) и т.д.;

- отходы с нетекстильными включениями, не подлежащие восстановлению в текстильной промышленности: изделия с полиуретановым покрытием, смазанные или пропитанные различными латексами, смолами и другими подобными веществами.

В работе Авировой С.М. приведена классификация вторичных шерстяных материалов. Из схемы, представленной на рисунке 1.3 видно, как разнообразен ассортимент вторичных шерстяных материалов [10].

Всё разнообразие видов вторичных материалов можно объединить в две группы:

- 1) отходы производства, или промышленные отходы;

- 2) отходы потребления или вторичное сырье внутреннего сбора.

По роду волокон старый шерстяной лоскут (тряпьё) делится на чистошерстяной, выработанный из шерстяной пряжи без примеси или с примесью химических волокон не более 10 %, тряпьё тканей и изделий смешанных волокон, выработанных из шерсти с примесью в смеси более 10% химических волокон; тряпьё тканей и изделий полушерстяных, выработанных по основе или утку из растительных волокон или шелка, а также из чистошерстяной пряжи, скрученной пряжей их химических волокон.

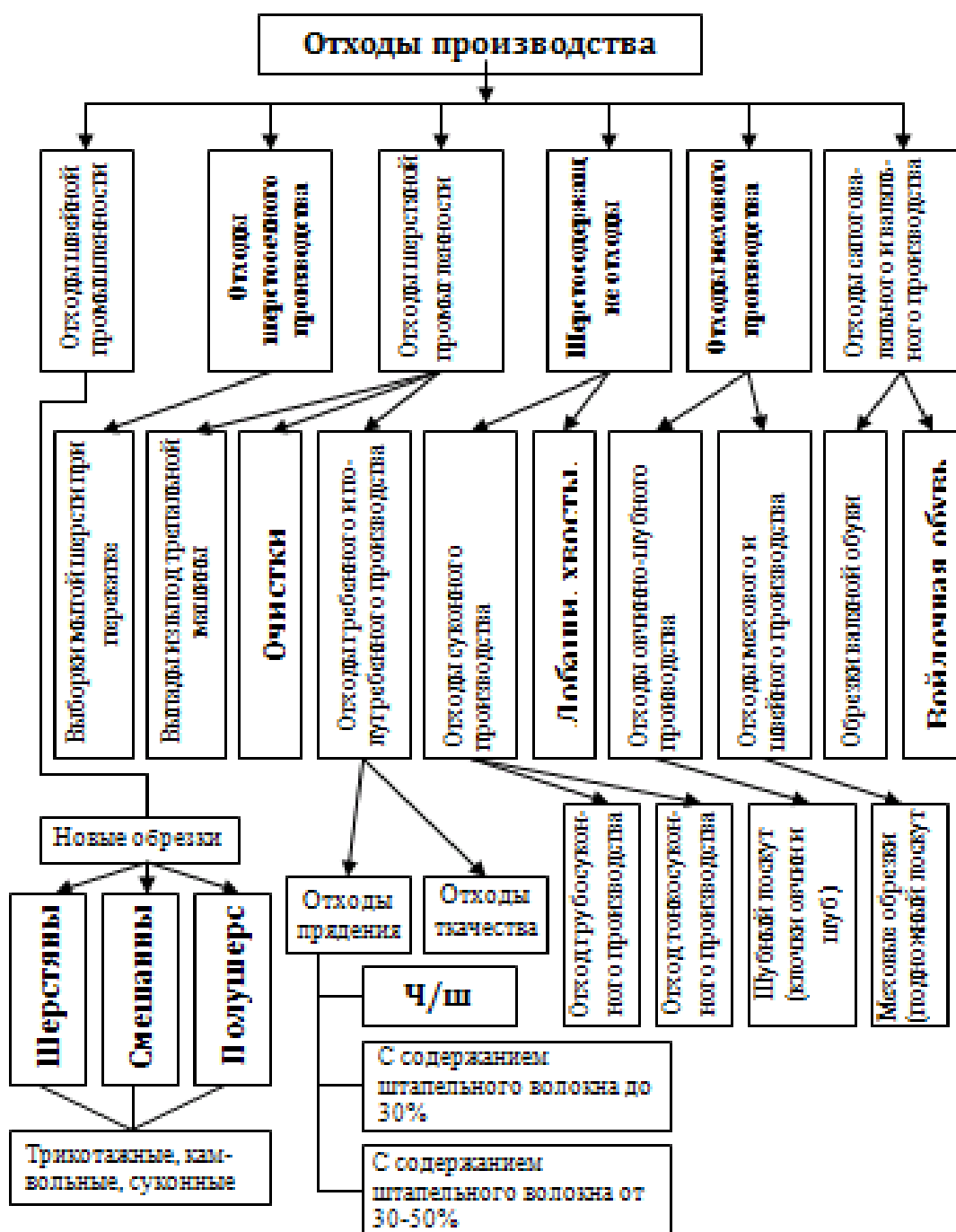


Рисунок 1.3 – Классификация вторичных шерстяных материалов

По способу выработки шерстяное тряпье делится на суконное, выработанное из аппаратной пряжи; камвольное, выработанное из камвольной пряжи; вязаное (трикотажное), выработанное способом машинной или ручной вязки.

По тонине волокна шерстяное тряпье делится на тонкое, выработанное из мериносовой шерсти не ниже 60 к; полутонкое, выработанное из шерсти 50 – 58 к; полугрубое и грубой шерсти.

Тряпье площадью менее 30 см<sup>2</sup> и шириной менее 5 см выделяют в особый сорт – мелочь – «лапша».

Новые обрезки образуются в закройных мастерских пошивочных предприятий на трикотажных фабриках [10]. Вместе с некоторыми текстильными отходами шерстоперерабатывающей промышленности (кромка, срезки) новые обрезки также служат сырьем для получения восстановленной шерсти. Обрезки сортируют по размерам, роду волокон, способу выработки, тонине волокон и цвету.

По роду волокон новые обрезки подразделяются на шерстяные, смешанные с хлопком или штапельным волокном и полушерстяные с х/б нитями искусственного шелка.

По роду выработки обрезки делятся на трикотажные, камвольные и суконные. Шерстяные отходы промышленного производства делятся на следующие виды:

Волокнистые шерстяные отходы – получают при технологических процессах переработки шерсти. Различные виды отходов шерстяного производства делят на 2 группы:

1) безвозвратные угары, к которым относятся репье, пыль, песок и др. виды неволокнистых примесей;

2) используемые отходы, которые после соответствующей обработки снова применяются в производстве и называются обратами.

К используемым отходам относятся волокна из-под трепальных, чесальных и др. машин, обрывы ровницы и пряжи, отходы, получаемые в процессах ткачества (срезки основ, крутые ткацкие концы) [11].

## **1.2 Методы переработки отходов швейно-трикотажного производства**

Отходы швейных и трикотажных цехов по своему виду относятся к третьей группе и состоят из химических, хлопковых и смешанных волокон, которые вследствие отсутствия щипального оборудования не могут быть разволокнены и переработаны в продукцию соответствующего назначения, а используются чаще всего как обтирочный материал или просто подвергаются уничтожению посредством сжигания или выбрасываются на свалку.

В статье «Исследование текстильных и швейных отходов на предприятиях города Бишкека» Иманкулова А.С., Молдоканова А. И. описывается проблема переработки отходов. Отходы трикотажно-швейного предприятия «Илбирс» в Бишкеке носят название – ветошь и представляют собой лоскуты, выпады от раскроев трикотажных полотен и продаются. В данное время ветошь закупает ЖД вокзал для обтирания станков. Ветошь продается по 30 сом.за кг. Также отходы применяются для набивки при изготовлении мягкой мебели. Более большие лоскуты покупают школы, учебные центры для изготовления разных швейных изделий домашнего обихода. Для школьных учреждений ветошь продают по 10 сом.за кг. Отходы от швейных цехов просто выбрасываются на мусор и используются для отопления бань и домов.

Отходы от чесальных цехов находят применение при изготовлении мягкой мебели и мягких игрушек и делятся на два вида: - отходы от чесания

шерсти; - отходы от чесания хлопковой ваты. Отходы продаются по 20 сом. За килограмм. Отходы камвольно-суконного комбината не выходят из стен предприятия. Шерстяные волокна благодаря своему свойству свойлачиваться направляются на изготовление одеял и ватина. На предприятиях текстильной отрасли образуется большое количество отходов, значительная часть которых удаляется в места хранения и захоронения.

В то же время перед рядом предприятий стоит проблема переработки отходов. Следует отметить, что в городе Бишкек большое количество швейных отходов не находят рационального применения [12].

На многих предприятиях швейно-трикотажной промышленности стран СНГ постоянно ведется работа по рациональному использованию отходов производства. Так, проведенные Центральным специальным проектно-конструкторско-техническим бюро (ЦСПКТБлегпром) совместно с рядом промышленных предприятий Украины исследования по переработке отходов химических волокон, образующихся в трикотажной промышленности, позволили определить несколько наиболее эффективных направлений использования отходов из химических волокон [13]:

- переработка отходов из химических волокон и нитей в производстве нетканых материалов (ватина, иглопробивных материалов технического назначения);

- производство теплоизоляционных материалов и изделий с использованием отходов от стрижки искусственного меха;

- переплав полиамидных (капроновых) отходов – чулочных срывов, капроновой путанки и др..

В связи с постоянным увеличением потребления текстильного сырья становится все более актуальной проблема использования отходов производства. Значительная часть их сохраняет потребительские свойства и при соответствующей обработке может быть использована в производстве изделий широкого потребления.

Ниже приводятся основные направления работы предприятий по сокращению потерь сырья и улучшению использования отходов производства.

Важным направлением рационального использования сырья является увеличение объема отходов в сортировке для выработки пряжи средних линейных плотностей [14, 15]. Так, на Фурманской прядильно-ткацкой фабрике из сортировки с вложением 70% гребенных и кардных очесов вырабатывается пряжа линейной плотности 41 текс, используемая для выработки ткани – бязь. В составе технологической цепочки фабрики применяется следующее оборудование: рахрыхлительно-трепальный агрегат, состоящий из трех питателей-смесителей Р-1, головного питателя П-5, наклонного очистителя ОН-6-1, трепальной машины Т-16, чесальной машины ЧМД-4, оснащенный бункерным питателем БЧМ. Затем используются два ленточных перехода: машины Л2-50-1 и Л2-5-220 и пневмомеханическая прядильная машина БД-200-М69. Пряжа вырабатывалась из сортировки следующего состава: хлопок 5 типа III сорта – 30%, гребенные очесы №5 – 20%, гребенные очесы №16 – 20%, кардные очесы №10 – 155, кардные очесы №11 – 15%.



Анализ же образования отходов хлопчатобумажного производства Республики Кыргызстан показал, что их объём стабильно увеличивается, причиной является устаревшее оборудование на производствах, несовершенная технология и т.д. [16].

Поэтому для Кыргызстана проблема эффективного использования отходов текстильной промышленности также является актуальной. В связи с этим проведены исследования по применению отходов хлопчатобумажного производства в типовых смесях.

Отходы и обреты прядильного производства в разных соотношениях были добавлены в типовые сортировки, проведен ряд экспериментов с вводом до 25% этих добавок в смеси, чтобы не нарушать показателей качества волокон.

Известно, что, добавляя в типовые смеси обреты в виде коротких волокон, можно снизить прочность получаемой пряжи и т.д. Чтобы предупредить такие дефекты в получаемой пряже, в разрабатываемые смеси добавлены нитрон и вискоза. В таблице 1.2 приведен состав нескольких смесей, полученных по этому принципу.

Таблица 1.2 – Состав смесей

Состав сортировки, %	Технологические параметры новой сортировки волокон				
	длина волокна, мм	Г, текс	Прочность, сН	относи- тельная прочность, сН/текс	разрывная длина, м
1. Средневолокнистый хлопок II сорт – 65 III сорт – 10 Вискоза – 10 Отходы (орешек и пух трепленный, очес) – 15	31,58	0,16	3,94	24,6	26,6
2. Средневолокнистый хлопок II сорт – 60 III сорт – 10 Нитрон – 20 Отходы (орешек и пух трепленный, очес) – 10	32,23	0,16	4,1	32,77	24,02

Особенностью первой сортировки является сравнительно большое содержание (15%) отходов производства. Несмотря на добавку вискозы (10%) длина волокон в смеси получилась 31,58 мм. Другие её параметры соответствуют требованиям типовой смеси.

Вторая смесь в качестве добавок содержит 10 %: хлопковые отходы – 10, нитрон – 20, длина волокон в ней выше, чем в предыдущей – 32,23 мм,

прочность волокон – 4,1 сН. Причиной тому является добавление 20% нитрона – равномерная прочность волокон, одинаковых по длине.

Таким образом, для составления типовых хлопковых смесей возможно использование отходов хлопчатобумажного производства (до 25%) в сочетании с химическими волокнами. При этом технологические параметры находятся в пределах типовых показателей. Эксперименты подтвердили, что добавление химических волокон (до 20%) в смеси позволяет получить типовые хлопковые сортировки требуемого качества.

Отходы шерстяного производства (за исключением безвозвратных) могут быть рационально использованы на производство шерстяных изделий в текстильной и валяльно-войлочной промышленности [17].

Шерстяные отходы являются постоянным компонентом в смесях для выработки пряжи. Содержание камвольных и суконных оборотов в сырье для производства шерстяной пряжи составляет от 13,8 до 14,2%.

Удельный вес использования шерстяных отходов в производстве валяльно-войлочных и нетканых изделий в настоящее время составляет: камвольных 19% и суконных 8% от общего количества получаемых отходов.

Все отходы подвергаются сортировке и очистке от минеральных и растительных примесей.

Смешанные отходы сортируются по мягкости, жесткости, характеру волокон (тонкие, полутонкие, грубые), цвету и степени засоренности. Концы крутые и обрывки пряжи сортируются по способу прядения – камвольному (гребенному) и аппаратному, на шерстяную крученую с х/б нитью, со штапельной пряжей и вигоневую. При сортировке удаляются посторонние примеси, разрезаются узлы. Затем концы разрабатываются на концевальной машине. При их разработке применяют комбинированную машину КР-150-Ш. Полученная с концевальной машины волокнистая масса вкладывается в смесь. Выход ватки колеблется от 75 до 85%.

Лом ровничный перед разработкой сортируют, удаляют из него посторонние примеси, после чего разрабатывают, разрыхляют на щипальной машине и вкладывают в смесь.

Очес аппаратный очищают от посторонних примесей, разрыхляют на угароочищающей машине УО-ШМ и передают валичную однопрочесную чесальную машину.

Очес гребенной крупный используется в тонкосуконном производстве и грубосуконном производстве, а очес мелкий – в валяльно-войлочном.

Сдир с чесальных машин очищают от посторонних примесей, разрыхляют на УО-ШМ, промывают в содовом растворе, отжимают на центрифуге, сушат, вторично разрыхляют на угароочищающей машине, расчесывают на чесальной машине. После такой обработки сдир можно использовать в смеси для получения пряжи.

Для очистки пряжи применяются угароочищающие машины УО-ШМ и трепальная машина ТП-90-Ш. Выпады кардные после очистки используются в валяльно-войлочном производстве.

Подметь, пух, осечка ткацкая и другие отходы, сильно загрязненные и замасленные, после очистки на угароочищающих машинах направляются для использования в валяльно-войлочном производстве.

Технология получения шерсти с отходов шкур овец была разработана Тбилисским НИИ текстильной и легкой промышленности [18]. Из этой шерсти была выработана ч/ш пряжа 125 текс и 100 текс с содержанием 10 % капронового волокна. Физико - механические свойства пряжи соответствовали требованиям стандартов для пряжи той же толщины, полученной из рунной шерсти. Из пряжи были изготовлены трикотажные полотна, а из расчесанной волокнистой массы – многослойный нетканый материал. Выход мытой шерсти с лобашей и хвостов колеблется от 10 до 18 % от веса сырья. Опытно - экспериментальными работами было подтверждено, что шерстяные отходы при соответствующей их обработке и особенно в сочетании с химическими и вискозными волокнами представляют собой сырьевой резерв для получения пряжи, ткани и нетканых материалов.

В Костромском научно - исследовательском институте легкой промышленности проведены исследования по использованию гребенных очесов шерстяного производства [17]. Было установлено, что гребенные шерстяные очесы можно переработать в доброкачественную пряжу методом армирования. Сущность этого процесса заключается в том, что под действием воздушного потока волокна, подаваемые в непрерывно движущуюся нить, осаждаются на поверхности нити равномерно в виде наружного слоя и проходя через армированную головку, закрепляются на нити. Армированные нити можно широко применять в качестве утка при производстве обувных, декоративных и других тканей.

Приведенные примеры указывают на необходимость более широкого внедрения работ по использованию отходов шерстяного производства.

Харьковская суконная фабрика выпустила нетканый материал для одежды из следующей смеси: гребенные очесы полушерстяные – 70%, вискозные штапельные волокна – 20%, отходы производства – 10% [19,с.56].

Подготовка и обработка смеси производится на технологической схеме, применяющейся в шерстяной промышленности. Отделку нетканого материала производят по следующей технологической схеме:

- валка на цилиндровой валяльной машине в два куска, свободно по ширине и принудительно по длине;
- промывка на жгутовой машине при заправке 12 кусков с поднятым нажимным валом и двумя размылами;
- крашение на жгутовой барке по двухванному режиму крашения;
- отжим на центрифуге до влажности 60-65%, при разводке цепи 150 см; температура сушки 80-90оС; пропуска 8-10 м/мин;
- ворсование материала на 36 – валичной ворсовальной машине в 2-4 прохода;
- стрижка на одноцилиндровой стригальной машине в 4-6 проходов;
- декоративка в течение 3 мин при добавлении 1,5 атм;
- бостовка с минимальной подпаркой.

Вырабатываемый материал используется для пошива детской одежды, имитирующий п/ш фланель, расход сырья на 1 м<sup>2</sup> нетканого полотна на 20 % меньше, чем на ткань фланель.

Использование шерстяных отходов в нетканые материалы являются наиболее рациональным и экономически целесообразным. Подтверждением этого является изобретение, относящееся к способу получения теплоизоляционных изделий из отходов шерстяного производства [20]. Способ изготовления изделий из волокнистых материалов включает разрыхление, смешивание, скрепление волокон и формирование изделий. Скрепление волокон осуществляют путем растворения кератиносодержащих волокон в 1,5 - 2,0 % - ном растворе щелочи, формирование осуществляют одновременно с растворением кератиносодержащих волокон. Изобретение поясняется примерами.

Отходы шерсти (кноп, сбой, сдир и т.д.) пропитывают 1,5 - 2,0 % - ным раствором щелочи при комнатной температуре, формируют и сушат при 80 - 90°С в течение 1-2 суток. Состояние шерстяных волокон в зависимости от концентрации щелочи (массовое отношение 1:5) приведено в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Состояние шерстяных волокон в зависимости от концентрации щелочи (массовое отношение 1:5)

Концентрация щелочи, %	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5
Состояние шерстяного волокна после сушки	недостаточное скрепление	недостаточное скрепление	достаточное скрепление	достаточное скрепление	достаточное скрепление	частичное растворение
Разрывная нагрузка, Н, кгс	132	145	300	320	360	-

Как видно из таблицы 1.3 концентрация щелочи 1,5-2% является достаточным для скрепления шерстяных волокон.

Сравнительная характеристика некоторых показателей изготавливаемого образца со строительным войлоком (ОСТ17-219-71) приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Сравнительная характеристика показателей изготавливаемого образца со строительным войлоком

Показатель	Строительный войлок	Нетканый материал из отходов шерсти
Теплопроводность, $\lambda$ , Вт/м·к	0,032 ± 0,002	(0,040-0,057) ± 0,002
Разрывная нагрузка, Н, кгс	308	210-560

Так при обработке шерстяных волокон 2,0-ным раствором щелочи при массовом отношении 1:5 разрывная нагрузка изготовленного образца почти вдвое превращает таковую у строительного войлока.

Таким образом, полученные теплоизоляционные изделия из отходов шерстяного производства по своим теплоизоляционным свойствам не уступает строительному войлоку, в 1,5 раза превышает его по прочности. Кроме того, значительно снижается себестоимость материала. Такой материал может найти применение в строительстве при изготовлении теплоизоляционных стенок и различных прокладок.

В УкрНИИ швейной промышленности исследования проводились в Киевском производственном объединении головных уборов, в котором имеются текстильные отходы швейного фетрового, валяльно-войлочного производства и оборудование для их переработки [21].

Анализ образующихся отходов показал, что их можно использовать для получения иглопробивного нетканого материала, применяемого в качестве утеплителя головных уборов (шапок-ушанок, кепи и др.). Разработан технологический процесс получения иглопробивного нетканого материала из этих отходов применительно к производственным условиям фетровой фабрики, который включает следующие операции:

- разволокнение отходов, получение волокнистой массы;
- смешивание волокнистой массы;
- замамливание волокнистой массы;
- окончательное перемешивание и разрыхление волокнистой массы (чесание);
- формирование волокнистой массы в холст;
- фиксация волокнистого холста.

Для получения иглопробивного нетканого материала лоскут шерстяных материалов доставляют на площадку, расположенную перед щипальной машиной, и разволокняют. Полученная масса по воздухопроводу поступает в смесовую камеру, где происходит смешивание её с волокнистыми отходами фетрового и валяльно-войлочного производства в следующем соотношении (в %): шерсть, восстановленная из лоскута, – 50-100; отходы валяльно-войлочного и фетрового производства – до 50. Полученная смесь замамливается и вылеживается в лабазах в течение 16-20 ч. После чего поступает в чесальную машину, где происходит окончательное перемешивание волокнистой массы. Затем из смеси формируют холст, пропуская её через валки. Волокнистый холст фиксируют на иглопробивной машине.

УкрНИИШвейпром были предложены технологические параметры процесса разволокнения ПАН трикотажных обрезков и условия их промышленного применения в нетканых материалах технического назначения [15].

Для исследования возможности разволокнения трикотажных обрезков из ПАН волокон применялась модернизированная щипальная машина ЦМЦЛ-1. Результаты эксперимента оценивались качеством полученной волокнистой массы, характеристики свойств которой приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Характеристики свойств волокнистой массы

№ опытной партии	Свойства волокнистой массы			
	степень разволокнения, %			ср. длина волокна, мм
	массовая доля кусочков	массовая доля нитей	массовая доля волокон	
1	12,8	31,7	55,5	17,0
2	15,4	39,5	45,1	18,5
3	5,2	30,8	64,2	22,4
ГОСТ 10376	не более 5,0	не более 30,0	-	не ниже 15,0

На технологическом оборудовании Ирпенского комбината «Прогресс» отработаны технологические процессы производства иглопробивных нетканых материалов для дорожного строительства и мелиоративных систем.

Особенностью этих процессов является использование в качестве одного из исходных смесовых компонентов волокнистой массы, получаемой из разволокненных ПАН трикотажных обрезков. Весь процесс производства от разволокнения ПАН трикотажных обрезков до получения готовой продукции протекает как единое целое с использованием пневмотранспорта и средств механизации.

Производство иглопробивных нетканых материалов для строительства и мелиораторных систем состоит из следующих операций: смешивание и замасливание волокнистого сырья (ЩЗ-140-ШЗ), вылеживание волокнистой смеси в лабазе (лабаз смесовой расходный ЛРМ-40П-Ш1), образование волокнистого налета (2 час. однопрочесные машины Ч-11-Ш-1 с преобразованиями прочеса ПП-201), скрепление волокнистого налета (2 иглопробивные машины ИМ-1800М-А), обрезка кромок и смотка в рулон (устройства, резки и намотки УРН-1800).

В качестве исходного сырья для производства иглопробивных нетканых материалов типа фильтров дренажных и Дорнит [14, 17] могут быть использованы следующие виды текстильных отходов: очесы искусственного меха (ТУ 17 РСФСР 50-91-07-78), отходы химических нитей (капроновых, лавсановых, ацетатных) резаных (ТУ17 УССР 43-19-80), трикотажные обрезки из ПАН волокон (волокнистая масса), штапельное волокно из вытянутых капроновых отходов (ТУ 6-06-0103-80).

Рекомендуемое исходное сырье и рецептура волокнистой смеси при производстве иглопробивных нетканых машин типа фильтров дренажных и Дорнит приведены в таблице 1.6.

Реализация технологии осуществлялась следующим образом. Исходное сырье перед чесанием замачивалось водной эмульсией антистатика ОС-20 марки. В (ГОСТ 170730-82), эмульсия состоит из препарата ОС-20-10%, воды – 90%. Эмульсия готовилась в емкости с паровым обогревом. Температура воды при изгнании эмульсии – 80-90°С, продолжительность приготовления эмульсии – 1,5 часа.

Таблица 1.6 – Рецептура волокнистой смеси при производстве иглопробивных нетканых машин типа фильтров дренажных и Дорнит

Наименование компонентов	ГОСТ, ТУ	Массовая доля, %	
		фильтры дренажные	дорнит.
Отходы вытянутых капроновых нитей	ТУ 6-06-5-62-86	60	44
Штапельное волокно из вытяну-тых капроновых отходов	ТУ 6-06-0103-80	-	16
Волокно нитроновое и очесы искусственного меха	ГОСТ 13202-79 ТУ 17 РСФСР 50-91-07-78	20	20
Волокнистая масса из ПАН трикотажных обрезков		20	20
ВСЕГО:		100,0	100,0

Составлялась 7-8-слойная компонентная «постель», которая затем загружалась в автопитатель щипальной машины. Готовая замасливающая эмульсия по трубопроводу подавалась на щипально - замасливающую машину, снабженную специальным приспособлением для ее распыления на волокнистый материал. Расход замасливающей эмульсии составляет 10% от массы материала.

Замасленное волокно после ЦЗМ по пневмотранспорту поступало в лабаз, где вылеживалось в течение 12 - 20 часов.

После вылеживания, разрыхления и замасливания смесь из расходного бункера лабаза по пневмотранспорту поступала в самовесы чесальных машин, откуда волокно определенными порциями через равномерный промежуток времени подавалось к приемному барабану чесальной машины. Для чесания волокнистой смеси использованы две однопрочесные машины, расположенные перпендикулярно друг к другу. С одной чесальной машины формируется прочес для нижнего слоя, со второй – для верхнего. С поверхности съема барабана чесальной машины волокно снималось съемным гребнем и поступало на преобразователь прочеса. Преобразователь прочеса служит для многократного сложения волокнистой ватки, получаемой с чесальных машин, и обеспечивает взаимно перпендикулярное расположение волокон верхних и нижних слоев.

С преобразователя прочеса первой чесальной машины холст подавался непосредственно на транспортер преобразователя прочеса второй чесальной машины и раскладывался на сформированный волокнистый холст нижнего слоя материала. В конце транспортера установлен прижимной валик для уплотнения сдвоенного волокнистого холста. Масса 1 м<sup>2</sup> холста, получаемого после сложения холстов с 1 и 2 машины составляют 500 г/м<sup>2</sup>, скорость движения транспортера 0,6 м/мин.

С транспортера преобразователя прочеса сформированный волокнистый холст проходит через две последовательно расположенные иглопробивные машины. Производительность иглопробивных машин определяется скоростью формирования холста и задаваемой степенью его уплотнения. После прочеса, иглопробивания (уплотнения) и обрезки кромок готовый нетканый материал сматывался в рулоны, маркировался [40].

Длина иглопробивных нетканых материалов в рулоне достигает 100 м, ширина – 1,7 м.

Выработка промышленных партии нетканых иглопробивных полотен по разработанной технологии показала, что вложение волокнистой массы из разволокнуемых ПАН трикотажных обрезков в качестве смесового компонента при производстве материалов типа фильтров дренажных и Дорнита не изменило их физико-механических свойств, и они соответствуют требованиям действующих технических условий ТУ 550-121-81 «Фильтры дренажные» и ТУ 21-29-81-81 «Полотно для дорожного строительства Дорнит».

В результате выполнения исследований разработана и утверждена научно-техническая документация: «Технологический режим – на производство фильтров дренажных для мелиоративных систем» и «Технологический режим – на производство иглопробивных полотен для дорожного строительства Дорнит».

Указанные материалы успешно применяются при строительстве автомобильных дорог на болотах в качестве конструкционных и фильтрующих прокладок, заменяющей древесину и сокращающих объем используемого при строительстве привозного насыпного грунта.

Кроме того, на многих предприятиях трикотажной промышленности ведется работа по рациональному использованию отходов производства [22]. Например, ассортимент имеющихся отходов на Загорской трикотажной фабрике состоит из: отходов перемотки, вязания, кроя и отходов при шитье-оверлочной обрезки. Все эти отходы (кроме оверлочной обрезки) сортируются по видам волокон на шерсть чистую, полушерсть, синтетику и др.

Кроме того, отходы вязания и кроя сортируют по размерам, которые используются в цехе ширпотреба. Цех использует также распускающиеся отходы размотки и раскроя для намотки штокки в клубок. Ниже в таблице 1.7 приведены отходы фабрики, используемые на выпуск продукции ширпотреба.

В целях рационального использования отходов, их разматывают на бобины на размоточных машинах. Перемотанную в бобины пряжу перерабатывают здесь же на вязальной машине для изделий основного производства. Таким образом, основную массу отходов перерабатывают в основном производстве, и она не попадает в цех ширпотреба.

Цех ширпотреба выпускает разнообразный ассортимент изделий. Среди них варежки шерстяные полушерстяные, носки женские полушерстяные и шерстяные разных размеров; шапочки детские типа берета, пинетки полушерстяные, штокки полушерстяные.



Таблица 1.7 – Отходы фабрики, используемые на выпуск продукции ширпотреба

Наименование	Количество, кг
Путанка шерстяная	230
Лоскут до 10 см	1765
Лоскут от 10 до 20 см	2901
Лоскут от 20 до 35 см	25
Итого шерстяных отходов	4921
Путанка полушерстяная	74
Лоскут до 10 см	9016
Лоскут от 10 до 20 см	7769
Лоскут от 20 до 35 см	386
Лоскут от 35 до 50 см	1403
Итого полушерстяных отходов	18649

Нераспускающийся лоскут перерабатывают в цехе ширпотреба следующим путем. Поступающий в цех, рассортированный по размерам и видам волокна, лоскут раскраивают по лекалам. Раскрой идет на пошив указанных изделий. Готовые изделия проходят влажно-тепловую обработку утюгом, упаковываются в пачки и сдаются на склад готовой продукции. Часть отходов от раскроя используют для штопки. Из отходов основного производства изготавливают также штопку из кеттельной отработки, мелких срывов с плоскофанговых машин и из концов пряжи от лабораторных испытаний.

Отходами производства Ивантеевской трикотажной фабрики являются: обрезь хлопчатобумажная, вискозная, капроновая, полушерстяная; путанка и срыв тех же волокон, что и обрезь; подметь, лоскут крупный, средний и мелкий различных видов волокон, стрижка искусственного меха [23,42]. Ассортимент выпускаемых изделий из отходов в основном детский: белье, верхний трикотаж, шапочки, шарфики, варежки, воротнички и манжеты, нагрудники, комплекты кроя для кукол, литые детали из капрона.

В цехе ширпотреба налажено производство изделий верхнего трикотажа, белья, а также детских шапочек и варежек. Детские джинсы изготавливают из крупного и среднего лоскута начесного капрона. Из крупного и среднего ацетатного лоскута шьют детские жакеты и платья. Детское белье (майки, плавки комбинации и т. д.) изготавливают из мелкого и среднего ацетатного лоскута. Срывы с крупновязальных машин используют для шитья детских начесных джемперов, костюмов, варежек.

Срывы смешивают, красят, ворсуют, а затем раскраивают. Перед раскроем, закройщица выбирает два-четыре одинаковых лоскута и настиляет их в два-четыре слоя. В первую очередь раскраивают крупные детали, затем более мелкие. Из остатков, а также более мелких кусочков с браком подкраивают манжеты, воротнички и т. п.

Таким образом, выше рассмотренные способы переработки позволяют полностью использовать не все отходы трикотажного производства. Значительная часть, все-таки, остается неиспользованной. Это связано со следующими причинами: малые финансовые вложения в отрасль со стороны государства, сужение внутреннего рынка, утрата большей части сырьевой базы, физический и моральный износ производственного оборудования большинства предприятий. Поэтому необходимо искать новые, более упрощенные пути переработки выше рассмотренных отходов.

На трикотажных предприятиях полной утилизации отходов основного производства можно добиться лишь три организации их переработки на самом предприятии. Решить эту проблему можно с помощью передового соответствующего оборудования и технологии. Если мелкая обрять и срезы, обрывы пряжи и межлекальные отходы можно переработать в нетканые полотна, то срывы трикотажных полотен или деталей изделия, т.е. крупные отходы, можно распустить, а из полученной после роспуска пряжи провязать новые детали изделий.

Повышение уровня использования вторичных материальных ресурсов в текстильной промышленности в настоящее время является частью важнейшей общегосударственной проблемы. Одна из задач в этой области – создание технологических процессов, позволяющих использовать текстильные отходы в основном производстве.

Переработка швейно – трикотажных отходов из синтетических волокон имеет принципиальное отличие от описанной выше технологии. Один из таких способов заключается в измельчении отходов и подаче их шнеком на специальный экструдер - гранулятор, где они расплавляются и очищаются от вспомогательных веществ, содержащихся в текстильном материале. Благодаря специальной конструкции экструдера в него одновременно с отходами подается первичный полимерный материал, который смешивается с расплавленными и очищенными отходами, что позволяет повысить свойства изготавливаемых гранул.

Другим нетрадиционным способом переработки отходов текстильных материалов из синтетических волокон является экстрагирование селективными растворителями полимерной части отходов, благодаря которому можно получать очищенный от всех примесей полимер. Технологический процесс регенерации синтетического полимера из текстильных отходов состоит из следующих стадий: измельчение отходов; растворение синтетических волокон; фильтрация раствора от нерастворимых примесей; высадка полимера из растворителя; сушка полимера; грануляция полимера.

Таким образом, современная промышленность располагает различными технологиями и оборудованием для переработки швейно – трикотажных отходов. Окончательное решение о выборе того или иного способа переработки может быть принято после проведения технико - экономического анализа, позволяющего учесть все расходы, в том числе транспортные (на доставку отходов) и энергетические (на проведение процесса), а также наличие устойчивого спроса на продукцию из перерабатываемых отходов.

Известна, например, описанная в патенте №75661 (опубл. 20.08.2008) поточная линия, предназначенная для реализации способа регенерации отходов, в соответствии с которым производят разъединение и регенерацию отходов плоских текстильных материалов (лоскута ткани, трикотажа, нетканых полотен). Устройство по указанному патенту осуществляет переработку отходов текстиля с получением на выходе волокнистого сырья, которое в дальнейшем используется для производства текстильных изделий. То есть данное техническое решение направлено на совершенствование механического метода рецилинга путем модификации существующей установки. Для реализации указанной технологии используется довольно сложное оборудование, описанное в патенте, и, кроме того, она предназначена в основном для переработки текстильных отходов с высоким коэффициентом износа и с получением на выходе волокнистого сырья [24].

Существуют также другие технологии по переработке вторичного текстильного сырья. К таковым относятся, например, способы химической или термической переработки. Например, технология переработки текстильных отходов методом термоскрепления предусматривает получение на выходе нетканых полотен и включает следующие стадии процесса:

- подготовку текстильных отходов из натуральных волокон;
- подготовку текстильных отходов из термопластичных волокон;
- формирование и уплотнение холста;
- сложение и уплотнение холстов;
- скрепление холста на термообрабатывающей машине;
- обрезку кромок и упаковку.

Выбор технологии для переработки текстильных отходов зависит, прежде всего, от структуры перерабатываемых отходов, их сырьевого состава. Однако указанные технологии многостадийны и трудоемки, некоторые стадии считаются вредным производством.

В патенте РФ №2165879 (опубл. 27.04.2001) описан способ подготовки бытовых и промышленных отходов с отбором пригодных для вторичного использования компонентов. В соответствии с указанным способом производят сбор отходов в одном месте, сортировку с отбором пригодных для вторичного использования компонентов и отделение непригодных компонентов на утилизацию. Сортировка включает предварительную ручную сортировку, обеспечивающую разделение отходов на пригодные для вторичного использования материалы, которые затем направляют на вторичное использование [24].

Однако данный способ наиболее эффективен при комплексном обслуживании предприятий с промышленными отходами, включающими полимерные отходы и волокна, и не предназначен для переработки изделий типа «секонд хэнд». Кроме того, способ реализует только часть технологии по переработке отходов и не включает этап вторичного использования отходов, в частности этап переработки вторичных текстильных изделий. Для вторичного использования подготовленные отходы отправляют для дальнейшей переработки на другие предприятия.

Компания «Альтернативные топливные технологии» предлагает линии для переработки текстильных отходов в теплоизолирующие плиты «Технология теплозвукоизоляционных плит из текстильных отходов» [25].

Содержание связующего в ТеЗИП составляет около 30%. Плиты предназначены для утепления ограждающих конструкций и устройства звукоизоляционных прокладок или слоев в полах.

Размеры плит, мм:

длина -  $1200 \pm 10$

ширина -  $600 \pm 5$

толщина -  $40 \pm 6$ .

По физико-механическим показателям ТеЗИП должны соответствовать требованиям:

Плотность, кг/м<sup>3</sup> 175-200

Теплопроводность, Вт/мК (ккал/чм<sup>0</sup>С), не более 0,095 (0,08)

Влажность, % не более 12

Прочность при сжатии при 10% деформации, МПа (кг/см<sup>2</sup>) 0,09-0,15 (0,9-1,5)

Прочность при сжатии при 10% деформации после сорбционного увлажнения, Мпа (кг/см<sup>2</sup>) 0,07-0,15 (0,7-1,5)

Используемое сырье: неиспользуемые текстильные отходы из натуральных, искусственных и синтетических волокон (отходы производства хлопка, льна, шерсти, кнопок, содержимое пыльных камер текстильных производств, отходы трикотажной и швейной промышленности и др.), макулатура, отходы деревообработки.

Используемое связующее: неорганическое, подбирается с максимальным использованием имеющихся компонентов по месту внедрения технологии производства ТеЗИП (типа гипса и пр.).

Технология производства ТеЗИПа включает следующие операции: приготовление раствора связующего, подготовка сырья и их перемешивание, формование плиты и ее отверждение.

Все технологические операции осуществляются в автоматическом режиме. Технология производства и сам материал не имеют токсичных выделений и отходов.

Техническая характеристика оборудования:

Производительность, кг/ч, (м<sup>3</sup>/ч), до 220 (1,1)

Ширина плиты на транспортере, мм 1200

Скорость выхода плиты, м/мин  $0,36 \div 1,0$

Установленная мощность, кВт ~ 40

Производственная площадь, занимаемая линией, м<sup>2</sup> 150

Обслуживающий персонал, чел./в смену  $2 \div 3$

Годовой объем производства плит (при двухсменной работе, 250 рабочих дней), м<sup>3</sup> 4050.

Способ получения строительных тепло-звукоизоляционных плит и поточная линия для его осуществления представлена на рисунке 1.4.

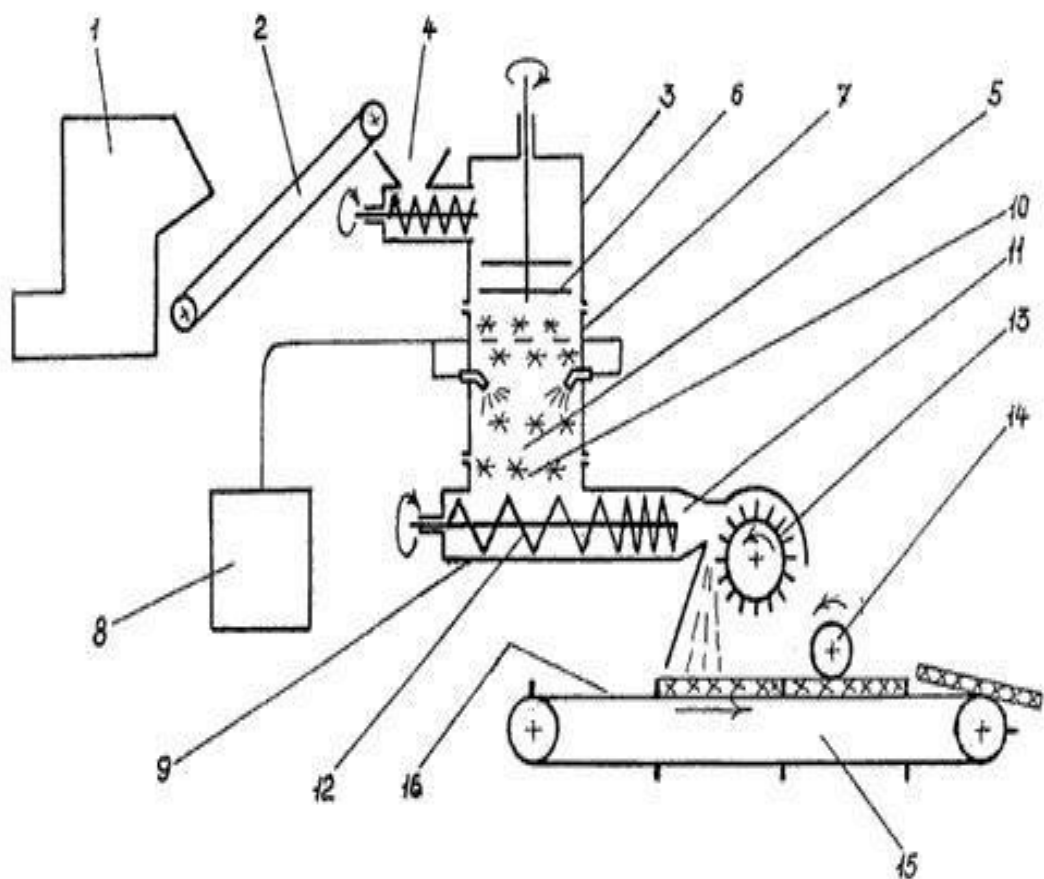


Рисунок 1.4 – Схема получения строительных тепло-звукоизоляционных плит и поточная линия для его осуществления:

1- кипоразборщик; 2- питающий транспортёр; 3- вертикальный разрыхлитель; 4- загрузочное окно; 5- выходное окно; 6- лопатки разрыхлителя; 7- камера с форсунками; 8- агрегат приготовления и подачи вяжущего; 9- смеситель; 10- вход смесителя; 11- выход смесителя; 12- шнек; 13- разрыхлительный механизм; 14- калибрующий узел; 15- транспортёр; 16- форма.

ТеЗИП предназначен для утепления ограждающих конструкций и устройства звукоизоляционных прокладок или слоев в полах при строительстве. Полученные в лаборатории образцы ТеЗИП прошли необходимые испытания у строительных, пожарных и санитарно-эпидемиологической государственных служб, где материал получил положительные заключения на его использование. Разработанная технология позволяет экономически выгодно решить проблему производства теплозвукоизоляционных плитных материалов для строительства из местных сырьевых ресурсов, значительно уменьшить транспортные издержки, улучшить экологическую обстановку района и обеспечить занятость населения. Схема расположения линии по производству тепло-звукоизоляционных плит (ТУ 63-070-ОП-93-90) из отходов текстиля, деревообработки и макулатуры представлена на рисунке 1.5.

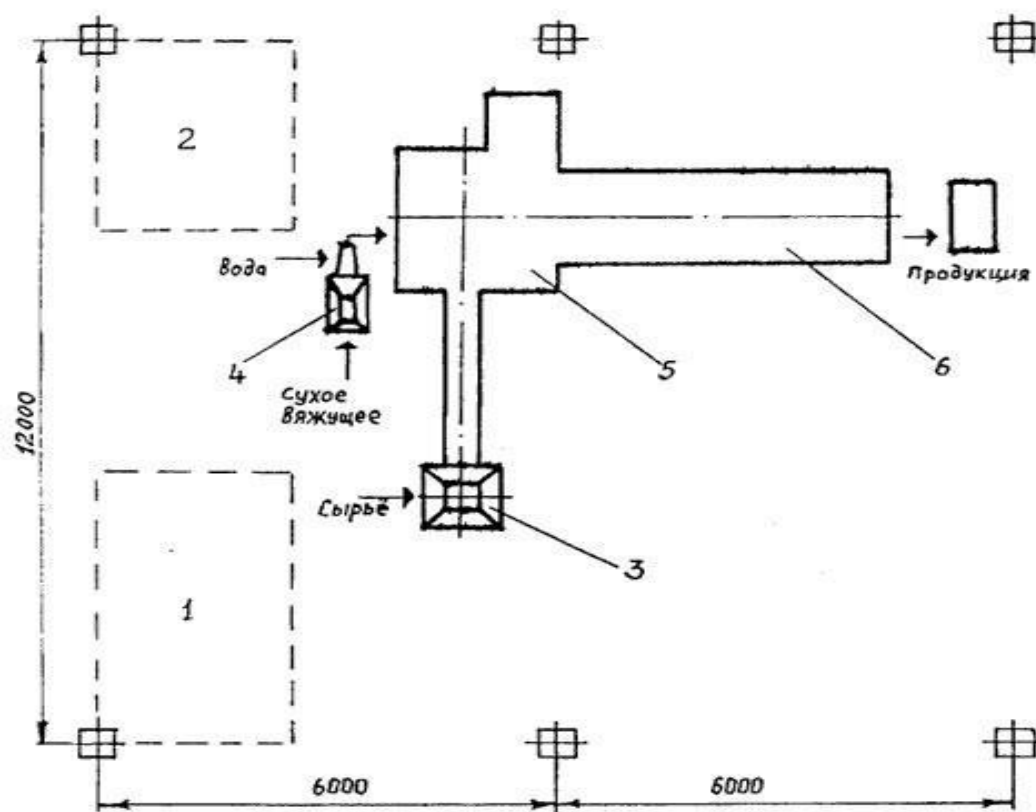


Рисунок 1.5 - Схема расположения линии по производству тепло-звукоизоляционных плит: 1-Промежуточный склад (макулатура, текстиль, опилки); 2-Склад вяжущего (гипс); 3-Питающий транспортёр; 4-Агрегат приготовления и подачи вяжущего; 5-Перемешивающая часть; 6-Формирующая часть.

Обеспечение максимально эффективной переработки текстильных отходов потребления и производства для дальнейшего производства полезных для общества изделий и материалов является приоритетной задачей научно-технического прогресса в сфере применения вторичных ресурсов. Это поможет не только избежать негативного влияния отходов на окружающую среду и, соответственно, на здоровье человека, но и обеспечит значительную экономию природных ресурсов, а также средств на их разработку.

Большинство видов текстильных отходов, и в частности изготовленных из химических волокон, по своим техническим характеристикам не только ни в чем не уступают первичному сырью, но и иногда превосходят его.

В результате проведенного анализа методов переработки отходов швейно – трикотажного производства было выявлено, что широкое внедрение технологий для переработки текстильных отходов и вторичного сырья для производства изделий широкого потребления и промышленного назначения раскрывают большие возможности для снижения себестоимости продукции и экономии средств. При выборе некоторых из рассмотренных выше технологий и оборудования прежде всего необходимо учитывать экономический эффект от их внедрения, который зависит от следующих факторов: цены оборудования,

расходов на внедрение, производительности труда, трудовых ресурсов и объема производства. Необходимо также учитывать возможность применения изделий и потребность в них. При комплексном решении проблемы необходимо особое внимание уделить качеству изделий.

Очевидным является то, что проблема эффективного использования текстильных технологических отходов и вторичного сырья является многосторонней и требует творческого подхода. Для этого необходимо внедрять самые разные технологии по переработке отходов, создавая разнообразную продукцию. Производственные мощности по переработке отходов можно уже сейчас размещать на свободных площадях действующих предприятий.

### **1.3 Анализ воздействия отходов швейно-трикотажного производства на эколого-экономический ущерб окружающей среде от в Казахстане и за рубежом**

Анализ научно-технической литературы показал, что в действительности на данном этапе развития науки сведений по переработке отходов швейно-трикотажной промышленности в промышленных масштабах недостаточно. Отходы производства представляют собой материалы, подвергнутые очень сложной технологической переработке, обладающие определенным химическим составом и свойствами, находящиеся в определенном агрегатном состоянии, выпускаемые предприятием регулярно и в достаточно больших количествах. При этом перед исследователями стоит важная задача получения из отходов качественных изделий при минимальных материальных и энергетических затратах. За счет вовлечения в производство отходов при выпуске готовой продукции происходит максимальное использование действующего производственного потенциала предприятий, снижаются материальные и топливно-энергетические затраты на изготовление изделий.

Учеными на данный момент выполнен ряд успешных работ в области получения высококачественных материалов из отходов производства. Но все они в основном касаются переработки бытового мусора. Разработке устройств по переработке отходов швейно-трикотажного оборудования посвящены труды С.С. Рашитдинова, А.Г. Арутюнова, Д.А. Раджиева, Н.Н. Петканова., Д.Г. Урумова., В.П. Чернев, В.И. Киселева, И.В. Позднеева, Д.А. Ремпе, Е.А. Васильева и др. Разработке методов оценки качества получаемой пряжи вторичного использования, выбора типов и параметров устройств для переработки отходов пряжи в конкретных условиях и перспективам использования их в швейно-трикотажной промышленности посвящены работы У.Т. Астбери, М. Фюгельмана, Г.М. Эббота, И.А. Архангельского, Мака Клири и др.

Из опубликованных статей в научных журналах и изданных книг и брошюр известно, что в аналогичных направлениях проводились и проводятся исследования в странах дальнего (США, Канада, Швеция, Японии и др.) и ближнего (Россия, Украина, Белоруссия) зарубежья.

Из анализа видов, характеристик отходов швейно-трикотажного производства и методов их переработки, можно сказать, что они в основном перерабатываются в нетканые материалы различного назначения или в более простую по технологии изготовления продукцию в виде пакли, ваты мебельной и технической, обтирочных концов и т.д. Перечисленные технологии переработки отходов сопровождаются значительным выделением неорганической и органической пыли от оборудования (при дроблении и размалывании материалов). В результате концентрация текстильной пыли в производственном помещении превышает предельно-допустимые концентрации (ПДК) [26; 30].

Текстильная пыль представляет собой смесь многих компонентов: измельченные в порошок растительные примеси, волосы, волокна, бактерии, грибки, ядохимикаты, частицы почвы и другие примеси. По статистическим данным, основную массу пыли на предприятиях первичной обработки волокнистых материалов составляют частицы размерами до 4 мкм. Так, например, в состав пыли трикотажных фабрик входит 72,5÷90% частичек размерами менее 3,75 мкм [27; 31].

Текстильную пыль подразделяют на органическую и минеральную. Органическая пыль состоит из волокон растительного (льняное, хлопковое, пеньковые и др.), животного (шерстяные, шелковые) и химического (искусственные и синтетические) происхождения, из шелухи, костры, грибков, пуха и т.д. Минеральная пыль состоит из частиц почвы, шлихты, красителей, отделочных препаратов и т.п.

Наиболее вредны пылинки размером до 5 мкм, так как они способны проникать в альвеолярные каналы легких. Пылинки размером 10 мкм и более задерживаются в верхних дыхательных путях и бронхах. Пыль оказывает два специфических воздействия: токсическое (растворимая пыль) и фиброгенное (нерастворимая пыль). Растворимая пыль очень быстро попадает в систему кровообращения, а нерастворимая – проникает через органы дыхания вплоть до легких, вызывая болезни органов дыхания. Волокнистая пыль швейно-трикотажных предприятий нетоксична, но из-за тонкодисперсности она может оказывать фиброгенное воздействие [29,с.51; 31,с.45].

На скорость оседания пыли, то есть способность находиться во взвешенном состоянии, влияет дисперсность пыли. Это способствует ее прониканию в органы дыхания. Степень вредного и опасного воздействия волокнистой пыли на организм человека зависит от ее физико-химического состава, химических свойств, дисперсности пылинок, их формы и размера, концентрации в воздухе, наличия в ней микроорганизмов, бактерий и т.д. (таблицы 1.8, 1.9) [27].

Концентрация выброса вредных веществ в десять раз превышает ПДК максимально-разовую. Вредные вещества с высоким классом опасности, такие как оксид углерода, ацетон, аммиак и др. практически не улавливаются и выбрасываются в атмосферу.

Таким образом, производство и переработка волокон и текстильных материалов сопровождается выделением значительных объемов запыленного



воздуха из систем аспирации и пневмотранспорта волокна. Выделяющаяся пыль разнородна, как по своему природному, так и по дисперсному составу.

Таблица 1.8 – Дисперсность пыли, %, в воздухе рабочей зоны оборудования для переработки отходов швейно-трикотажного предприятия

Оборудование	Дисперсность пыли, %, при размере частиц, мкм					
	0÷2	2÷4	4÷6	6÷8	8÷10	свыше 10
Разрыхлительная машина	77,4	11,8	3,1	1,0	2,4	4,3
Трепальная машина	73,5	13,2	4,4	2,0	2,6	4,3
Чесальная машина	71,6	8,4	2,2	0,8	1,6	15,4
Прядильная машина	60,6	16,1	5,3	3,2	3,2	11,6

Таблица 1.9 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу на участках переработки отходов швейно-трикотажных предприятий

Наименование вещества	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>	ПДК с.с. мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Пыль шерстяная	0,2	0,05	3
Пыль неорганическая	0,5	0,15	3
Пыль древесная	-	0,1	-
Оксид углерода	5,0	3,0	4
Серная кислота	0,3	0,1	2
Формальдегид	0,035	0,003	2
Щелочь	-	0,01	-
Анилин	0,05	0,03	2
Оксиды азота	0,085	0,04	2
Синильная кислота	-	0,01	2
Хромовый ангидрид	0,0015	0,0015	1
Уксусная кислота	0,2	0,6	3
Хлористый водород	0,2	0,2	2
Оксиды серы	0,5	0,05	3
Углеводороды нефти	5,0	1,5	4
Оксид железа	-	0,04	3
Соединение марганца	0,01	0,001	2
Оксид кремния	-	0,02	-
Ацетон	0,35	0,35	4
Аммиак	0,2	0,04	4

Кроме технологических и экологических проблем, возникающих вследствие запыленного воздуха, для отходов швейно-трикотажной промышленности характерно непостоянство состава и свойств, что затрудняет их использование, и поэтому они очень часто отправляются на полигон твердых бытовых отходов (ТБО). Причем наибольшее количество случаев возникновения причин потери материалов происходит в раскройно-швейном

производстве [28]. В целом, структура использования трикотажного полотна (рисунок 1.6) при изготовлении швейного изделия, выглядит следующим образом:

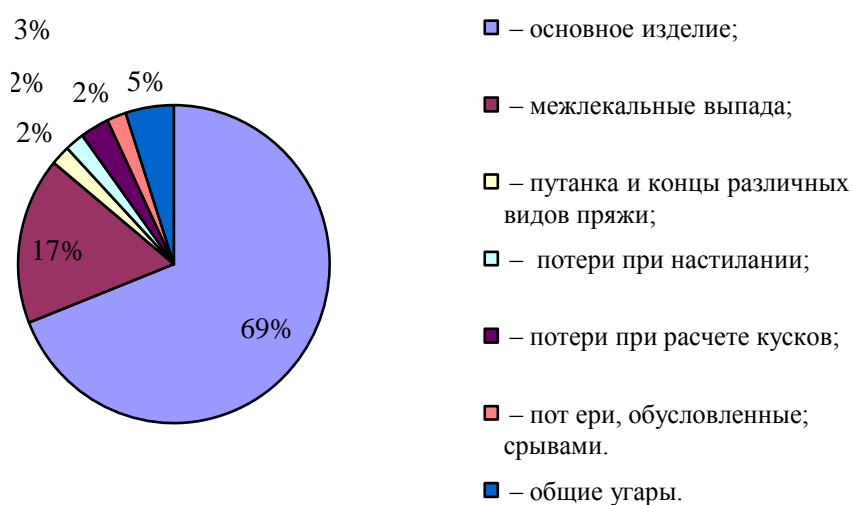


Рисунок 1.6 – Структура использования трикотажного полотна при изготовлении швейного изделия.

Известно, что состав используемого сырья в швейно-трикотажной промышленности состоит из различных видов волокон, как натуральных, так и химических [28]. Захоронение твердых бытовых отходов осуществляется в приповерхностной геологической среде. В этих условиях отходы подвергаются интенсивному биологическому разложению, которое вызывает генерацию свалочного газа.

При складировании ТБО на полигонах процесс разложения протекает по-разному, в зависимости от условий аэрации. В верхнем слое, куда проникает атмосферный воздух, идут аэробные процессы, а в более глубоких слоях, где отсутствует кислород, процессы носят анаэробный характер. В зависимости от условий захоронения, газогенерация в свалочном теле протекает в течение 10-15 лет, при этом удельный выход газов составляет 12-200м<sup>3</sup> на тонну ТБО [33]. Выделяющиеся и свободно распространяющиеся свалочные газы в окружающей среде вызывают ряд негативных эффектов как локального, так и глобального масштабов, а также приводит к загрязнению атмосферы прилегающих территорий токсичными и дурно пахнущими соединениями. Серосодержащие и азотные газы, вступая в реакцию с каплями воды, образуют слабо серную и азотную кислоты, т.е. выпадают на землю в виде кислотных дождей.

Твердые промышленные и бытовые отходы (ТП и БО) засоряют и захламляют окружающий нас природный ландшафт. Кроме того они могут являться источником поступления вредных химических, биологических и биохимических препаратов в окружающую природную среду. Это создает определенную угрозу здоровью и жизни населения поселка, города и области, и целым районам, а также будущим поколениям [33]. То есть, эти ТП и БО нарушают экологическое равновесие. С другой стороны ТП и БО следует рассматривать как техногенные образования, которые нужно промышленно-значимо характеризовать содержанием в них ряда ценных практически бесплатных компонентов, черных, цветных металлов и других материалов, пригодных для использования в металлургии, стройиндустрии, машиностроении, в химической индустрии, энергетике, в сельском и лесном хозяйстве, а также в текстильной промышленности.

Влияние потока ТБО остро сказывается на глобальных геохимических циклах ряда биофильных элементов, в частности органического углерода. Так, масса этого элемента, поступающего в окружающую среду с отходами, составляет примерно 85 млн. тон в год, в то время как общий естественный приток углерода в почвенный покров планеты составляет лишь 41,4 млн. тонн в год [34].

Необходимость проведения фундаментальных исследований по данному направлению связана с новым шагом в развитии таких наук, как материаловедение текстильной промышленности, технологическое оборудование отрасли, ресурсосберегающие технологии и др. Важнейшим направлением в этом плане является повторное использование отходов производства для получения готовой продукции, которое в значительной мере снижает использование природных ресурсов и, следовательно, загрязнение окружающей среды, вследствие того, что объем работ и энергии, затрачиваемых на переработку отходов, в 2-3 раза становится меньше, чем при первичном производстве.

Стремительное образование все большего количества отходов является предметом беспокойства Европейского Союза. Ежегодно в странах - членах Союза образуется 1,3 млрд. т отходов, т.е. 3,5 т на каждого жителя. Этот объем включает муниципальные, промышленные и другие виды отходов, за исключением сельскохозяйственных. В общем объеме отходов выделяют пять основных потоков: промышленные отходы (26%), отходы горнодобывающей промышленности (29%), строительные отходы (22%) и твердые бытовые отходы (14%). Из этого объема 27 млн. т (2%) являются опасными отходами.

Совершенствование системы управления отходами признается сегодня главной проблемой в области охраны окружающей среды. Основные шаги по решению этой проблемы были определены на Международной конференции по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в сентябре 2002 г. Они включают, в т.ч.: «предотвращение и минимизацию отходов и максимальное повторное использование, вторичную переработку ресурсов; а также применение альтернативных экологически безопасных материалов, предполагающее участие правительств и всех заинтересованных сторон, с целью

минимизировать неблагоприятное воздействие на окружающую среду и повысить эффективность ресурсов».

Таким образом, ЕС стремится к значительному сокращению объемов образуемых отходов. Это может быть сделано за счет новых инициатив по сокращению отходов, более эффективного использования ресурсов, а также путем поощрения перехода к более устойчивым моделям потребления. Эти меры должны способствовать снижению объема отходов, идущих на окончательную утилизацию, на 20% в период с 2000 по 2010 гг. и на 50% к 2050 г.; при этом особое внимание должно быть уделено снижению количества опасных отходов. В целом, количество отходов должно расти на 15% медленнее, чем ВВП [35].

При составлении международных и национальных планов и стратегий обращения с отходами законодательство ЕС предписывает руководствоваться т.н. «иерархией отходов», представленной в Рамочной директиве по отходам. Развитие специальных технологий переработки и утилизации отходов позволило расширить и конкретизировать эту иерархию (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 - Международная «Иерархия отходов» (варианты способов обращения с отходами по мере снижения их предпочтительности)

В Польше, в соответствии с «Законом об отходах», текстильные отходы, предназначенные для переработки, с технической точки зрения разделяют на три основные группы:

- чистые отходы (одежда и домашний текстиль), процесс вторичной переработки которых не требует проведения дополнительных операций, связанных с химической или биологической подготовкой (дезинфекцией), а технология рециклинга является экологически чистой;

- загрязненные отходы (напольные покрытия, автомобильный текстиль), требующие подготовки к рециклингу. Это специфическая группа текстильных отходов, характеризующаяся разной конструкцией волокнистого слоя и нижнего слоя, образующих так называемый текстильный композит. В зависимости от рода покрытия и его назначения, период его эксплуатации в настоящее время колеблется от 3 до 10 лет. Можно сейчас оценить, что в Польше образуется около 160 тыс. т/год таких отходов. Использование такого количества многокомпонентных отходов, без разработанных методов и соответствующей инфраструктуры, создает в настоящее время серьезные проблемы с их складированием;

- медицинские отходы, которые представляют собой реальную опасность для окружающей среды, их нужно подвергнуть физической утилизации или контаминации, если их использование в виде вторичного сырья разрешено санитарными службами [37].

Главным источником текстильных отходов в Польше в настоящее время являются домашние хозяйства - это около 9% объема рынка текстиля. В соответствии с нормативными требованиями Еврокомиссии (ЕС) мероприятия в области утилизации и рециклинга текстильных отходов должны к 2020 году довести эту долю до 55% (около 250 тыс. т/год), то есть до уровня, близкого к объему польского рынка текстиля в 2007 году [38].

В России разработаны и исследованы некоторые способы использования вторичного сырья. Например, из отходов шерстяного производства изготавливается нетканый материал в качестве утеплителя для садовых домиков, изготовление объемных изделий из отходов гибких листовых и рулонных материалов, получения белковой кормовой добавки из отходов шерстяной промышленности и др. [28].

В Польше отходы льноволокна используются для производства плит и облицовочного материала для полов. Венгрия делает изоляционные панели с применением отходов льноволокна. В ФРГ и Бельгии выпускают строительные плиты из отходов переработки льна и конопли коротковолокнистого, отходы синтетических волокон используют как союз при производстве кровельных покрытий. В ФРГ разработана технология отходов ковроткачества в плиты методом прессования. В состав сырья входит 70 - 85% отходов и 15-30% пенополиуританитана.

В Кыргызстане отходы швейных и трикотажных цехов состоят из химических, хлопковых и смешанных волокон, которые вследствие отсутствия щипального оборудования не могут быть разволокнены и переработаны в продукцию соответствующего назначения. Поэтому они чаще всего используются как обтирочный материал или просто подвергаются уничтожению посредством сжигания или выбрасываются на свалку. Также отходы применяются для набивки при изготовлении мягкой мебели, шерстяные волокна направляются на изготовление одеял и ватина. Отходы от швейных цехов выбрасываются или используются для отопления бань и домов. Отходы от чесальных цехов находят применение при изготовлении мягкой мебели и

мягких игрушек и делятся на два вида: отходы от чесания шерсти; отходы от чесания хлопковой ваты [39].

В Казахстане проблема переработки отходов стоит остро. Общий объем накопленных ТБО в Казахстане составляет около 100 млн. тонн, при этом ежегодно образуется уже порядка 5-6 млн. тонн ТБО. К 2025 году эта цифра может вырасти до 8 млн. тонн, при этом образующиеся отходы размещаются на полигонах без предварительной сортировки и обезвреживания [24]. В таблице 1.10 ниже показаны данные по отходам за 2014-2016гг.

Таблица 1.10 – Объем образованных отходов в Республике Казахстан по годам

Показатели, тонны	2014г.	2015г.	2016г.
Объем отходов производства, поступивших на сортировку	2813880	2772253	3426856
Объем отсортированных текстильных отходов	80	6	1
Объем текстильных отходов, направленных на обработку	80	6	1

Прогнозы образования текстильных отходов в Республике Казахстан представлены на рисунке 1.8. В период с 2014 по 2015 гг. всего в Республике образовано около 19,3 млн. тонн твердых бытовых отходов, из них текстильные отходы составляют 1,09 тыс. тонн. В период с 2016 по 2020 годы в среднем в год будет образовано 6,7 млн. тонн ТБО, а в 2021-2030 годах – 8,3 млн. тонн ТБО в год.

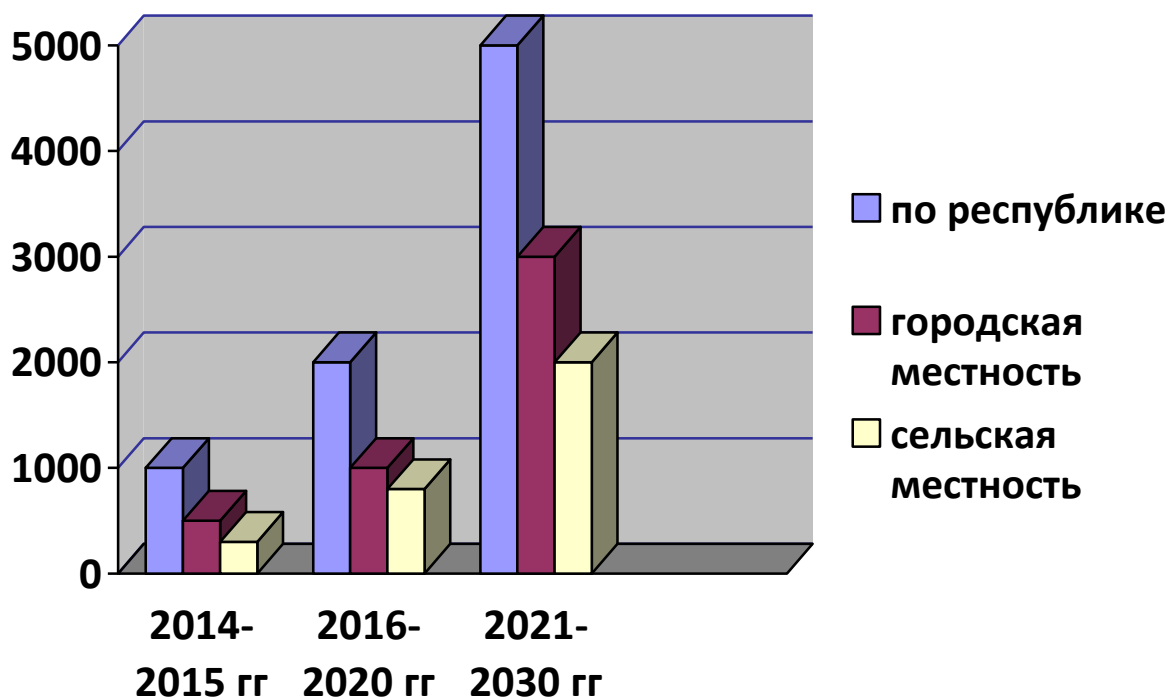


Рисунок 1.8 - Динамика образования текстильных отходов в Республике Казахстан

Нарастающая динамика образования отходов отражает рост уровня благосостояния населения и рост экономики Республики Казахстан. Однако, становится актуальной систематический, программный подход к модернизации и усовершенствованию системы обращения с отходами, в том числе с текстильными, без которого решение проблем отходов невозможно [25].

Проблема рециклинга технологических отходов и вторичного текстильного сырья стала в последние годы одним из исследовательских заданий, которым чаще всего посвящено внимание ведущих научных центров, занимающихся проблематикой текстильного производства.

В США, в частности, такими центрами являются: Georgia Institute of Technology; University of Alabama; Auburn University. Эти вузы занимаются рядом программ, финансируемых как из федеральных средств, так и промышленностью. Проблемы, над которыми работают центры, охватывают как организационные, так и технологические аспекты: логистику сбора вторичного текстильного сырья, материальный рециклинг с учетом разных продуктов утилизации, например, композитов и ламинатов, армирование бетона, стабилизирование грунта, химический рециклинг и др. [40, 41].

В Западной Европе заслуживает внимания проект RECAM (Recycling of Carpet Materials), в котором участвуют производители капролактама фирмы DSM (Голландия) и EniChem (Италия), а также предприятия европейской ковровой промышленности, в частности, GuT и TFI, а также ряд специализированных институтов.

Оборудование для расслоения и измельчения текстильных отходов строится рядом западных фирм, к ним относится также Bielmatex в Польше. Это высокопроизводительные агрегаты, предназначенные, прежде всего, для переработки отходов прядильного, ткацкого и конфекционного производства.

Проведенный обзор и анализ состояния отрасли выявил основные направления работ по переработке отходов швейно-трикотажного производства и показал, что в зарубежной практике при переработке отходов используют очень дорогостоящие технологии и оборудование. Поэтому разработка усовершенствованных методов и устройств для переработки отходов швейно-трикотажного производства в Казахстане имеет коренное значение в деле максимального вовлечения материальных и сырьевых ресурсов для выпуска изделий широкого потребления. Особенно актуальна она в настоящее время, когда большие предприятия швейно-трикотажной промышленности прекратили свое существование и создаются в основном малые, частные предприятия, которым не по средствам устанавливать новое экологически безопасное оборудование для переработки отходов производства. Далее, во второй главе, предлагается собственный вариант развития швейно-трикотажной отрасли, наименее затратный. Разработанные методы и устройства переработки отходов могут быть применены на любом швейно-трикотажном предприятии и позволят кроме решения экологической проблемы получить предприятию дополнительную прибыль от реализации ценного сырья. В этом есть острейшая необходимость – не только экологическая, но и экономическая.

## **Выводы по первому разделу**

1. Практически любое производство продукции (выполнение работ, оказание услуг) ведёт к возникновению отходов. Они являются побочным продуктом хозяйственной деятельности. Отдельные виды отходов организация может вовлекать в оборот в качестве дополнительных источников сырья.

2. Объем отходов увеличивается из-за устаревшего оборудования и несовершенной технологии производства. Это связано со следующими причинами: малые финансовые вложения в отрасль со стороны государства, сужение внутреннего рынка, утрата большей части сырьевой базы, физический и моральный износ производственного оборудования большинства предприятий.

3. Значительная часть отходов сохраняет потребительские свойства и при соответствующей обработке может быть использована в производстве изделий широкого потребления. Выбор технологии переработки отходов во многом зависит от волокнистого состава используемого сырья и наличия специализированного оборудования на предприятии.

4. Наибольшее количество отходов на швейно-трикотажном предприятии образуется в раскройно-подготовительном производстве. Наибольшие из них: межлекальные выпады 17%, потери, обусловленные срывами 5%.

5. Существующие технологические процессы переработки отходов швейно-трикотажного производства сопровождаются интенсивным выделением вредных веществ, которые загрязняют рабочую зону и ОС, вызывая ухудшение условий работы людей и оборудования.

6. Кроме технологических и экологических проблем, возникающих вследствие запыленного воздуха, для отходов швейно-трикотажной промышленности характерно непостоянство состава и свойств, что затрудняет их использование, и поэтому они очень часто отправляются на полигон твердых бытовых отходов (ТБО)

7. Под полигоны (свалки) твердых бытовых отходов ежегодно отчуждается около 10 тыс. га пригодных для использования земель. Твердые промышленные и бытовые отходы (ТП и БО) засоряют и захламляют окружающий нас природный ландшафт. Кроме того, они являются источником поступления вредных химических, биологических и биохимических препаратов в окружающую природную среду.

8. Исследование и разработка методов и устройств для переработки отходов швейно-трикотажного производства требуют безотлагательного решения в связи с дефицитом сырья и его высокой стоимостью.

В связи с выше изложенным [42], разработка усовершенствованных технологий производства для переработки отходов легкой промышленности имеет коренное значение в деле максимального вовлечения материальных и сырьевых ресурсов для выпуска изделий широкого потребления. Использование сырьевых и материальных ресурсов являются определяющим направлением сохранения экологически чистой окружающей среды, сокращения топливно-энергетических ресурсов. Это позволит не только уменьшить нагрузку на биосферу, но и получить дополнительный источник продукции.



## **2 Разработка экологически целесообразных методов и устройств для переработки отходов трикотажного производства**

### **2.1 Анализ путей исследования проблемы**

В последние годы в мире большое внимание уделяется разработке и созданию новых ресурсосберегающих технологий во всех отраслях. В первую очередь эта проблема должна быть решена в наиболее материалоемких отраслях народного хозяйства, к которым относится швейно-трикотажное производство.

В связи с высокой стоимостью сырья, которое составляет значительную долю в общем объеме материальных затрат в производстве тканей, возникает необходимость экономного подхода к его использованию и внедрению новых малоотходных и безотходных технологий [43].

Основными тенденциями, характерными для развития техники и технологии в настоящее время, являются: стремление к повышению производительности и надежности оборудования, повышение качества готового продукта, непосредственное или косвенное снижение энергетических и материальных затрат, необходимость охраны окружающей среды, создание современной аппаратуры для контроля и – управления технологическими процессами.

Кроме того, отечественный опыт переработки отходов указывает, как правило, на характерное решение локальных проблем. В то же время высокая стоимость зарубежных поточных линий при постоянном недостатке собственных оборотных средств на предприятиях текстильной и легкой промышленности показывает, что необходимо создание собственного оборудования в поточных линиях для переработки отходов с использованием для этих целей научно-технического потенциала, что будет связано с меньшими затратами и созданием новых рабочих мест как непосредственно на машиностроительных предприятиях, так и на предприятиях текстильной отрасли. И все это будет направлено на снижение напряженности с сырьем и общий подъем экономики предприятий [44].

В последние годы ведутся работы по созданию технологии и оборудования для получения сырья из отходов и изыскания более эффективных способов использования этих сырьевых ресурсов в швейно-трикотажном производстве. Проблема изыскания новых, более эффективных способов использования сырьевых ресурсов текстильной промышленности – стала являться одной из важнейших ресурсосберегающих экономических и экологических задач.

Именно решению одной из эколого – экономических задач посвящен данный раздел. Например, в процессе вязания, при недостаточно внимательном и квалифицированном обслуживании машин, в результате неполадок в их работе могут возникнуть такие дефекты как нарушение рисунка, набор петель или образование увеличенных петель, перекося петельных рядов, провяживание в жаккардовых полотнах петель из не того цвета, смещение раппорта рисунка,

образование на полотнах комбинированного переплетения неразглаживающихся заломов. Вследствие чего при настилении полотна с дефектами возникает необходимость перестилать слои в соответствии с раскладкой лекал таким образом, чтобы дефекты при вязании попадали в межлекальные отходы [45, с.34].

К отходам при вязании относятся также срывы, т.е. купоны, не полностью связанные из-за обрыва нити, или купоны, которые не могут далее обрабатываться из-за неисправимых дефектов. Количество отходов от срывов определяют исходя из повторяемости и средней массы срывов. В некоторых случаях, срывы подвергаются распусканию и в дальнейшем пряжа применяется повторно для вязания. Распускание на малых предприятиях, оснащенных плосковязальным оборудованием, обычно осуществляется вручную, что занимает дополнительное время у вязальщицы, т.е. увеличивает ее загруженность, кроме того, после ее наматывания пряжи на паковку, необходимо перемотать пряжу на мотальной машине для получения паковки с качественной крестовой намоткой, необходимой в процессе вязания на вязальной машине [42].

Рассматривая вопрос разработки экологически целесообразных методов и устройств для переработки отходов трикотажного производства в ходе проведения анализа патентной литературы выявлен недостаток устройств для переработки трикотажных отходов.

Например, известно устройство для размотки нити, содержащее паковкодержатель с тормозным шкивом, взаимодействующий с тормозной колодкой. С целью обеспечения постоянства натяжения нити паковкодержатель и тормозная колодка смонтированы на раме посредством рычагов с возможностью поворота вокруг оси, параллельной оси паковкодержателя [46].

Недостатками этого устройства являются громоздкость и металлоемкость, неудобство подхода к деталям регулирования и невозможность регулирования без останова машины. Кроме того, не исключена возможность перекосов. Конструкция защелки не позволяет использовать катушки различного типа.

Известно также устройство для размотки материала, содержащее держатель катушки с гильзой, закрепленной на оси, консольно-смонтированной в опоре, и механизм торможения катушки, включающий фрикционные диски и подпружиненную нажимную гайку, взаимодействующей с нарезкой, выполненной на оси [47].

Недостатком этого устройства является то. Что при установке необходимого натяжения нити нужно после некоторого закручивания нажимной гайки несколько раз останавливать и запускать машину, так как истинное натяжение создается за счет равенства моментов сил трения между корпусом бобинодержателя и втулкой, находящейся в зацеплении с пружиной кручения, второй конец которой закреплен на оси. Это затрудняет регулировку, требует затрат времени и ручного труда, снижает производительность.

Механизм фрикционного тормоза выходит за габариты как бобинодержателя, так и самой бобины, что затрудняет установку и съем

бобины. Шкала с указателем расположена за корпусом бобинодержателя, что также увеличивает габариты устройства. Для устранения этих недостатков, сотрудники Ташкентского специального конструкторского бюро С.С. Рашитдинов и А.Г. Арутюнов предлагают уменьшить габариты устройства, и повысить удобства обслуживания. Эта цель достигается тем, что механизм торможения расположен внутри гильзы, а ее ось смонтирована в опоре свободно и имеет средство для управления механизмом торможения, при этом на поверхности гильзы выполнен продольный паз, а нажимная гайка имеет палец, размещенный в этом пазу.

Кроме того, средство управления механизмом торможения имеет взаимодействующие между собой, шарнирно смонтированную на свободном конце оси, рукоятку и, жестко установленную на оси в гильзе держателя, подпружиненную втулку.

На рисунке 2.1 изображен общий вид устройства, на рисунке 2.2 – механизм сцепления в момент выведения оси из зацепления с корпусом бобинодержателя и разрез А-А.

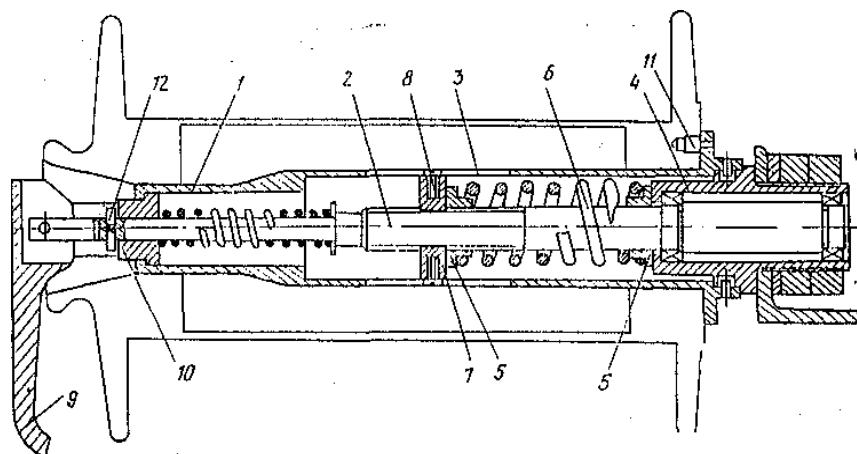


Рисунок 2.1 – Устройство для размотки материала

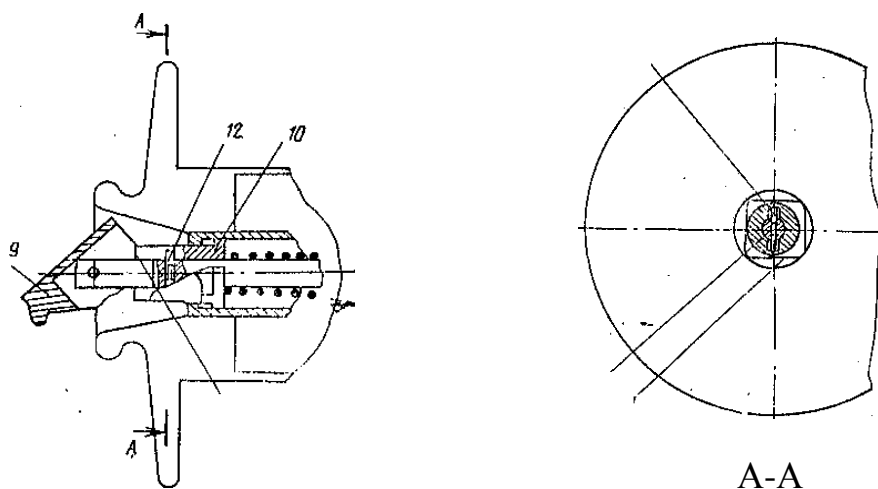


Рисунок 2.2 – Механизм сцепления в момент выведения оси из зацепления с корпусом бобинодержателя и разрез А-А.

Устройство содержит держатель катушки с гильзой 1, закрепленной на оси 2. На поверхности гильзы выполнен продольный паз 3. Ось 2 консольно-смонтирована в опоре 4. Устройство также имеет механизм торможения катушки, включающий фрикционные диски 5 и подпружиненную пружиной 6 нажимную гайку 7, взаимодействующую с прорезью, выполненной на оси 2. Нажимная гайка имеет палец 8, размещенный в пазу 3. Механизм торможения расположен внутри гильзы 1, а ее ось 2 смонтирована в опоре 4 свободно и имеет средство для управления механизмом торможения, которое имеет взаимодействующие между собой, шарнирно смонтированную на свободном конце оси 2, рукоятку 9 и, жестко установленную на оси 2 в гильзе 1 держателя, подпружиненную втулку 10.

Устройство работает следующим образом: Рукоятку 9 поворачивают и располагают вдоль оси держателя. Далее одевают бобину на держатель, фиксируют ее на поводке 11 и зажимают рукояткой 9, возвращая ее в исходное положение. При размотке бобина вращается с держателем и осью 2. Торможение держателя и натяжение нитевидного материала осуществляется за счет трения фрикционных дисков 5 об опору 4 и нажимную гайку 7. Фрикционные диски 5 получают нагрузку от пружины 6. Для увеличения натяжения длинномерного материала поворачивают рукоятку 9 до фиксации лыски на торце втулки 10 и таким образом выводят втулку 10 из контакта со штифтом 12 и квадратным сечением торца держателя 1 и прекращают вращение оси 2.

Одновременно с выводом оси 2 из зацепления с держателем 1 нажимная гайка 7, вращаясь вместе с держателем 1, перемещается по оси 2 и сжимает пружину 6, которая действует на фрикционные диски 5 и увеличивает натяжение материала. После изменения натяжения рукоятку 9 возвращают в первоначальное положение и вновь вводят ось 2 в зацепление с держателем 1. При этом прекращается как перемещение наружной гайки 7 по оси 2, так и увеличение торможения и натяжения нити. Для ослабления пружины 6 и натяжения рукоятку 9 вращают несколько быстрее вращения бобины в том же направлении.

При необходимости, предварительное заданное торможение держателя создают до установки бобины на держатель. Для этого поворачивают рукоятку 9 до фиксации лыски на плоскости втулки 10, выводят ось 2 из зацепления с корпусом держателя 1 и вращают ось 2 в направлении обратном ее вращению в рабочем положении. При этом гайка 7 навинчивается на ось 2 и по ее перемещению вдоль шкалы (не показана), расположенной на поверхности корпуса рядом с пазом 3 определяют заданное торможение держателя 1.

Предложенное техническое решение позволяет повысить качество продукта, производительность машины, удобство обслуживания машины и уменьшить ее габариты.

Известно также устройство для размотки нитевидного материала [48], содержащее паковкодержатель, соосно установленный с ним тормозной диск, фрикционные накладки и средство для выборочного ввода в контакт с тормозным диском фрикционных накладок.

Это устройство разработано с целью уменьшение габаритов и расширение технологических возможностей устройства. Это достигается тем, что в данном устройстве средство для выборочного ввода в контакт фрикционных накладок содержит концентричные втулки, установленные соосно с тормозным диском и смонтированные с возможностью осевого перемещения, и кулачковую шайбу, при этом фрикционные накладки расположены на торцах втулок, обращенных к диску, а противоположные торцы втулок контактируют с кулачковой шайбой. Кроме того, устройство имеет поворотный диск с отверстиями на концентричных окружностях и пальцы, свободно установленные в отверстиях липка и контактирующие одним концом с торцами втулок, а кулачковая шайба имеет несколько рядов торцовых выступов, расположенных по окружности и контактирующих с другим концом пальцев поворотного диска [49].

На рисунке 2.3 изображен общий вид устройства для размотки нитевидного материала, на рисунке 2.4 – разрез А-А и вид Б (на кулачковую шайбу).

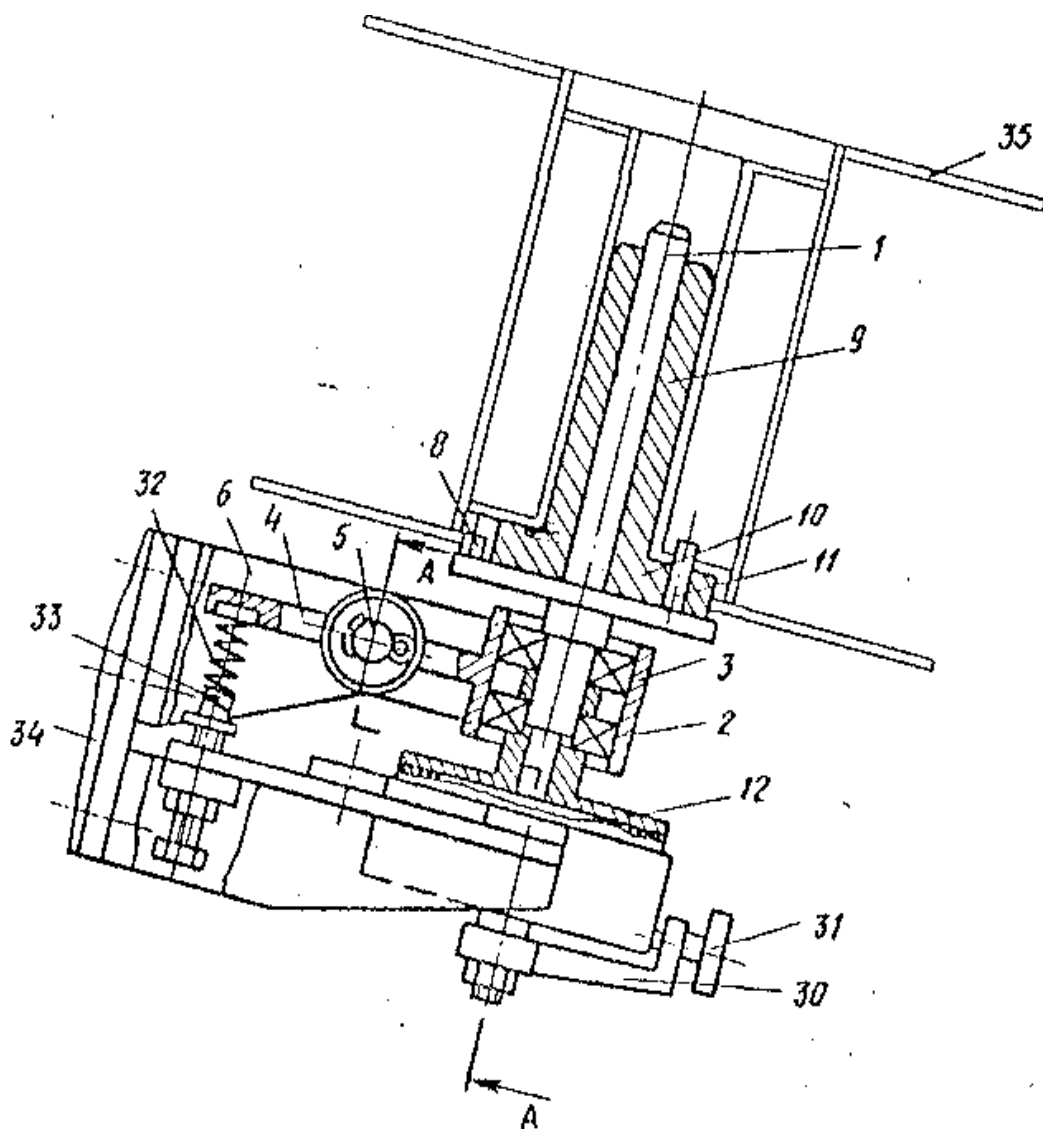


Рисунок 2.3 – Устройство для размотки нитевидного материала

Устройство содержит паковкодержатель 1, установленный в подшипниках 2 качения, смонтированных во втулке 3 двуплечего рычага 4, имеющего ось качения 5, смонтированную на кронштейне 6, который жестко установлен на стенке кронштейна 7. Паковкодержатель 1 снабжен поводком 8 и сменной втулкой 9 с фланцем 10, на котором укреплен поводок 11. С другой стороны на паковкодержателе 1 соосно укреплен тормозной диск 12, свободно опирающийся на одну из фрикционных кольцевых накладок сцепления 13, 14 и 15 или 16, наклепанных или наклеенных на торцы соответствующих им, концентрично расположенных одна в другой втулок 17, 18, 19 и 20 и установленных в стакане 21, жестко укрепленного на кронштейне 7, соосно с тормозным диском.

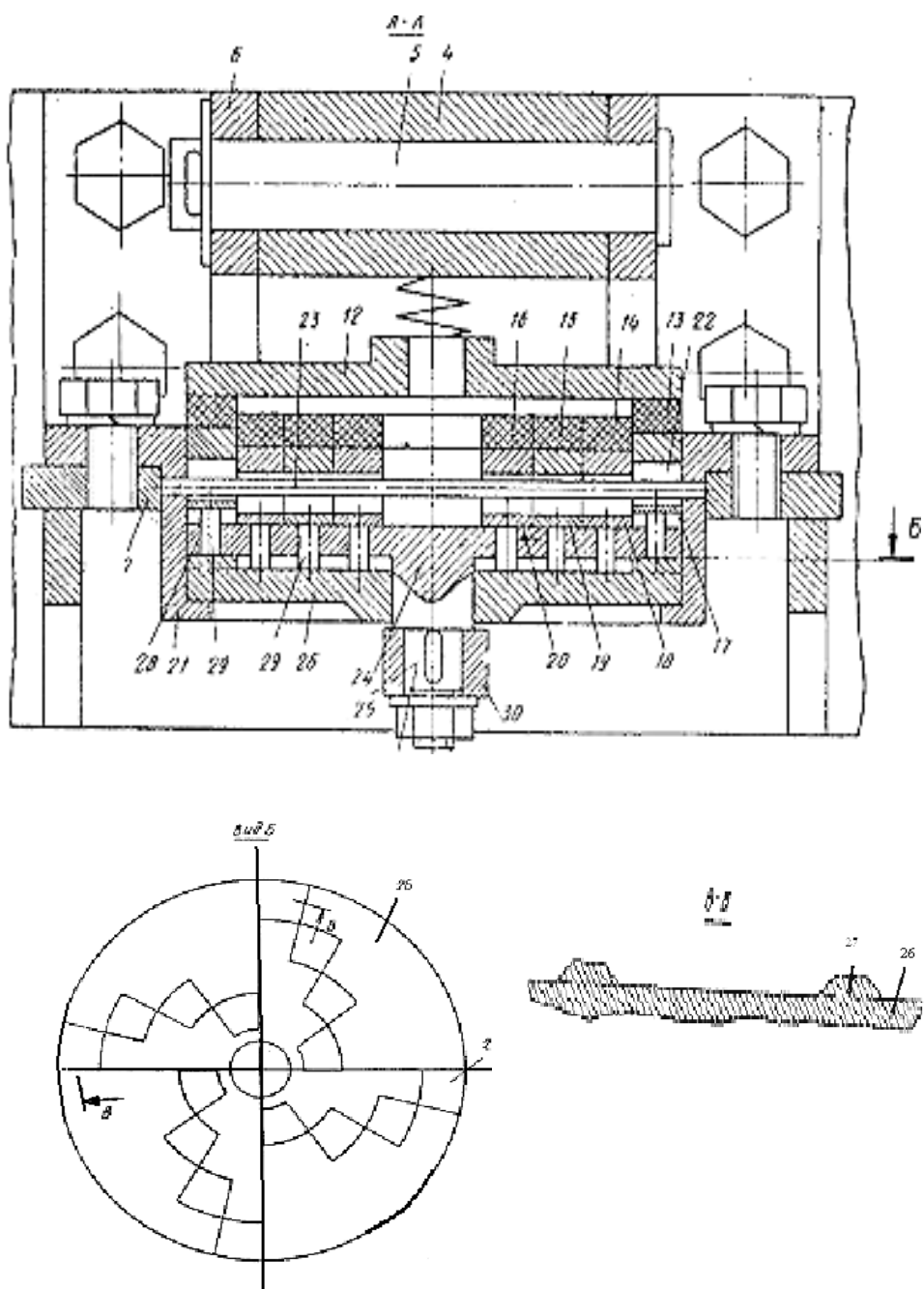


Рисунок 2.4 – Разрез А-А, вид Б (на кулачковую шайбу), разрез В-В

В стенках имеются пазы 22, через которые пропущен стержень 23, жестко закрепленный в стенках стакана 21. Под втулками 17, 18, 19 и 20 в стакане 21 размещен поворотный диск с хвостовиком 25 и жестко укреплена кулачковая шайба 26 с выступами 27. В диске 24 имеются отверстия 28, расположенные на концентричных окружностях. Через отверстия свободно пропущены пальцы 29, контактирующие одним концом с торцами втулок 17, 18, 19 и 20, а другие концом – с кулачковой шайбой 26.

На хвостовике 25 жестко укреплен рычаг 30, на котором смонтирован пруженный фиксатор 31, взаимодействующий с отверстиями на наружной поверхности стакана 21. Двуплечий рычаг 4 подпружинен с помощью пружины 32 и нажимного винта 33, укреплено на кронштейне 7. Кронштейн 7 жестко смонтирован на балке 34, которая крепится к раме, например, шпулярника линии для обрешивания металлокорда. Кронштейн 7 и балка 34 обеспечивают наклонное положение паковкодержателя по отношению к вертикальной плоскости, по крайней мере на 5-10°.

Устройство работает следующим образом. На паковкодержателе 1 насаживают шпулю 35 с металлокордом так, чтобы в отверстия, имеющейся на фланце шпули, вошел поводок 8, в случае применения импортных шпуль. В случае применения отечественных шпуль в начале на паковкодержатель 1 насаживают сменную втулку 9, фиксируя ее от произвольного вращения вокруг оси паковкодержателя с помощью поводка 8. А затем уже на сменную втулку навешивают шпулю с металлокордом таким образом, чтобы в отверстие на фланце шпули вошел поводок 11. Теперь, при стягивании металлокордной нити шпули последняя приводится во вращательное движение и передает крутящий момент на паковкодержатель 1, а следовательно и на тормозной диск 2. Последний при взаимодействии с неподвижной фрикционной кольцевой накладкой сцепления 13, создает тормозной момент, который определяет величину натяжения металлокордной нити. Величина тормозного момента зависит от усилия, действующего на фрикционную накладку, возникающего от веса металлокорда, веса деталей и усилия пружины 32. Поэтому при размотке нити от начала до конца происходит изменение усилия, действующего на фрикционную накладку, в два раза, а следовательно также изменяется тормозной момент. Поскольку на применяемых металлокордных шпулях паковки при размотке нити изменяется в два раза, то в процессе размотки происходит одинаковое изменение тормозного момента диаметра паковки, в результате чего сохраняется, практически, постоянное натяжение нити.

Роспуск срыва детали изделия может осуществляться вручную, путем наматывания пряжи на бобину, либо с помощью мотальных механизмов и устройств. В этом направлении интересна работа Харьковского института инженеров железнодорожного транспорта, в которой было предложено устройство для намотки нитевидного материала, содержащее шпиндель для установления катушки и раскладчик нити, снабженный втулкой с внутренней и наружной резьбами, необходимые для повышения качества намотки нити на катушку [50]. Устройство для намотки нитевидного материала, разработанное Украинским научно-исследовательским институтом швейной

промышленности, содержит бобинодержатель, средство стабилизации натяжения нити, рычаг с контролирующим роликом, коромысло и муфту, связанную с электрическим двигателем. От движения муфты зависит качество и скорость намотка нити [51].

Известно устройство для размотки длинномерного материала, предложенное Днепропетровским научно-исследовательским институтом резиновой промышленности. Устройство содержит раму с несколькими опорами, где смонтированы в шахматном порядке горизонтальные валы. Такое расположение валов позволяет повысить производительность труда и надежность работы устройства [52].

Выше рассмотренные работы касались устройств по размотке и намотке нитевидного материала, используемые текстильной промышленностью. Несомненный интерес представляют устройства для распускания трикотажных изделий. Среди них значительное место занимают устройства для распускания изделий с кругловязальных машин, основным элементом которых является крона. Так в работе крона, состоящая из полого валика и укрепленных на одном его конце изогнутых прутков, а на другом конце - двух дисков, один из которых имеет радикальные пазы и укреплен жестко, а другой установлен на оси и имеет дугообразные пазы, конечные точки которых соответственно совпадают с началом и концом радиального паза, причем прутки размещены в пазах обоих дисков и передвигают по ним для изменения размера кроны.

В этой кроне изогнутые прутки одним концом жестко закреплены, а другим могут передвигаться в пазах дисков, давая возможность раздвигаться концы по конусу. Однако такая конструкция кроны не создает равномерного натяжения изделия, надетого на нее. Это, в свою очередь, создает неодинаковые условия роспуска, которые влекут за собой запутывание и разрыв нити. Кроме того, раздвигание кроны производится вручную, что также влияет на натяжение изделия, так как его трудно отрегулировать.

С целью обеспечения равномерного натяжения изделия во время роспуска В.И. Киселевым, И.В. Позднеевым и Д.А. Ремпе предложена крона, которая содержит дополнительную пару аналогичных дисков, размещенных на противоположном конце вала, пружину кручения, и стопорный механизм при этом диски, имеющие дугообразные пазы; жестко соединены между собой, а пружина кручения и стопорный механизм установлены на противоположных концах вала.

Концы изогнутых прутков закреплены на сухарях, которые размещены призматической частью в дисках с радиальными пазами, а цилиндрической частью в дисках с дугообразными пазами.

Предлагаемая крона выгодно отличается тем, что раздвигается под действием пружины кручения. Характеристику пружины кручения легко подобрать таким образом, чтобы сила растяжения полотна была постоянной для трикотажных изделий с различных диаметров машин.

Кроме того, изогнутые прутки, передвигаясь в пазах верхних и нижних дисков, при равномерном натяжении изделия на кроне уменьшают запутывание и разрывы при роспуске, тем самым повышают качество получаемых нитей.



Известно также приспособление для надевания срыва Соломина Л.Г. [53], представляющее собой барабан с прижимными роликами по количеству распускаемых петельных рядов и приводным роликом с винтовой нарезкой, роспуска. Известное приспособление позволяет в некоторой степени стабилизировать положение зоны роспуска. Однако выполнение механизма перемещения изделия в виде ролика и его размещение вне барабана ухудшает условия обслуживания машины, затрудняет доступ к барабану и заправку нитей. Кроме того, установка механизма перемещения распускаемого изделия вдоль барабана с одной его стороны вызывает перекося изделия на барабане, ухудшая условия роспуска, а наличие винтовой нарезки на ролике и значительное усилие, необходимое для перемещения изделия, приводит к повреждению нитей, образующих трикотажное полотно.

С целью устранения этого недостатка в работе [54], разработана крона, содержащая механизм перемещения распускаемого изделия, выполненной в виде подпружиненной плиты, установленной соосно каркасу внутри него с возможностью поворота и вертикального перемещения, а плита соединена с каркасом посредством стоек, закрепленных в нижней части каркаса, при этом плита снабжена штангами с захватывающими элементами на концах, приспособлением для выражения штанг в горизонтальной плоскости и фиксатором нижнего положения плиты.

Кроме того, приспособление для выдвижения штанг выполнено в виде подпружиненного кулачка, свободно установленного на оси крана и пальца, неподвижно закрепленного на той же оси и связанного со штангами посредством тяг. Фиксатор нижнего положения плиты может быть выполнен в виде скосы, установленной в нижней части плиты с возможностью контактирования с упором, жестко закрепленным на оси кроны.

Использование предложенной кроны позволит значительно улучшить условия роспуска трикотажных изделий, так как обеспечивает возможность распускать изделия все время в одном и том же месте кроны. Длина нитей распускаемого изделия на участке от изделия до механизма намотки остается постоянной, что способствует улучшению условий намотки, следовательно, уменьшению количества возможных отходов нитей при последующей их переработке. Применение данной кроны ликвидирует захлестывание нитей, возникающее при использовании других крон, и способствует уменьшению обрывности нитей.

Размещение механизма перемещения распускаемого изделия внутри каркаса обеспечивает свободный доступ к узлам устройства для распускания трикотажных изделий, а его конструкция позволяет равномерно распределить усилия, направленные на перемещение изделия вдоль кроны, снижая возможность повреждения трикотажного полотна.

В работе Шмелева К.А. [55] рассматривается машина для роспуска срыва с многосистемной кругловязальной машины, содержащая основание, укрепленную на нем крону для надевания срыва, мотальные барабанчики, веретена, нитенаправители, приспособления для отключения веретен и привод. Приспособления для отключения веретен представляют собой

микрореле, электрически связанные с электромагнитами. В такой машине, при достижении нитью значительного натяжения, механизм намотки останавливается путем отключения мотального барабанчика с веретеном от общего привода, после чего еще некоторое время происходит вращение мотального механизма по инерции с прежней скоростью, а так как натяжение нити достаточно велико, происходит ее обрыв.

Кроме того, скорость намотки нити на данной машине остается постоянной независимо от длины распускаемой нити. В связи с этим усилия в нитях, вызывающих вращение кроны, распределяются неравномерно. Происходит захлестывание нитей, опутывание их и обрыв. Для уменьшения обрывности нитей распускаемого трикотажного изделия [56], сотрудниками Центрального проектно-конструкторского и технологического бюро Е.А. Васильевым и Д.А. Ремне разработаны механизмы наматывания, снабженные индивидуальным приводом и средством для регулирования скорости намотки, которое выполнено в виде реостатных датчиков, электрически связанных с приводом механизма наматывания. В качестве привода механизма наматывания использован электродвигатель постоянного тока.

Станок, предназначенный для распуска трикотажного полотна, описанный в работе Семенова О.Л. [57], может быть использован для восстановления пряж из трикотажных изделий или из кусков трикотажного полотна, остающихся при шитье трикотажных изделий.

Станок содержит катушки для приема нитей, средство крепления полотна, нитенаправитель для направления конца нити от полотна к катушкам и привод, включающий предохранительную фрикционную муфту, содержащую тормозной элемент. С целью повышения качества распуска трикотажного полотна за счет регулировки натяжения нити, муфта снабжена дополнительно средством для ручного регулирования трения между корпусом и тормозящим элементом и содержит кожух, охватывающий тормозящий элемент, регулировочный винт и пружину, радикально расположенные в кожухе, при этом поверхность тормозящего элемента выполнена конической, а винт и пружина взаимодействуют с ней через шаровую опору.

В приведенных выше работах рассмотрены устройства для распуска трикотажных изделий и полотен с кругловязальных машин. Наиболее приемлемыми из анализа патентной литературы являются два устройства для переработки отходов пряжи трикотажного производства: устройство для разматывания деталей трикотажных изделий, которое можно использовать также для разматывания пряжи со срывов купонов и устройство для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи.

### **2.1.1 Анализ устройства для распуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа**

Автоматизация производственных процессов, механизация ручного труда является одним из важных направлений стоящих перед швейно-трикотажной промышленностью. Из устройств, предназначенных для распуска срывов

трикотажа с плосковязальных машин, известен способ переработки срыв, разработанный Абдугапарова Ж.А., Панченко И.А., Усенбекова А.А. [58]. Способ заключается в том, что конец нити 1 последнего ряда незавершенной детали 2 подается к иглам 3, как обычная пряжа, сматываемая с бобины. Незавершенную деталь трикотажа 2 надевают на крючки 4 сверху М-образного прутка 5, конец нити 1 последнего ряда срыва проводят через внутреннюю часть 6 прутка 5, через глазки 7, 8, натяжитель 9 и далее глазки 10-12. После чего прокладывают на иглы 3 и осуществляют вязание.

Наличие М-образного прутка 5 способствует предотвращению извитости распускаемой нити со срыва путем образования дополнительного натяжения до глазка 7, установленной на машине (рисунок 2.5). Как утверждает автор «способ переработки срыва может осуществляться на плосковязальных машинах, предназначенных для вязания различных деталей трикотажных изделий и отделочных материалов».

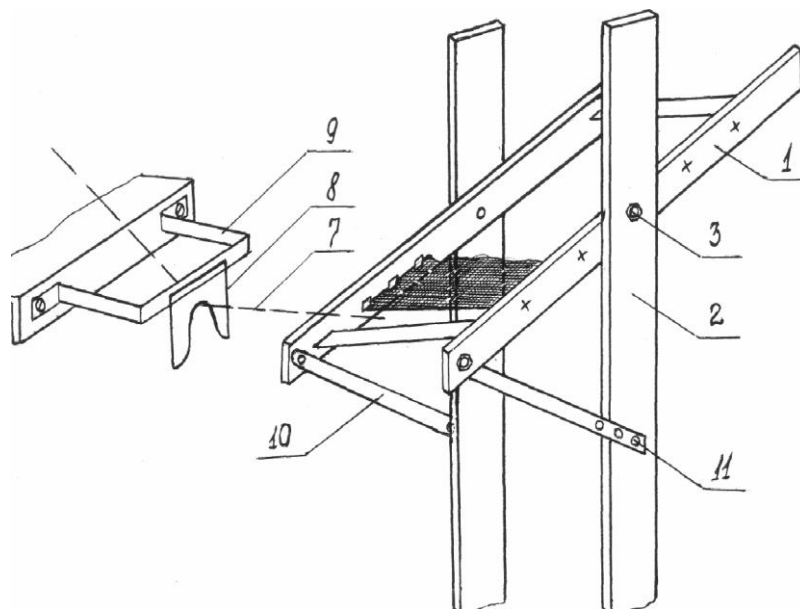


Рисунок 2.5 – Устройство для разматывания деталей трикотажных изделий

Однако небольшая, ограниченная ширина М-образного прутка, на крючки которой надевается срыв, предполагает роспуск деталей изделий, имеющих малую ширину. Даже в случае надевания на крючки широких деталей изделия часть изделия по краям, по линии распускаемости петельного ряда будет провисать, вследствие чего будет создаваться неравномерное натяжение при роспуске, что негативно отразится на процессе вязания. К тому же, для обеспечения лучших условий разматывания необходимо выдерживать постоянным расстояние от последнего ряда распускаемой детали до крючков и по мере роспуска перевешивать деталь на крючки, что ведет к увеличению загруженности вязальщицы.

Одной из задач для обеспечения технического эффекта является создание устройства, предложенного автором, обеспечивающего наиболее оптимальные

условия натяжения нити при роспуске детали изделия и механизацию ручного труда.

Эта задача достигается тем, что согласно известному способу переработки срыва трикотажа, крючки, на которых крепится деталь, заменяются устройством для разматывания деталей трикотажных изделий [59]. На рисунке 2.6, предлагаемое устройство изображено сверху.

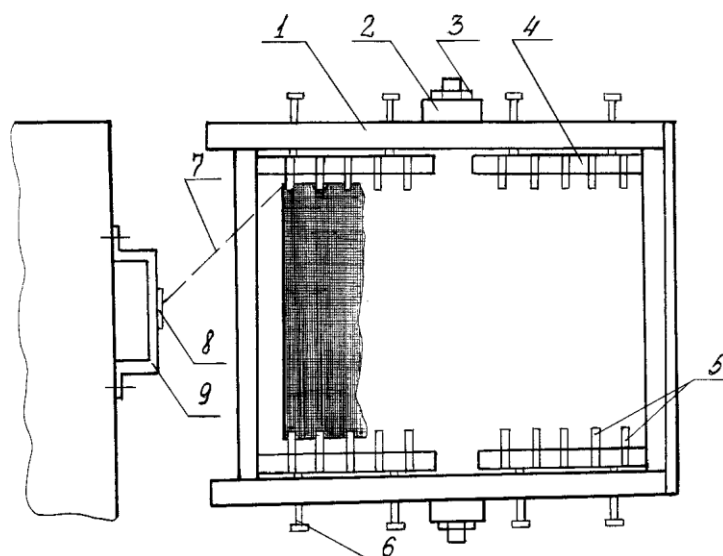


Рисунок 2.6 – Вид сверху устройства для разматывания деталей трикотажных изделий

Устройство для разматывания деталей трикотажных изделий состоит из рамы 1, стоек 2, болтов 3, планки 4, зажимов 5, болтов 6, М-образного прутка 8, прямоугольной пластины 9, рычагов 10 с отверстиями 11.

Способ переработки срыва трикотажа заключается в том, что незавершенную деталь (срыв трикотажа) закрепляют зажимами 5 на раме 1, которая может принимать фиксированное положение посредством отверстий 11 рычагов 10. Рама 1 крепится к стойкам 2 и свободно вращается относительно болтов 3 с целью уменьшения натяжения пряжи при роспуске срыва трикотажа. К раме 1 с помощью болтов 6 крепится планка 4 с зажимами 5. Посредством болтов 6 можно регулировать расстояние между планкой 4 и рамой 1 в зависимости от ширины распускаемой детали. Конец пряжи 7 последнего ряда срыва проводят через внутреннюю часть М-образного прутка 8, крепящегося к прямоугольной пластине 9, которая в свою очередь крепится к шпулярнику вязальной машины и пряжа от М образного прутка подается вверх через нитенаправительные глазки и нитенатяжительные тарелочки к иглам вязальной машины, где и осуществляется вязание новой детали изделия [60].

М-образный пруток 8 необходим для снятия извитости распускаемой пряжи со срыва путем образования дополнительного натяжения до глазка нитеподающей системы машины.

Представленный способ переработки срыва предусматривает надевание полуфабриката на крючки с последующим наматыванием распускаемой нити на бобину. Намотанная на бобину пряжа идет на повторную переработку на вязальные машины. Однако образование неправильного строения намотки пряжи на бобину с низкой объемной плотностью, а также небольшая, ограниченная ширина М-образного прутка, на крючки которой надевается срыв, предполагающий роспуск деталей изделий, имеющих малую ширину, при повторной переработке пряжи приводит к снижению качества процесса вязания и готового трикотажа.

### **2.1.2 Анализ устройства для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи**

На предприятиях верхнего трикотажа часто имеет место образование отходов при вязании в виде срывов купонов изделий, которые обычно подвергаются разматыванию и пряжа может использоваться повторно для вязания изделий. Однако после роспуска купона изделия пряжа сохраняет остаточную извитость, которая вызывает в процессе повторного вязания некоторые трудности (неравномерное натяжение нити, влияющее на структуру трикотажа и вызывающее ухудшение внешнего вида изделия).

Для решения данной проблемы было найдено устройство для снятия извитости повторно используемой пряжи, посредством воздействия на него водяного пара с последующей её сушкой [61].

Это задача достигается тем, что по аналогии с известным устройством теплового агрегата [62] нагреватели заменяются электронагревательным элементом в виде змеевика, прикрепленного к обоим сторонам корпуса для равномерного высушивания пряжи.

Для снятия извитости повторно используемой пряжи необходимо воздействие на него водяного пара, которое осуществляется в пропаривающей камере. Устройство для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи состоит из двух камер, в одной из которых пряжа пропаривается под действием водяного пара, а в другой горизонтально движущаяся пряжа сушится под воздействием горячего воздуха.

На рисунке 2.7 показана пропаривающая камера устройства, на рисунке 2.8 приведен вид сверху сушильной камеры (сечение А-А).

Пропаривающая камера состоит из корпуса 1, емкости с водой 2, испарительной камеры 3, трубки 4, паровыводящей трубки 5, нитенаправительных глазков 6, нитенатяжных тарелочек 8. Перед сушильной камерой установлен механизм намотки 1, получающий движение от электродвигателя 2. Сушильная камера состоит из корпуса 4, вентилятора 3, нитенаправительных глазков 5, боковых отверстий 6, воздухозаборников 8, ребер 9, вала вентилятора 10, емкости 11 с охлаждающей жидкостью, рабочего колеса 12, текстолитовых пластин 13, металлических пластин 14, электронагревательного элемента 15 и болтов 16.

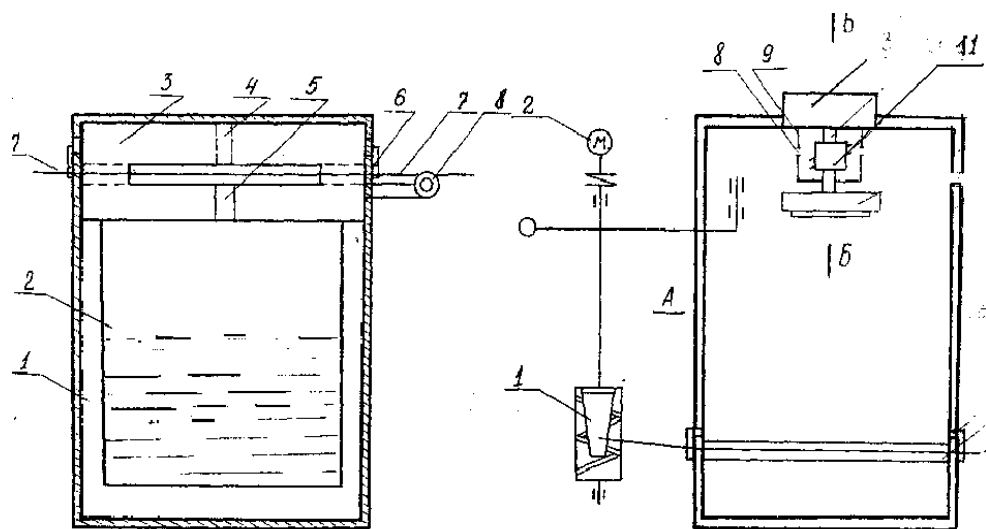


Рисунок 2.7 – Устройство для снятия извитости повторно используемой пряжи

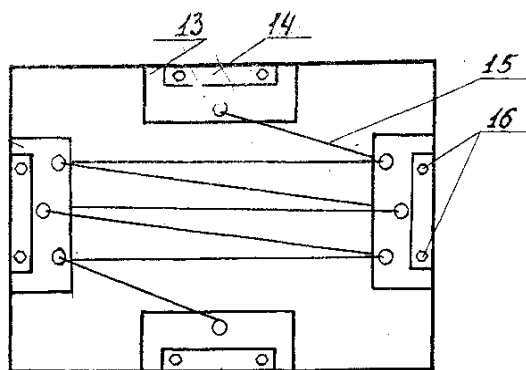


Рисунок 2.8 – Сечение А-А сушильной камеры

Процесс обработки использованной пряжи происходит следующим образом. Пряжа 7 продевается через нитенатяжные тарелочки 8, нитенаправительные глазки 6 корпуса 1 и попадает в испарительную камеру 3. Вода посредством трубки 4 заливается в емкость 2, под которой находится нагревательный элемент (не показан), нагревающий воду до кипения. Водяной пар передается в испарительную камеру 3 через паровыводящую трубку 5 и воздействует на движущуюся пряжу 1. После пропаривания пряжа 1 поступает в сушильную камеру, имеющую две секции: переднюю и заднюю. В задней секции находится электронагревательный элемент 15, продетый через отверстия текстолитовых пластин 13, которые крепятся к корпусу 4 с помощью металлических пластин 14 и болтов 16. За электронагревательным элементом 15 находится вентилятор 3, который осуществляет забор воздуха через воздухозаборник 8 и попадает к электронагревательному элементу 15. Отбор тепла от вала 10 вентилятора 3 осуществляется емкостью 11 с охлаждающей жидкостью. При вращении вентилятора 3 ребра 9, образующие дополнительное рабочее колесо, захватывает воздух, охлаждающий емкость 11. Воздух поступает в зону рабочего колеса 12, а затем проходит через электронагревательный элемент 15, выполненный в виде змеевика и

равномерно нагреваясь поступает в переднюю секцию камеры. Влажная пряжа 1 проходит через нитенаправительные глазки 5 и боковые отверстия 6 корпуса 4, обдувается горячим воздухом и наматывается на початок 1, получающий движения от электродвигателя 2.

Устаревшая модель камеры для влажно-тепловой обработки, не позволяющая до нужного качества снять извитость повторно используемой пряжи, образует нить с большим количеством ворсинок по всей поверхности, что затрудняет прохождение нити по технологическим переходам, увеличивает процент обрывности нити, приводит к возникновению срывов.

## 2.2 Проектирование универсального вспомогательного оборудования

Проведенные исследования позволили объединить два устройства – для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа [58] и для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи [61]. В результате разработано оборудование для переработки отходов швейно-трикотажного производства и предложен новый способ обработки нити в процессе влажно-тепловой обработки (далее ВТО), включающий последовательно-параллельную обработку полуфабриката в горизонтальной, переходной и вертикальной плоскостях. На базе данного способа разработан эффективный технологический процесс ВТО без перенавешивания и переукладки трикотажного полотна.

Предлагаемое оборудование для переработки отходов швейно-трикотажного производства состоит из следующих узлов: станины, механизма привода, рамы с игольным покрытием, механизма подачи нити, механизма пропаривания и сушки (снятия извитости), механизма для улучшения структуры нити.

На рисунке 2.9 представлена технологическая схема предложенной машины для переработки отходов трикотажа.

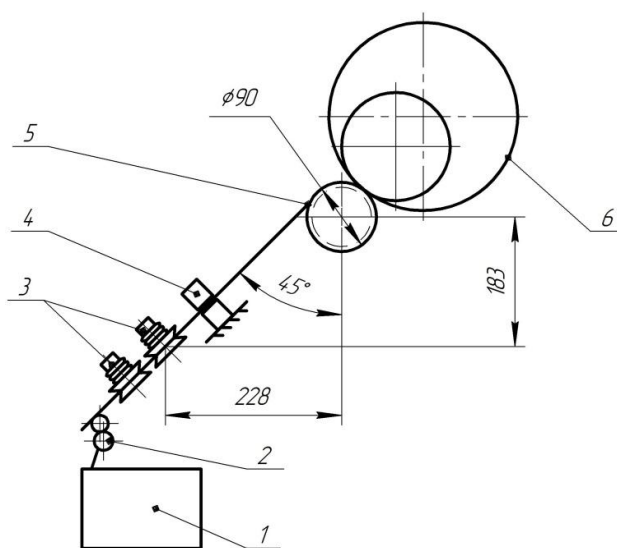


Рисунок 2.9 – Технологическая схема усовершенствованной машины

Нить сматывается с трикотажного полотна (срыва трикотажа), установленного на раме 1, проходит через нитепроводник 2, два натяжных приспособления 3, контрольно-очистительное приспособление 4. Далее нить подвергается влажно-тепловой обработке и сушке, проходя через камеру 5, и наматывается на бобину 6.

Рама представляет собой стальную конструкцию П-образной формы с иглами 1, расположенными по верхней и боковым частям полотна (рисунок 2.10а). Регулировать ширину рамы позволяет выдвижная боковая полка 2, свободно перемещающаяся в пазах.

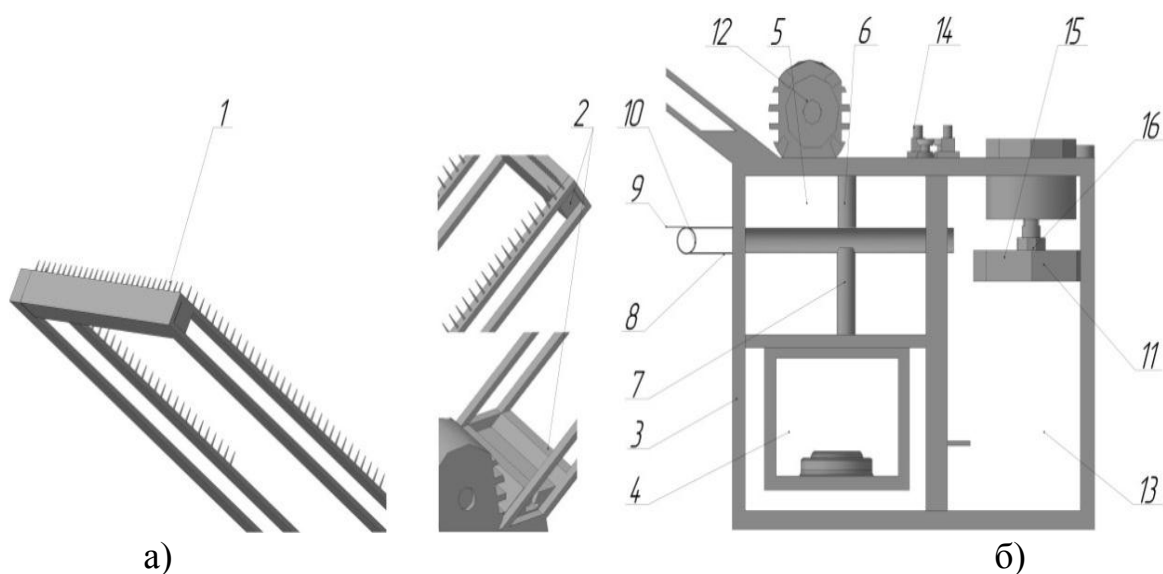


Рисунок 2.10 – Модель рамы: а) с выдвижным устройством, б) с устройством для снятия извитости повторно используемой пряжи

Однако роспуск купона изделия сохраняет у пряжи остаточную извитость, что приводит к неравномерному натяжению нити при повторном вязании, ухудшает структуру полотна и снижает качество внешнего вида изделия.

Для снятия извитости повторно используемой пряжи предлагается устройство для пропаривания с последующей сушкой полуфабриката. По аналогии с известным устройством теплового агрегата нагреватели заменяются электронагревательным элементом, который располагается в нижней части корпуса для более равномерной подачи тепла в процессе высушивания пряжи (рисунок 2.10б).

Процесс обработки использованной нити происходит следующим образом. Нить 9 продевается через нитенатяжные тарелочки 10, нитенаправительные глазки 8 корпуса 3 и попадает в испарительную камеру 5. Вода посредством трубки 6 заливается в емкость 4, под которой находится нагревательный элемент 17, нагревающий воду до кипения. Водяной пар передается в испарительную камеру 5 через паровыводящую трубку 7 и воздействует на движущуюся нить 9. После пропаривания нить поступает в сушильную камеру. С помощью вентилятора 16 осуществляется забор воздуха



через воздухозаборник 15. При вращении вентилятора, его рабочее колесо 11 захватывает воздух и охлаждает камеру 13. Влажная нить обдувается горячим воздухом и проходит через боковые отверстия корпуса, нитенаправительные глазки 14 и наматывается на початок, получающий движение от электродвигателя 12.

Отличительными признаками предлагаемого способа являются:

- стационарное крепление П-образной рамы для роспуска деталей трикотажных изделий на станине универсальной машины под углом 30-45° к линии горизонта;

- возможность регулирования ширины П-образной рамы с помощью выдвижных боковых вкладышей (в зависимости от размера полотна деталей бракованных трикотажных изделий);

- модернизированная камера для влажно-тепловой обработки (позволяет снять извитость повторно используемой пряжи путем воздействия на нить повышенной влажности и температуры).

Регулируя положение боковых вкладышей, осуществлен анализ влияния натяжения срыва трикотажа на достижение технического результата.

Для регулирования ширины рамы машины (в зависимости от размера срыва для роспуска) предложено использовать систему пневмопривода, состоящую из пневмоцилиндров, распределителя и компрессора. Это позволит обеспечить автоматическое регулирование натяжения нити и скорости вращения ротора двигателя.

Регулируя положение боковых вкладышей, осуществлен анализ влияния натяжения срыва трикотажа на достижение технического результата. Результаты испытаний сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Влияние регулирования положения боковых вкладышей на достижение технического результата

Угол наклона крепления П-образной рамы, град	Напряжение, МПа							
	при силе натяжения срыва трикотажа, Н							
	0,005	0,005	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
10	разрыв нити		разрыв нити		разрыв нити		разрыв нити	
20	1,589	2,587	3,440	3,441	разрыв нити		разрыв нити	
30	1,667	2,668	3,624	3,626	5,481	5,480	6,659	6,627
40	1,568	1,673	3,709	3,711	5,552	5,561	6,721	6,719
50	1,693	1,695	3,768	3,771	5,559	5,662	6,742	6,743
60	1,762	1,76	3,781	3,782	5,678	5,682	6,756	6,758
70	1,781	1,782	3,812	3,81	5,67	5,671	6,771	6,774
80	1,795	1,792	3,828	3,83	5,715	5,712	6,783	6,784
90	1,840	1,843	3,841	3,842	5,711	5,723	6,796	6,799

Из таблицы 2.1 видно, что оптимальное натяжение незавершенной детали на П-образной раме позволяет достичь максимального эффекта улучшения переработки срыва трикотажа, на которое нацелено данное техническое решение. Повышается качество переработки срыва трикотажа, увеличивается эффективность производства.

### **2.2.1 Расчет нагревателя во влажно-тепловой камере для обработки повторно используемой нити**

Одним из основных элементов во влажно-тепловой камере для обработки повторно используемой нити является нагревательный элемент для образования пара. Основными критериями выбора нагревателя явились следующие показатели:

– *жаростойкость и жаропрочность*

Проволочные нагреватели должны обладать хорошей жаростойкостью (сопротивление металла или сплава при высокой температуре к газовой коррозии), а также жаропрочностью.

– *низкий температурный коэффициент сопротивления*

Этот фактор важен при выборе материала. Низкий коэффициент говорит, что даже при нагревании материала, его электрическое сопротивление очень слабо меняется. Например, если этот температурный коэффициент велик, то, чтобы включить печь в холодном состоянии, нужно использовать трансформаторы пониженного напряжения в начальный момент.

– *высокое удельное электрическое сопротивление*

Одна из основных характеристик, которыми должен обладать нагреватель в электропечи. Чем выше значение сопротивления, тем больше материал может нагреться, и тем меньшей длины его нужно. Чем больше диаметр нагревательной проволоки, тем больше ее срок службы. Материалы с очень высоким электрическим сопротивлением – это хромоникелевые прецизионные сплавы нихром Х20Н80 и Х15Н60, и сплав фехраль Х23Ю5Т.

Выбранные материалы имеют хорошие технологические свойства, обладают хорошей пластичностью, свариваемостью (т.е. позволяют изготавливать из них проволоки, ленты, сложной формы нагревательные элементы).

Исходными данными для расчета нагревателя явились:

– мощность устройства  $P = 880$  Вт,

– максимальная температура нагрева нагревателя  $t = 200^\circ\text{C}$ ,

– напряжение  $U = 220$  В,

– материал – нихромовая проволока марки Х20Н80.

Сила тока определяется по формуле:

$$I = \frac{P}{U}, A \quad (2.1)$$

$$I = \frac{880}{220} = 4 A.$$

Сопротивления нагревателя определяется по формуле:

$$R = \frac{U}{I}, \text{ Ом} \quad (2.2)$$

$$R = \frac{220}{4} = 55 \text{ Ом.}$$

В соответствии с ГОСТ 12766.1-90 были выбраны диаметр проволоки  $d = 1$  мм и поперечное сечение  $S = 0,785$  мм<sup>2</sup>.

Определение длины проволоки по формуле:

$$R = \frac{l \cdot \rho}{S}, \text{ Ом} \quad (2.3)$$

где  $R$  – электрическое сопротивление, Ом,

$\rho$  – удельное электрическое сопротивление материала, Ом·мм<sup>2</sup>/м,

$l$  – длина нагревателя, мм,

$S$  – площадь поперечного сечения, мм<sup>2</sup>.

Номинальное значение удельного электрического сопротивления проволоки Х20Н80 в соответствии с ГОСТ 12766.1-90 имеет значение  $\rho = 1,1$  Ом·мм<sup>2</sup>/м.

Тогда длина нагревателя определяется как:

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho}, \text{ м} \quad (2.4)$$

$$l = \frac{55 \cdot 0,785}{1,1} = 39 \text{ м.}$$

Таким образом, для влажно-тепловой камеры обработки повторно используемой нити был выбран нагревательный элемент с длиной нагревателя 39 м (диаметр проволоки  $d = 1$  мм, поперечное сечение  $S = 0,785$  мм<sup>2</sup>, удельное электрическое сопротивление  $\rho = 1,1$  Ом·мм<sup>2</sup>/м).

### 2.2.2 Автоматизация процесса регулирования ширины рамы

Пневматические устройства давно играют важную роль в механизации производства, так как являются многофункциональными в системах автоматике [64]:

– получение информации о состоянии системы с помощью входных элементов (датчиков);

– обработка информации с помощью логико-вычислительных элементов (процессоров);

- управление исполнительными устройствами с помощью распределительных элементов (усилителей мощности);
- совершение полезной работы с помощью исполнительных устройств (двигателей).

В зависимости от размерных характеристик деталей трикотажных изделий возникла необходимость регулирования ширины рамы предлагаемой машины для роспуска трикотажных полотен.

Для реализации данной функции машины было предложено пневматическое устройство с прямолинейным движением.

Низкая стоимость, легкость монтажа, простота и прочность конструкции, а также широкий диапазон основных параметров – основные характеристики, позволяющие использовать пневмо- цилиндры в механизме регулирования ширины рамы.

Ряд преимуществ пневмо- привода позволяет широко использовать их при решении задач автоматизации в технологических процессах (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Отличительные особенности и преимущества систем пневмоавтоматики

Доступность воздуха	Воздух имеется практически везде в неограниченном количестве
Транспортабельность воздуха	Воздух может легко транспортироваться по трубам на большие расстояния
Способность	Сжатый воздух может накапливаться в резервуарах и использоваться по мере необходимости, а резервуары могут легко транспортироваться
Нечувствительность к температуре	Сжатый воздух относительно нечувствителен к колебаниям температуры. Это гарантирует надежную работу пневмосистем даже в экстремальных условиях
Взрывобезопасность	Сжатый воздух практически взрыво- и пожаробезопасен, что не требует дорогостоящей защиты
Экологическая чистота	Сжатый воздух без специально распыленного в нем масла не загрязняет окружающую среду
Простота конструкции	Пневмоэлементы просты в производстве и поэтому недороги
Высокая скорость	Сжатый воздух перемещается с большей скоростью. Это позволяет получить высокую скорость движения поршня и малое время переключения
Нечувствительность к перегрузкам	Пневматические инструменты и исполнительные устройства не боятся перегрузки и поэтому могут нагружаться вплоть до полной остановки

Для того, чтобы точно определить области применения пневмо- систем, необходимо также знать и их недостатки, которые представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Недостатки систем пневмоавтоматики

Подготовка сжатого воздуха	Сжатый воздух должен быть хорошо подготовлен. Иначе возникает опасность быстрого износа пневмо устройств из-за наличия в нем твердых включений и конденсата воды
Сжимаемость воздуха	Сжатый воздух не позволяет получить равномерную и постоянную скорость поршня
Ограничения по усилию	Сжатый воздух является экономически выгодным только до определенных давлений. При обычно применяемом производственном давлении 600...700 кПа (6...7 бар) и в зависимости от хода и скорости поршня эта граница лежит в области 40000...50000 Н
Уровень шума	Сброс воздуха в атмосферу сопровождается сильным шумом. Эта проблема решена в настоящее время благодаря применению звукопоглощающих материалов и глушителей шума

Выбранный для регулирования ширины рамы машины для распуска срывов верхнего трикотажа пневмо- привод (рисунок 2.11) состоит из двух пневмоцилиндров 1, 2, распределителя 3 и компрессора 4.

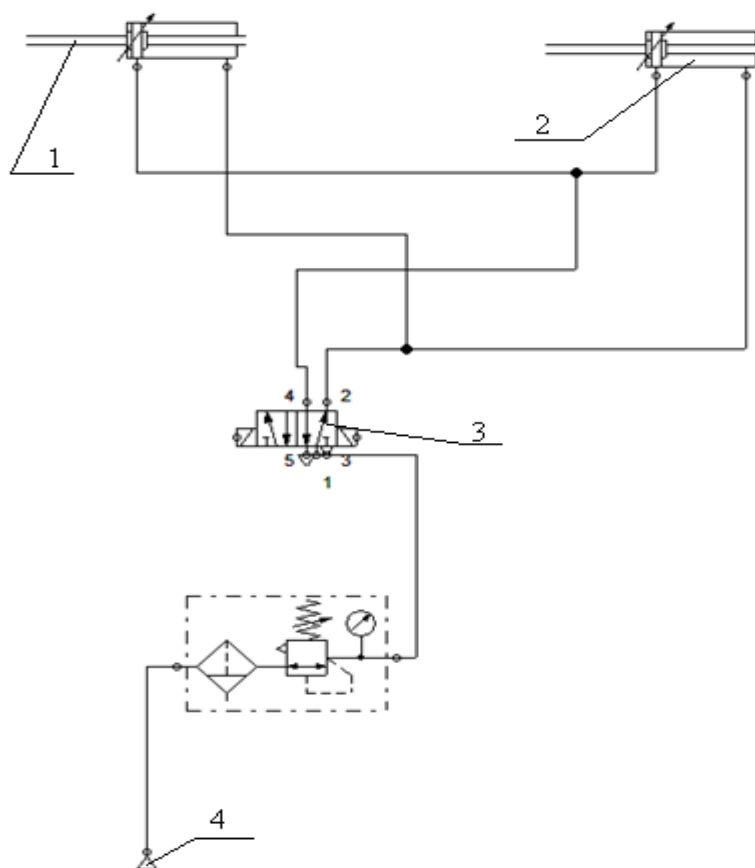


Рисунок 2.11 – Схема пневмопривода

### 2.2.3 Устройство для снижения ворсистости нити

В процессе эксплуатации машины для влажно-тепловой обработки повторно используемой нити, под действием высокой температуры и влажности, первоначальные свойства нити претерпевали изменения и на поверхности пряжи образовывались торчащие кончики одиночных волокон или петли, образованные отдельными волокнами (появлялась ворсистость), при этом нить теряла свою эластичность.

Введение промасливающего эффекта на стадии намотки нити на бобину позволило снизить её пушистость и снять застеклованное состояние обработанной нити, придав ей эластичность.

При капельной непрерывной смазке масло подается масленками-капельницами (лубрикаторами) (рисунок 2.12) в количестве 2-2,5 г/ч.

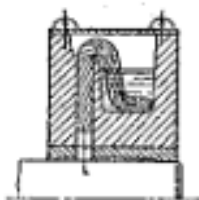


Рисунок 2.12 – Масленка-капельница

Масленка-капельница представляет собой емкость с отводящим масло фитилем. Пропаренная и высушенная нить подвергалась промасливанию.

Исследования свойств обработанной нити проводились на универсальной испытательной машине «Механическое испытание материалов «МИМ-9ЛР-010» по следующим показателям: разрывная нагрузка, разрывное удлинение; напряжение. При испытании нити на разрыв получены диаграммы «сила-перемещение» (рисунок 2.13), по которым определен предел прочности испытуемой нити на разрыв и рассчитана фактическая линейная плотность образца в сравнении с контрольным.

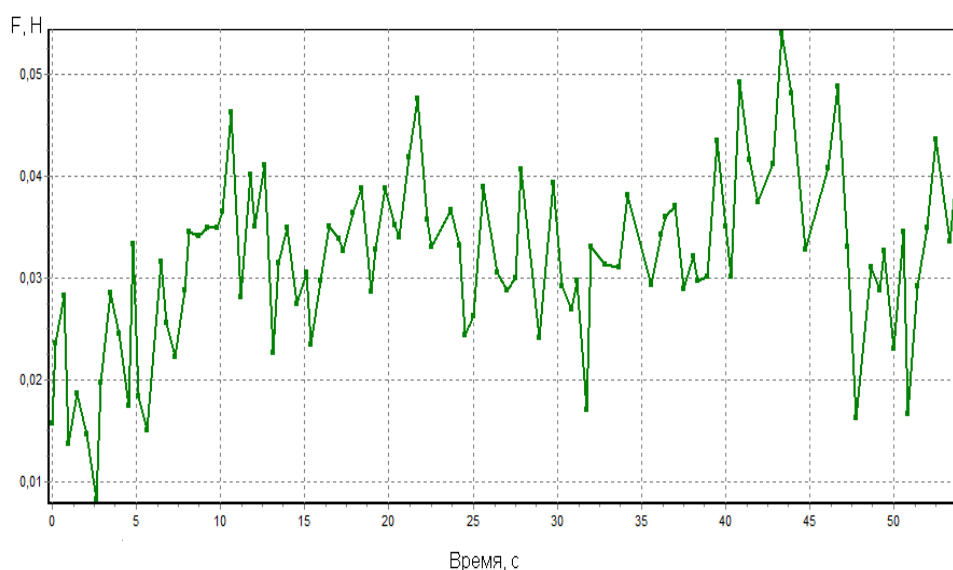


Рисунок 2.13 – График зависимости усилия от времени

Данные эксперимента, снятые на разрывной машине для расчета прочности нити приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Данные эксперимента, снятые на разрывной машине

Время, с	Усилие, Н	Перемещение, мм	Напряжение, Па	Деформация, %
0,5	0	0,46	11933124	0.0800
0,8	0	0,48	66599272	0.1350
1,0	0,01	0,50	-8924151	0.1750
1,1	0	0,52	-23848380	0.1900
1,4	0,01	0,54	-33755302	0.2100
1,6	0	0,55	-11128939	0.2300
1,8	0,03	0,56	6705958	0.2400
2,2	0	0,57	6832733	0.2500
2,4	-0,01	0	-34406297	0.2600
2,8	-0,01	0,16	-3181871	0.2700
3,3	0	0,27	-3883667	0.2750
3,6	0	0,35	19433895	0.2800
3,8	0	0,38	-657343	0.2850
4,7	-0,01	0,58	-16679702	0.2900
5,7	0,01	0,59	15681369	0.2950

Определение наибольшего усилия, действующего на образец в процессе разрыва, позволило рассчитать сопротивление разрыву:

$$\sigma = P_{\max} / F_{\text{сеч}} \quad (2.5)$$

$$G = 0,03/0,36 = 0,083 \text{ кН/мкrm.}$$

Результаты испытаний показали, что при одинаковой линейной плотности (40,0 текс), опытный и контрольный образцы имели приблизительно равные показатели удельной разрывной нагрузки (21,2 сН/текс) и удлинения (17,0 %), и крутку (коэффициент крутки – 37,4 %). Опытная нить обладает высокими физико-механическими свойствами и удовлетворяет требованиям швейно-трикотажного производства.

#### **2.2.4 Апробирование нового оборудования по переработке отходов, оценка его надежности**

В процессе влажно-тепловой обработки повторно используемой нити, под действием высокой температуры и влажности, первоначальные свойства нити претерпевали изменения и на поверхности пряжи образовывались торчащие кончики одиночных волокон или петли, образованные отдельными волокнами (появлялась ворсистость), при этом нить теряла свою эластичность.

Введение промасливающего устройства на стадии намотки нити на бобину позволило снизить её пушистость и снять застеклованное состояние обработанной нити, придав ей эластичность.

При капельной непрерывной смазке масло подается масленками-капельницами в количестве 2,0-2,5 г/ч.

Масленка-капельница представляет собой емкость с отводящим масло фитилем.

Свойства пропаренной, высушенной и промасленной нити были исследованы на универсальной испытательной машине «Механическое испытание материалов «МИМ-9ЛР-010» по следующим показателям: разрывная нагрузка, разрывное удлинение; напряжение. При испытании нити на разрыв получены диаграммы «сила-перемещение», по которым определен предел прочности испытуемой нити на разрыв и рассчитана фактическая линейная плотность исследуемого образца в сравнении с контрольным.

Определение наибольшего усилия, действующего на образец в процессе разрыва, позволило рассчитать максимальное сопротивление разрыву:

$$\sigma_{\max} = P_{\max} / F_{\text{сеч}} = 0,03/0,36 = 0,083 \text{ кН/мкр м.}$$

Результаты испытаний показали, что при одинаковой линейной плотности (40,0 текс), опытный и контрольный образцы имели приблизительно равные показатели удельной разрывной нагрузки (21,2сН/текс) и удлинения (17,0%), и крутку (коэффициент крутки – 37,4%). Опытная нить обладает достаточно высокими физико-механическими свойствами, что удовлетворяет требованиям швейно-трикотажного производства.

При разработке способа крепления нового устройства к основному оборудованию осуществлен расчет нагрузок, действующих на раму, расчет пневмоцилиндров, выбор пневмораспределителей и компрессора.

Расчеты показали, что наиболее опасным участком в машине является место крепления рамы к основному корпусу. В соответствии с максимальным значением изгибающего момента был осуществлен подбор сечения рамы из бруса квадратного поперечного сечения.

При расчете пневмоцилиндра подобран диаметр его поршня (внутренний диаметр гильзы цилиндра) таким образом, чтобы развиваемое цилиндром усилие было достаточным для преодоления действующих на него нагрузок. Теоретическое усилие, развиваемое цилиндром, зависит от диаметра поршня и давления воздуха в его рабочих полостях.

Согласно проведенным исследованиям и выполненным расчетам созданы рабочие чертежи предложенной машины (общий вид, детализировка основных узлов).

В работе рассмотрен вопрос обеспечения эксплуатационной надежности оборудования швейно-трикотажного производства, являющийся основной целью системы технического сервиса.

Как показывает анализ существующих методов оценки надежности, этот важнейший показатель качества работы машин еще не имеет теоретически



обоснованной методологии расчета, приемлемой для его количественной оценки. Известно, что надежная работа техники оказывает непосредственное влияние на экономические результаты работы как отдельных предприятий, всей отрасли, так и народного хозяйства в целом. Все это ставит проблему объективной научно обоснованной оценки надежности работы оборудования в разряд наиболее актуальных на современном этапе развития экономики страны.

Из-за ненадежной работы оборудования (то есть, вследствие того, что оно не сохраняет своего наилучшего технического состояния в течение всего срока службы) возникает приращение против минимально возможных значений величин других элементов, составляющих себестоимость единицы наработки машины (удельный расход топлива, электроэнергии и т.п.). Экономическими последствиями ненадежности машин являются также убытки, приносимые в результате простоев машин в ремонте, увеличения текущих затрат на их содержание, ремонт и размеры капиталовложений. Использование условного понятия «абсолютно надежная машина» вызывается необходимостью определения размера приращения затрат, который не может быть оценен простым сравнением расходов (из-за ненадежности машины).

Ряд исследований позволил выявить основные причины отказов оборудования и обосновать мероприятия по снижению простоев.

Исходным материалом для оценки качества машины для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа в эксплуатационных условиях явились статистические данные по его аварийным отказам и повреждениям, которые собирались по отчетным документам за 2016 год.

### 2.3 Разработка и расчет способа крепления нового устройства к основному оборудованию

При проектировании машины для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа осуществлен расчет нагрузок, действующих на раму, расчет пневмо- цилиндров, выбор пневмо- распределителей и компрессора.

#### 2.3.1 Определение опорных реакций опоры

Исходя из данных значений:  $P=0,1$  кН,  $q=0,150$  кН/м,  $a=0,4$  м,  $b=0,8$  м для заданной расчетной схемы рамы (рисунок 2.14) методом сечений определены реакции связи в точке А ( $X_A$ ,  $Y_A$ ,  $M_A$ ).

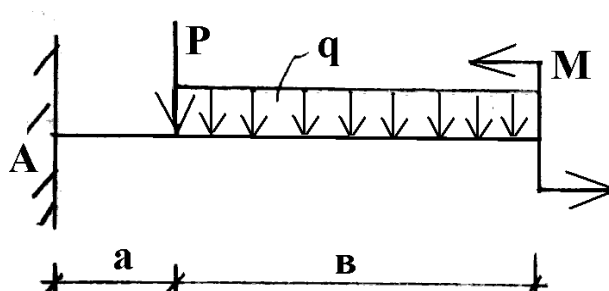


Рисунок 2.14 – Расчетная схема рамы

$$\sum Fx = X_A = 0$$

$$\sum Fy = Y_A - P - q \cdot b = 0$$

$$Y_A = P + q \cdot b = 0,1 + 0,15 \cdot 0,8 = 0,22 \text{ кН}$$

$$\sum M(T, A) = -M_A - P \cdot a - q \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0$$

$$M_A = -(0,1 \cdot 0,4) - (0,15 \cdot 0,8 \cdot 0,8) = -0,136 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Направление момента  $M_A$  выбрано правильно.

**2.3.2 Построение эпюры изгибающих моментов  $M$ , кН·м и поперечных сил  $Q$ , сравнение полученных значений со значениями опорных реакций (рисунок 2.15).**

Построение эпюры  $Q$ :

$$1 \text{уч. } X=0 \div 0,8$$

$$Q_x = q \cdot x$$

$$Q_{x=0} = 0 \text{ кН}$$

$$Q_{x=0,8} = 0,15 \cdot 0,8 = 0,12 \text{ кН}$$

$$2 \text{уч. } X=0,8 \div 1,2$$

$$Q_x = q \cdot 0,8 + P$$

$$Q_{x=0,8} = 0,15 \cdot 0,8 + 0,1 = 0,22 \text{ кН}$$

$$Q_{x=1,2} = 0,15 \cdot 0,8 + 0,1 = 0,22 \text{ кН}$$

Построение эпюры  $M$ :

$$1 \text{уч. } X=0 \div 0,8$$

$$M_x = -qx \frac{x}{2}$$

$$M_{x=0} = 0 \text{ кНм}$$

$$M_{x=0,8} = -0,15 \cdot 0,8 \cdot (0,8/2) = -0,048 \text{ кНм}$$

$$2 \text{уч. } X=0,8 \div 1,2$$

$$M_x = -q \cdot 0,8(x-0,4) - P(x-0,8)$$

$$M_{x=0,8} = -0,15 \cdot 0,8 \cdot (0,8-0,4) - 0,1 \cdot (0,8-0,8) = -0,048 \text{ кНм}$$

$$M_{x=1,2} = -0,15 \cdot 0,8 \cdot (1,2 - 0,4) - 0,1 \cdot (1,2 - 0,8) = -0,136 \text{ кНм}$$

Эпюру  $M$  строим со стороны растянутого волокна сечения балки.

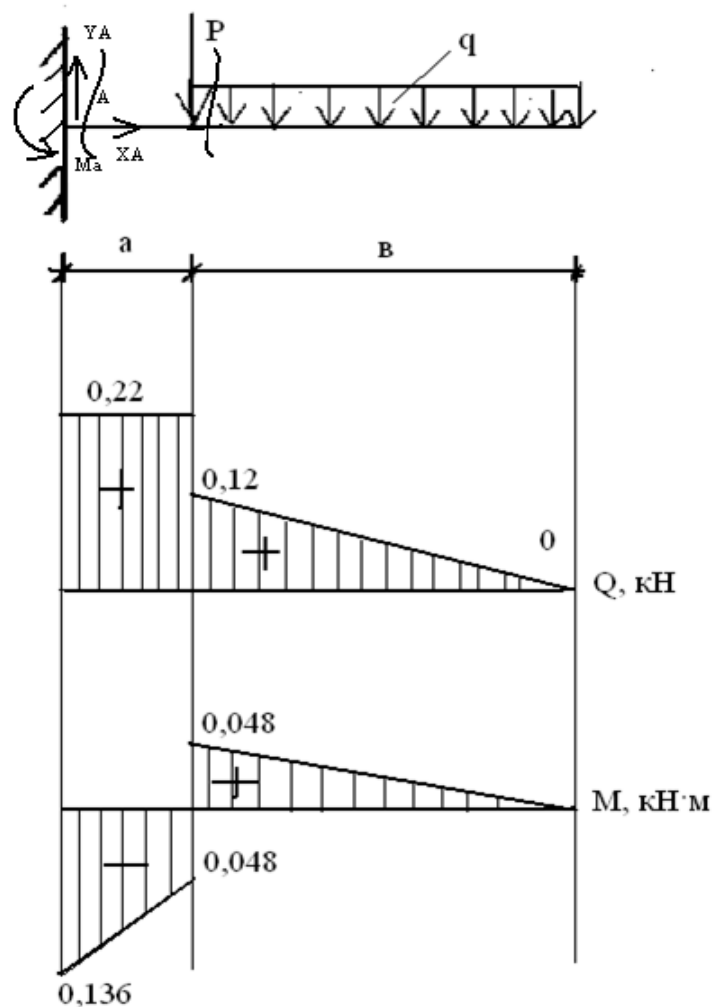


Рисунок 2.15 – Эпюры поперечной силы и изгибающего момента

Сравниваем значения  $M_A$  и  $Y_A$  с ординатами  $M$  и  $Q$  на опоре в точке А:  
 $M_A = -0,136 \text{ кНм}$ ,  $M = -0,136 \text{ кНм}$ ,  $Y_A = 0,22 \text{ кН}$ ,  $Q = 0,22 \text{ кН}$

### 2.3.3 Подбор сечения рамы из бруса квадратного поперечного сечения

Определяем сечение рамы из бруса квадратного поперечного сечения (материал – алюминий). Допускаемое напряжение  $[\sigma] = 8,24 \text{ кН/см}^2$ ,  $|M_{\max}| = 0,136 \text{ кНм}$ .

$$\Sigma_{\max} = M_x^{\max} / W_x \leq [\sigma] \quad (2.6)$$

Из формулы (2.7) следует, что требуемый момент сопротивления поперечного сечения рамы определяется из выражения:

$$W_x \geq M_x^{\max} / [\sigma] \quad (2.7)$$

$$W_x \geq 0,136 \cdot 100 / 8,24 = 1,65 \text{ см}^3.$$

$$W_y = \frac{a^2}{6} \quad (2.8)$$

$$1,65 = \frac{a^2}{6} \Rightarrow a = 40 \text{ мм.}$$

Выбираем балку квадратного поперечного сечения с отверстием, ширина балки 40 мм.

### 2.3.4 Расчет пневмо- цилиндров для механизма раздвижения рамы

Для расчета пневмо- цилиндра подбираем диаметр его поршня (внутреннего диаметра гильзы цилиндра) таким образом, чтобы развиваемое цилиндром усилие было достаточным для преодоления действующих на него нагрузок.

Теоретическое усилие, развиваемое цилиндром (рисунок 2.16), зависит от диаметра поршня и давления воздуха в его рабочих полостях и рассчитывается по формулам:

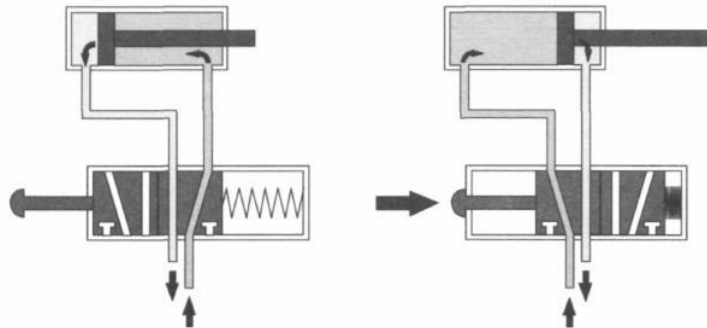


Рисунок 2.16 – Схема принципа работы пневмоцилиндра

при прямом ходе:

$$F_{np} = pS_1 = p \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.9)$$

при обратном ходе:

$$F_{обп} = pS_2 = p \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \quad (2.10)$$

где  $p$  – манометрическое (избыточное) давление воздуха в рабочих полостях пневмоцилиндра;

$S_1$  – площадь поршня со стороны штоковой полости (при прямом ходе);

$S_2$  – площадь поршня со стороны штоковой полости (при обратном ходе);

$D$  – диаметр цилиндра;

$d$  – диаметр штока.

При расчете усилия развиваемого пневмоцилиндром одностороннего действия, необходимо учитывать противодействие возвратной пружины, определяемое формулой:

$$F = p \frac{\pi D^2}{4} + F_{np0} + c_{np} \cdot l \quad (2.11)$$

где  $F_{np0}$  – усилие предварительного сжатия пружины;

$c_{np}$  – жесткость пружины;

$l$  – рабочий ход цилиндра.

При эксплуатации машины для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа были учтены силы трения в пневмоцилиндре и предусмотрен запас по усилию, обеспечивающий стабильное значение скорости выходного звена при колебаниях величины внешней нагрузки. Диаметр цилиндра определяется по формуле:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F}{K_1 \cdot K_2 \cdot p}} \quad (2.12)$$

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{100}{0,75 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 10^5}} \approx 0,041 м$$

где  $K_1$  – коэффициент, учитывающий наличие сил трения в цилиндре;

$K_2$  – коэффициент запаса по усилию.

Коэффициент  $K_1$  зависит от диаметра поршня:  $K_1 = 0,75 \div 0,9$  (большим значениям  $K$  соответствуют большие диаметры цилиндров).

Коэффициент  $K_2$  зависит от характера работы пневмоцилиндра: для зажимных пневмоцилиндров  $K_2 = 0,9$ ; для транспортирующих –  $K_2 = 0,5 \div 0,6$ .

Из стандартного ряда выбираем ближайшее большее по величине значение  $D=50$ мм.

При эксплуатации машины установлено, что значение усилия  $F$  должно учитывать следующие факторы:

- 1) массу ведомого объекта и наличие сил трения при его перемещении;
- 2) направление перемещения;
- 3) полезную нагрузку на цилиндр.

Таким образом, пневмоцилиндр должен развивать усилие:

$$F = F_{пол} + F_G \quad (2.13)$$

$$F = 100H$$

где  $F_{пол}$  – полезная нагрузка на цилиндр;

$F_G$  – нагрузка на цилиндр от собственного веса перемещаемого объекта.

Приложение к цилиндру чрезмерной осевой нагрузки может привести к продольному изгибу штока (потерю устойчивости в осевом нагревании). Критическое усилие, приводящее к продольному изгибу, рассчитывают из обобщенной формулы Эйлера:

$$F_{кр} = \frac{3,14\pi^2 \cdot E \cdot J}{(\lambda \cdot l)^2} \quad (2.14)$$

$$F_{кр} = \frac{(3,14)^2 \cdot 0,69 \cdot 10^4 \cdot 0,0491 \cdot (0,2)^2}{(2 \cdot 0,2)^2} = 1,67 \text{ кН}$$

где  $E$  – модуль упругости (для алюминия  $E=0,69 \cdot 10^5$  МПа);

$J$  – момент инерции штока ( $J=0,0491 \cdot d^2$ , где  $d$  – диаметр штока);

$l$  – длина нагруженного участка цилиндра;

$\lambda$  – коэффициент приведения длины (учитывает способ монтажа цилиндра).

Максимально допустимая величина нагрузки на шток определяется из соотношения:

$$F_{кр} = \frac{F_{кр}}{K_{\text{Э}}} \quad (2.15)$$

$$F_{кр} = \frac{1,67}{3} = 0,56 \text{ кН}$$

где  $K_{\text{Э}}$  – коэффициент запаса по прочности ( $K_{\text{Э}} = 2,5 \div 3,5$ ).

Для правильного выбора типоразмера управляющего распределителя, необходимо знать расход воздуха, потребляемого пневмоцилиндром при движении его штока с заданной скоростью.

Зная максимальное потребление воздуха каждым цилиндром, можно определить максимальное потребление сжатого воздуха всей установкой и подобрать блок подготовки воздуха, который будет обеспечивать требуемое значение расхода.

Средний расход сжатого воздуха ( $\text{м}^3/\text{мин}$ ), потребляемого пневмоцилиндрами двустороннего действия определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi \cdot (2 \cdot D^2 - d^2)}{4} \cdot l \cdot \frac{p_M}{p_{атм}} n \quad (2.16)$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot (2 \cdot 0,05^2 - 0,02^2)}{4} \cdot 0,2 \cdot \frac{2 \cdot 10^5}{10^5} = 0,0014 \text{ м}^3$$

### 2.3.5 Расчет пневмораспределителей для механизма раздвижения рамы

Выбор пневмораспределителя осуществляли по промышленным каталогам на основе предварительного расчета требуемого расхода воздуха  $Q_{mp}$ , который должен обеспечить распределитель.

Методика выбора определилась формой представления в каталоге расходной характеристики пневмораспределителя (по величине пропускной способности  $K_V$  или  $C_V$ ).

По известным значениям требуемого расхода  $Q_{mp}$  и давлений сжатого воздуха на входе  $p_{mp1}$  и выходе  $p_{mp2}$  определяем пропускную способность  $K_V$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), которую должен иметь распределитель по формуле:

$$K_V = \frac{Q_{mp}}{C \sqrt{(p_{mp1} - p_{mp2}) p_{mp2}}} \quad (2.17)$$

$$K_V = \frac{1,4}{4,8 \sqrt{(2 \cdot 10^5 - 0,2 \cdot 10^5) \cdot 0,2 \cdot 10^5}} = 0,48 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

где  $C$  – коэффициент, значение которого зависит от размерностей параметров, входящих в данную формулу (размерность  $C$  обратно пропорциональна размерности параметра  $p_{mp}$ ).

По графику расходно-перепадной характеристики распределителя определяем значение давления на выходе  $p_T = 0,2 \text{ МПа}$ .

Таким образом, требуется распределитель, обеспечивающий расход воздуха  $Q_{mp} = 1,4 \text{ л/мин}$  при значении абсолютного давления питания  $2 \text{ бар}$  и перепаде давления на нем в  $0,2 \text{ бар}$ .

## 2.4 Оценка возможности реализации при помощи математического моделирования

### 2.4.1 Показатели надежности оборудования для переработки отходов швейно-трикотажного производства

Как показывает анализ существующих методов оценки надежности, этот важнейший показатель качества работы машин еще не имеет теоретически обоснованной методологии расчета, приемлемой для его количественной оценки.

Известно, что надежная работа техники оказывает непосредственное влияние на экономические результаты работы как отдельных предприятий и отраслей, так и народного хозяйства в целом. Все это ставит проблему объективной научно обоснованной оценки надежности работы оборудования в разряд наиболее актуальных на современном этапе развития экономики страны.

Из-за ненадежной работы оборудования (то есть, вследствие того, что оно не сохраняет своего наилучшего технического состояния в течение всего срока службы) возникает приращение против минимально возможных значений величин других элементов, составляющих себестоимость единицы наработки машины (удельный расход топлива, электроэнергии и т.п.). Экономическими последствиями ненадежности машин являются также убытки, приносимые в результате простоев машин в ремонте, увеличения текущих затрат на их содержание, ремонт и размеров капиталовложений. Использование условного понятия «абсолютно надежная машина» вызывается необходимостью определения размера приращения затрат, который не может быть оценен простым сравнением расходов (из-за ненадежности машины).

Наиболее объективно надежность машины характеризуется удельной величиной приращения приведённых затрат, приходящихся на единицу произведенной продукции или работы. Приращение себестоимости по статьям «ремонт» и «техническое обслуживание» будет равно их полной величине, так как у абсолютно надежной машины эти затраты равны нулю. В связи с этим обстоятельством часть зарубежных компаний пользуются системой фирменного сопровождения машин, экономически более целесообразной для обеспечения работоспособности надежной техники.

Обеспечение эксплуатационной надежности оборудования швейно-трикотажного производства является основной целью системы технического сервиса. Проблемы технического сервиса в отечественной науке практически не изучены.

Очевидно, что потребность в теоретической разработке основ формирования и эффективного функционирования систем технического сервиса для оборудования швейно-трикотажного производства возникла в промышленной среде, где нормой рыночных отношений является гарантия качества товаров и услуг. Потребитель техники все больше ориентируется не на цену приобретения, а на стоимость ее потребления. Поскольку текстильная промышленность испытывает острый инвестиционный кризис, существенно затрудняется решение проблемы воспроизводства техники путем приобретения нового дорогостоящего оборудования. При этом привлекательность рынка технических услуг значительно увеличивается.

Тесная взаимосвязь большого числа машин, механизмов, аппаратов и других технических средств в технологическом процессе предъявляет повышенные требования к обеспечению надежности оборудования, как отдельных его единиц, так и комплекса технических средств. При оценке надежности оборудования используется ряд показателей:

1. *Средняя наработка на отказ (наработка на отказ)* – отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его



отказов в течение этой наработки. Иными словами, средняя наработка на отказ означает наработку восстанавливаемого объекта – отдельных единиц оборудования (в том числе и его составных частей) или комплекса (систему) оборудования, – приходящуюся в среднем на один отказ в рассматриваемом интервале суммарной наработки или определенной продолжительности эксплуатации.

Наработка на отказ для основного оборудования швейно-трикотажного производства определяется, как правило, по машинному времени. Отказы разделяют на две группы:

- внезапные – отказы, характеризующиеся скачкообразным изменением значений одного или нескольких заданных параметров объекта,
- постепенные – отказы, характеризующиеся постепенным изменением значений одного или нескольких заданных параметров объекта.

Внезапному отказу не предшествует направленное изменение какого-нибудь из наблюдаемых эксплуатационных параметров объекта, в связи с чем, прогнозирование момента возникновения внезапного отказа практически невозможно. Причины такого отказа – поломки, деформация, потеря герметичности, разрыв элементов оборудования (деталей и сборочных единиц).

Внезапные отказы возникают в результате действия различных факторов, поэтому место и время их проявления установить практически невозможно, в результате чего этот вид отказов вызывает повреждения других объектов, работающих в системе. Восстановление объекта после аварийной поломки сопровождается привлечением максимального количества ресурсов (трудовых, материальных).

Постепенные отказы зависят, в основном, от продолжительности и условий эксплуатации оборудования, от конкретных уровней нагрузок. Возникают они вследствие постепенных изменений характеристик составных элементов оборудования (детали, сборочные единицы) за счет старения и износа, а также разрегулирования устройств. В отличие от внезапных отказов постепенные отказы можно предотвратить своевременным ремонтом.

Комплексные показатели надежности количественно характеризуют не менее двух ее основных составляющих. Наиболее распространенным комплексным показателем надежности оборудования, характеризующим две основные составляющие – безотказность и ремонтпригодность, является коэффициент готовности оборудования к эксплуатации.

*2. Коэффициент готовности* – это вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых перерывов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, то есть данный показатель характеризует нахождение в работоспособном состоянии только по уровню безотказности.

Целесообразность оценки технического состояния оборудования определена увеличением устаревающего парка машин и оборудования. Следует отметить, что помимо технического аспекта нормативный срок службы необходимо рассматривать, как экономическую категорию, характеризующую время, в течение которого амортизируется стоимость оборудования.

Экспертные обследования с оценкой фактического технического состояния позволяют с экономической точки зрения увеличить первоначальную стоимость амортизируемого оборудования.

3. *Определение рационального срока службы машины.* На основе анализа понятия «эксплуатация техники», принятого во многих отраслях промышленности, в том числе и в текстильной, была определена взаимосвязь основного производственного процесса с качеством эксплуатации оборудования, критерием оптимизации которой являются конечные результаты его использования. Процесс эксплуатации и ремонта оборудования осуществляется за счет различного сочетания их элементов, а эффективное функционирование каждого из них обеспечивается одновременным развитием всех составляющих данных процессов, в том числе информации, увеличивая ее полноту, степень достоверности и своевременности использования.

Уровень полезной работы оборудования многие исследователи связывают с надежностью, которая зависит не только от конструкционных параметров, но и от различных факторов его эксплуатации. Надежность определяется, как свойство оборудования выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения эксплуатационных показателей. Поэтому ресурс и срок службы машины являются основными показателями долговечности, то есть продолжительности работы (наработки) до наступления предельного состояния, которое характеризуется таким уровнем износа или старения машины, когда ремонт требует недопустимо больших затрат или не обеспечивает необходимой степени восстановления работоспособности.

Согласно теории старения машин критерием установления рационального срока службы машин является гарантия безубыточной эксплуатации машин. Но, как известно, цены на единицу продукции, производимой каждой машиной, на добывающих предприятиях не устанавливаются. Тем не менее, размер приведенных затрат зависит от срока службы машины, так как в процессе старения машины изменяются ее функции, себестоимость эксплуатации, размер капитальных вложений.

В рамках данной теории критерий минимума приведенных затрат позволяет рассчитать эффективность капитальных вложений в данную машину и коэффициент рентабельности, поскольку оба этих показателя соответствуют значению удельной величины производственных фондов. Сроки службы, установленные на основе максимальной рентабельности  $T_p$  и минимума приведенных затрат  $T_o$ , находятся в соотношении  $T_p \leq T_o$ .

Ряд авторов [65-69] предлагает определять срок службы машины на основании соотношения между стоимостью отдельного капитального ремонта и затратами на ее полное восстановление. Однако такой подход не позволяет установить предельные границы срока эксплуатации машины, что необходимо знать для предупреждения убытков, наносимых в результате использования техники с завышенными нормативными амортизационными сроками.

С развитием теории старения машин методы определения оптимального срока службы машины, соответствующего получению максимальной прибыли, используют сумму ремонтных циклов, которые проходит машина до

повышения себестоимости ее продукции. Увеличение амортизационного срока службы до двух ремонтных циклов превращает эксплуатацию машины из убыточной в прибыльную, так как доходы при таком сроке службы значительно превышают расходы. Наибольшая масса прибыли будет получена при сроке службе машины, равном четырем ремонтным циклам. Пять и более ремонтных циклов машины сделают ее эксплуатацию убыточной.

#### 2.4.2 Расчет надежности вспомогательного оборудования

Цель экспериментальных исследований надежности вспомогательного оборудования на базе машины для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа с функцией для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи – выявление основных причин отказов оборудования и обоснование мероприятий по снижению простоев.

Основными критериями надежности являются:

- наработка на отказ ( $t_H$ );
- вероятность безотказной работы в течение требуемого времени ( $P(t)$ );
- время восстановления работоспособности машины, комплекса или системы ( $\tau$ );
- коэффициент готовности ( $K_G$ ).

Для количественного анализа, расчета уровня надежности и эксплуатационных показателей подсистем и системы в целом рассчитывается календарное время по формуле:

$$t_k = t_p + t_{всп} + t_{ун} + t_{ТО} + t_{оп}, \quad (2.18)$$

где  $t_p$  – время непосредственной работы машины;  $t_p = t_{pi} + t_{нpi}$ ;

$t_{pi}$  – время производительной работы между отказами в рассматриваемый период;

$t_{нpi}$  – время непроизводительной работы между отказами в рассматриваемый период;

$t_{всп}$  – время на выполнение вспомогательных технологических операций;

$t_{ун}$  – время на устранение отказов;

$t_{ТО}$  – время на техническое обслуживание, включающее плановые и предупредительные ремонты, осмотры и уборку машины;

$t_{оп}$  – время простоев по организационным причинам (отсутствие энергии и т.п.).

Таким образом, учитываются горнотехнические, конструктивные, технологические и организационные факторы, которые позволяют оценить надежность машин.

Составляющие определяются следующими зависимостями

$$t_p = \sum_{i=1}^{nk} t_{pi}, \quad (2.19)$$

$$t_{всп} = \sum_{i=1}^{\kappa} t_{вспi}, \quad (2.20)$$

$$t_{yH} = \sum_{i=1}^m t_{yHi}, \quad (2.21)$$

$$t_{TO} = \sum_{i=1}^S t_{TOi}, \quad (2.22)$$

$$t_{оп} = \sum_{i=1}^i t_{опi}, \quad (2.23)$$

где  $nk$  – число отказов за календарное время;  
 $\kappa$  – количество вспомогательных операций ( $m = n - 1$ );  
 $S$  – количество операций по техническому обслуживанию;  
 $i$  – количество простоев.

Наработка на отказ представляет собой среднее время безотказной работы машины или технологической схемы в целом между двумя последовательными отказами и определяется по формуле:

$$t_H = \frac{\sum_{i=1}^n t_{pi}}{n}, \quad (2.24)$$

где  $n$  – число отказов за определенный промежуток времени.

Функция  $P(t)$  выражает вероятность того, что в течение требуемого времени (смена, сутки и т.п.) не будет отказа машины или технологической схемы в целом.

Критерий восстанавливаемости машины представляет собой среднее время устранения одного отказа и определяется по формуле:

$$\tau = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i}{n}, \quad (2.25)$$

Коэффициент готовности  $K_G$  машины определяется по формуле:

$$K_G = \frac{\sum_{i=1}^n t_{pi}}{\sum_{i=1}^n t_{pi} + \sum_{i=1}^n \tau_i} = \frac{\bar{t}_p}{\bar{t}_p + \bar{\tau}}, \quad (2.26)$$

Физическая сущность коэффициента готовности  $K_G$  заключается в том, что он представляет собой вероятность работоспособного состояния машины, подсистемы или технологической схемы в целом в любой произвольный момент времени. Для более полного анализа распределения времени и количественной оценки возможных эксплуатационных показателей машин в методику расчета вводятся следующие дополнительные критерии.

Коэффициент использования техники  $K_{И}$ , представляющий собой вероятность события, что данный объект выполняет свое основное назначение, или вероятность того, что за время пребывания в исправном техническом состоянии он будет иметь техническую производительность, отличную от нуля.  $K_{И}$  определяется по формуле:

$$K_{И} = \frac{t_p}{t_p + t_{всп}}, \quad (2.27)$$

Коэффициент готовности  $K_G'$ , характеризующий вероятность того, что в течение заданного времени объект готов выполнять основное назначение.  $K_G'$  определяется по формуле:

$$K_G' = \frac{t_p + t_{всп}}{t_p + t_{всп} + t_{ун}}, \quad (2.28)$$

Коэффициент технического использования  $K_{ТИ}$ , определяющий вероятностную совокупность всех факторов, а на данном отрезке времени – время нахождения объекта в работоспособном состоянии.  $K_{ТИ}$  определяется по формуле:

$$K_{ТИ} = \frac{t_p + t_{всп}}{t_p + t_{всп} + t_{ун} + t_{ТО}}, \quad (2.29)$$

Коэффициент организационного использования  $K_{ОИ}$  (характеризует потери календарного времени из-за организационных простоев) определяется по формуле:

$$K_{ОИ} = \frac{t_K - t_{ТО}}{t_K}. \quad (2.30)$$

Полная оценка времени работы машины определяется по формуле:

$$t_{p\text{факт}} = t_K \cdot K_{ТИ} \cdot K_{ОИ}. \quad (2.31)$$

Количественная оценка уровня функционирования рабочей машины и определение возможной эксплуатационной производительности осуществляется по формуле:

$$\mathcal{E}_M(\Pi) = t_p \cdot \sum_{i=1}^n Q_{Ti} P(t_{pi}) = t_K \cdot K_{И} \cdot K_{ТИ} \cdot K_{ОИ} \cdot \sum_{i=1}^n Q_{Ti} P(t_{pi}), \quad (2.32)$$

где  $\mathcal{E}_M(\Pi)$  – возможный объем работы, выполненный машиной за рассматриваемый период времени;

$n_{Ti}$  – число состояний, различающихся значениями технической производительности  $Q_{Ti}$ ;

$P(t_{pi})$  – вероятность рабочего периода в  $i$ -том состоянии машины.

Вероятность безотказной работы подсистемы «шасси» определяется по формуле:

$$P(t) = \frac{T_{B1}}{T_{B1} + T_{CP1}}, \quad (2.33)$$

где  $T_{B1}$  – среднее время производительной работы самоходного шасси, мин.;

$T_{CP1}$  – среднее время ликвидации отказов, мин.

Вероятность безотказной работы подсистемы «вспомогательное оборудование» определяется по формуле:

$$P(t) = \frac{T_{B2}}{T_{B2} + T_{CP2}}, \quad (2.34)$$

где  $T_{B2}$  – среднее время работы механизма вспомогательного оборудования, мин.;

$T_{CP2}$  – среднее время ликвидации отказов, мин.

### **2.4.3 Расчет показателей надежности при эксплуатации нового устройства**

Исходным материалом для оценки качества машины для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа, работающих на Костанайской прядильно-трикотажной фабрике, в эксплуатационных условиях явились статистические данные по его аварийным отказам и повреждениям, которые собирались по отчетным документам за 2016 год. При этом фиксировалось,

какая деталь машины вышла из строя и количество отказов по деталям за время эксплуатации.

Оценка показателей надежности при статистических данных подчинена экспоненциальному распределению.

Экспоненциальное распределение является распределением времени между независимыми событиями, появляющимися с постоянной интенсивностью. В теории надёжности применяется для описания распределений внезапных отказов, длительности восстановления работоспособности объектов и т.д.

Экспоненциальное распределение определяется одним параметром  $\lambda$ .

В таблице 2.5 представлены результаты наблюдений случайной величины наработки до замены электромагнитов.

Таблица 2.5 – Результаты наблюдений случайной величины наработки до замены электромагнитов

$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ	$t_i$ , ТЫС. КМ
0,80	173,88	12,06	37,45	7,89	104,45	2,05	33,07	151,96	20,00	74,14
59,24	106,41	18,65	49,44	88,28	56,13	32,23	163,20	13,31	159,51	40,86
176,7	7,22	30,75	273,90	5,91	58,62	55,88	24,09	4,77	84,99	28,39
31,74	81,73	42,89	31,65	38,64	149,20	51,09	115,70	8,26	77,94	196,25
30,73	10,49	14,84	115,09	38,64	90,25	98,65	120,64	66,45	74,14	13,88
16,32	17,91	70,71	84,21	3,72	36,01	26,30	3,33	6,56	15,41	30,38
11,55	13,32	2,37	56,21	19,34	28,19	12,20	80,90	18,74	15,30	24,20
3,00	194,22	19,63	2,84	5,57	33,69	41,66	191,22	58,22	45,76	3,33
0,93	7,57	69,56	11,44	3,16	23,02	76,08	54,07	62,89	27,56	61,35
33,48	66,82	27,39	5,21	5,67	1,46	27,83	77,69	13,88	9,00	78,18
7,93	220,83	52,80	100,45	86,74	34,73	11,29	7,18	4,65	131,44	

Из таблицы 2.5 находим минимальное и максимальное наблюдение случайной величины наработки. Определяется размах по формуле

$$\Delta t = (t_n - t_1) / r \quad (2.35)$$

где  $t_1$  – наименьшее значение выборки;

$t_n$  – наибольшее значение выборки;

$r$  – число интервалов.

Подставив значения в формулу (2.35) получим:

$$\Delta t = \frac{273,9 - 0,8}{12} = 22,76 \text{ тыс. км}$$

В таблице 2.6 представлено группирование случайной величины и плотность распределения вероятности случайной величины, которая определяется по формуле:

$$f_3(t) = m_j / n\Delta t \quad (2.36)$$

Таблица 2.6 – Группирование случайной величины

№ интервала	$t_i$ , тыс.км	$m_i$	$f_3(t)$
	0,8		
1	23,55833	46,00	0,016844
2	46,31667	26,00	0,00952
3	69,075	14,00	0,005126
4	91,83333	15,00	0,005492
5	114,5917	4,00	0,001465
6	137,35	4,00	0,001465
7	160,1083	3,00	0,001098
8	182,8667	3,00	0,001098
9	205,625	3,00	0,001098
10	228,3833	1,00	0,000366
11	251,1417	0,00	0
12	273,91	1,00	0,000366

Оценкой математического ожидания является среднее арифметическое значение случайной величины  $T$ , определяемое по формуле:

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad (2.37)$$

Подставив значения в формулу (2.37) получим

$$\bar{t} = \frac{6249,75}{120} = 52,08$$

В случае полностью определенной выборки объемом  $n$ , несмещенная оценка для  $\lambda$  определяются по формуле:

$$\bar{\lambda} = n / \sum_{i=1}^n t_i \quad (2.38)$$



Подставив значения в формулу (2.38) получим:

$$\bar{\lambda} = 0,019200768$$

Коэффициенты  $r_1$  и  $r_2$  вычисляются по формулам:

$$r_1 = \frac{4m}{\left(\sqrt{4m-1} + U_p\right)^2}, \quad (2.39)$$

$$r_2 = \frac{4m}{\left(\sqrt{4m-1} - U_p\right)^2}, \quad (2.40)$$

где  $m$  – суммарное число отказов всех объектов за время испытаний;

$U_p$  – квантиль нормального распределения.

Подставив значения в формулу (2.39) и (2.40) получим:

$$r_1 = r_2 = 1,171587$$

Нижняя  $t_n$  и верхняя  $t_b$  доверительные границы величины при односторонней доверительной вероятности находятся по формулам:

$$t_n = r_1 * \bar{t}, \quad (2.41)$$

$$t_b = r_2 * \bar{t}. \quad (2.42)$$

Подставив значения в формулу (2.41) и (2.42) получим:

$$t_n = 866878 * 0,016644722 = 14390,1748$$

$$t_b = 1,171587 * 0,022495361 = 0,026355$$

Нижняя  $\lambda_n$  и верхняя  $\lambda_b$  доверительные границы для параметра  $\lambda$ :

$$\lambda_n = \bar{\lambda} / r_3 \quad (2.43)$$

$$\lambda_b = \bar{\lambda} / r_4 \quad (2.44)$$

Подставив значения в формулу (2.43) и (2.44) получим:

$$\lambda_n = \frac{0,019200768}{1,161823} = 0,022307899$$

$$\lambda b = \frac{0,016506016}{0,859654} = 0,016506016$$

Коэффициенты  $r_3$  и  $r_4$  вычисляются по формулам:

$$r_3 = \frac{4(m-1)}{(\sqrt{4m-1} - U_p)^2}, \quad (2.45)$$

$$r_4 = \frac{4(m-1)}{(\sqrt{4m-1} + U_p)^2}. \quad (2.46)$$

Подставив значения в формулу (2.45) и (2.46) получим:

$$r_3 = 1,161823$$

$$r_4 = 0,859653928$$

Оценка показателей надежности при статистических данных подчинена экспоненциальному распределению.

На рисунках 2.17, 2.18 представлены гистограммы эмпирического и теоретического распределения.

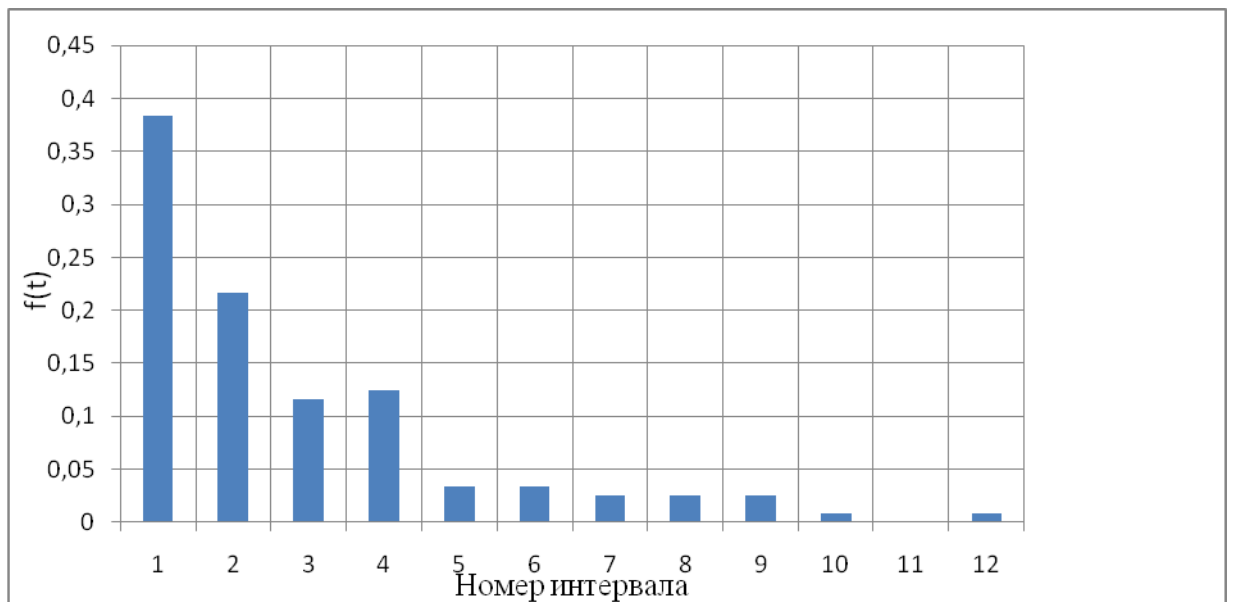


Рисунок 2.17 – Эмпирическая плотность распределения  $f(t)$

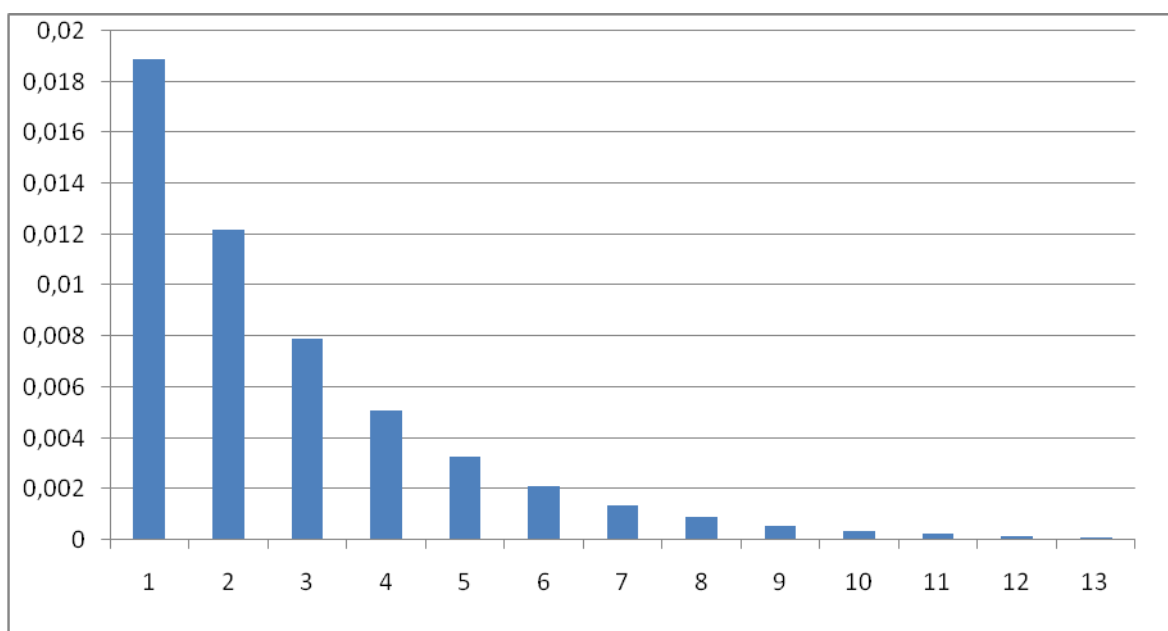


Рисунок 2.18 – Теоретическая плотность распределения  $f(t)$

Результаты расчета проверки согласия между эмпирическим и теоретическим распределением приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Результаты расчета критерия  $\chi^2$  Пирсона

№ интервала	m	F(t)	p(t)	p(t)*n	$\chi^2$	$\chi^{2*}$ (табличное значение)
0,8		0,015243				
23,558333	46,00	0,363861	0,348618	41,83412	0,414841	
46,316667	26,00	0,589063	0,225202	27,02426	0,038821	
69,075	14,00	0,734541	0,145477	17,45729	0,684692	
91,833333	15,00	0,828517	0,093976	11,27717	1,228988	
137,35	8,00	0,92844	0,099924	11,99083	1,328241	
182,86	6,00	0,970135	0,041694	5,003289	0,198556	
273,91	5,00	0,994801	0,024666	2,959972	1,405998	
Сумма критерия Пирсона по интервалам $\sum \chi^2$					5,300137	

Выполненное группирование статистических данных и построение гистограммы позволило получить эмпирическую плотность распределения случайной величины, выполнить проверку согласия между эмпирическим и выбранным теоретическим законом распределения с использованием критерия согласия Пирсона, вычислить оценку показателей надежности и их доверительных границ при заданной доверительной вероятности.

Таким образом, надежность эксплуатации предлагаемой машины была подтверждена проведенными вычислениями четырех показателей надежности:

средней наработки до отказа, гамма-процентной наработки до отказа, вероятности безотказной работы и интенсивности отказов.

Модернизация технологического оборудования позволила совместить в одной машине роспуск деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа с устранением извитости нити путем проведения влажно-тепловой обработки полуфабриката, устранить поднятие ворса за счет введения рабочего узла для промасливания нити, а также обеспечить качественную обработку полотна без его перенавешивания и переукладки с одной машины на другую.

Полученное полотно, сочетающее одновременно качество и экономичность, может быть использовано в производстве новых изделий, а внедрение усовершенствованного устройства в производство позволит обеспечить исправление ошибок и реализацию безотходной технологии.

Внедрение разработанного оборудования на швейно-трикотажном предприятии позволит перерабатывать повторно используемую нить в производстве новых качественных изделий, полностью утилизировать и регенерировать отходы производства, снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, а также получить прибыль от реализации вторичного сырья.

Оснащение предприятий легкой промышленности предложенным оборудованием позволит сократить в 2-3 раза расходы природных ресурсов, уменьшить трудозатраты, снизить расход энергии, затрачиваемой на переработку отходов (в сравнении с первичным производством). Таким образом, снизить загрязнение окружающей среды, решить экологическую проблему.

### **Выводы по второму разделу**

1. Из обзора информационного материала теоретически проанализировано 11 устройств для переработки отходов пряжи трикотажного производства, рассмотрены их положительные и отрицательные стороны.

2. Экспериментально обоснован выбор двух устройств для переработки отходов пряжи швейно-трикотажного производства: устройство для разматывания деталей трикотажных изделий, которое можно использовать также для разматывания пряжи со срывов купонов и устройство для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи.

3. Преимуществом предложенного устройства для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа является:

- обеспечение оптимальных условий натяжения нити при роспуске деталей изделия, за счет свободного вращения рамы 1 относительно болтов 3, и тем самым установления необходимого угла подачи нити по отношению к вязальной машине; за счет закрепления всей ширины детали изделия посредством зажимов 5; за счет регулирования расстояния между планкой 4 и рамой 1 в зависимости от ширины срыва;

- механизация ручного труда, которая предусматривает закрепление распускаемой детали изделия один раз и исключает перевешивание ее каждый раз по мере роспуска.

- простота и мобильность устройства, заключающаяся в легкости конструкции и возможности переносить ее к любой плосковязальной машине.

4. За год полноценной работы швейно-трикотажного производства, до внедрения предложенных устройств количество отходов, только верхнего трикотажа составило около 536 т, отходы по тканям подкладки 134 т, по тканям приклада 233 т.

5. При внедрении устройства для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа и устройства для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи сократились, такие отходы как межлекальные выпады до 14,87%, и потери, обусловленные срывами до 5,15%. Общий процент выпадов снизился на 20% по наиболее дорогостоящим отходам тканей верха

6. В результате внедрения выбранных методов было установлено улучшение состояния рабочей зоны трудящихся, концентрация текстильной пыли в производственном помещении для переработки отходов снизилась на 50%.

7. Предложенные устройства и методы переработки отходов швейно-трикотажного производства доказывают, что существует возможность увеличения выхода качественной продукции верхнего трикотажа за счет использования пряжи повторного использования.

С учетом вышеизложенного, намечены основные этапы исследования, включающие теоретическое и экспериментальное исследование влияния влажно-тепловой обработки пряжи повторного использования на ее физико-механические свойства и на стабильность процесса вязания; нахождение оптимальных режимов и параметров пряжи повторного использования используя вероятностно-статистическую обработку результатов механических испытаний; методом математического планирования эксперимента определить оптимальные свойства трикотажных полотен из пряжи повторного использования для получения качественной продукции.

### **3 Экспериментальное исследование влияния влажно-тепловой обработки пряжи повторного использования на ее физико-механические свойства и на стабильность процесса вязания**

#### **3.1 Исследование влияния влажно-тепловой обработки на физико-механические и геометрические свойства пряжи**

В качестве объектов исследования были выбраны два вида пряжи: шерстяная и смешанная линейной плотности 32 текс · 2.

Самая хорошая по свойствам пряжа не может быть признана удовлетворительной, если она не соответствует требованиям вырабатываемого изделия или не подготовлена для переработки на оборудовании в современных условиях производства.

Неполная подготовленность сырья к переработке отрицательно сказывается не только на качестве и сортности продукции, но и на показателях работы предприятия и использовании техники.

Широкий диапазон требований к сырью для трикотажных изделий объясняется очень большим разнообразием самих изделий [70]. Например, требования к структуре нити предъявляют, начиная от капроновых моноплетей для тонких чулок и кончая рыхлой шерстяной и синтетической пряжей для пуловеров и жакетов.

Если представить себе схематически нить круглой в поперечном сечении, то с увеличением диаметра нити значительно повысится ее сопротивление изгибу. Для нас представляет интерес увеличение диаметра нити без увеличения количества волокон в поперечном сечении. Это вполне возможно, если нити предать рыхлую структуру. Рыхлая структура пряжи имеет много достоинств, главными из которых являются:

- 1) повышение упругого сопротивления изгибу и способность лучше восстанавливать форму петли при деформациях;
- 2) высокая застилистость, позволяющая применять нити меньшей линейной плотности (на 10-15%) без увеличения плотности вязания (уменьшения длины нити в петле) и поэтому без снижения производительности вязальных машин;
- 3) облегчение массы изделия и придание ему приятной мягкости на ощупь;
- 4) повышение теплоизоляционного свойства изделий;
- 5) улучшение способности пряжи к переработке на вязальных машинах.

Нить (пряжа) рыхлой структуры особенно необходима для изготовления верхних трикотажных изделий производимых на экспериментальном предприятии. Рыхлая структура пряжи достигается благодаря пониженной крутке, что связано с понижением прочности пряжи. Если для ткани прочность является основным свойством нити, то для трикотажа это свойство имеет второстепенное значение.

Для трикотажных изделий ровнота нити по толщине и крутке имеет более важное значение, чем для изделий из ткани.

Структура петель трикотажа такова, что короткий отрезок нити изгибается несколько раз, переплетаясь сам с собой и образуя петли, расположенные рядом друг с другом. Нить в каждой петле как бы складывается вдвое, отчего неровнота ее становится ярко выраженной. Из утолщенного или утоненного участка нити образуется группа петель, легко отличимая от соседних. При периодической неровноте нити получается дефект, известный под названием зебрность [71].

Таким образом, требования к сырью по ровноте нити основаны на особенностях строения петель трикотажа, поэтому в начале исследования были проведены эксперименты по определению физико-механических и геометрических свойств пряжи.

Работа проводилась в 3-х вариантах по нити и в 2 вариантах по трикотажному полотну:

1-й вариант – была исследована пряжа, первоначально применяемая для изготовления жактов мужских.

В процессе вязания, при недостаточно внимательном и квалифицированном обслуживании машин, могут возникнуть такие дефекты как нарушение рисунка, набор петель или образование увеличенных петель, перекося петельных рядов, провязывание в жаккардовых полотнах петель из не того цвета, смещение раппорта рисунка, образование на полотнах комбинированного переплетения неразглаживающихся заломов. К отходам при вязании относятся также срывы, т.е. купоны, не полностью связанные из-за обрыва нити, или купоны, которые не могут далее обрабатываться из-за неисправимых дефектов. Количество отходов от срывов определяют исходя из повторяемости и средней массы срывов. В некоторых случаях, срывы подвергаются распусканию и в дальнейшем пряжа применяется повторно для вязания.

2-й вариант – была исследована пряжа повторного использования, после роспуска брачных деталей полученных в процессе вязания, результате неполадок в работе машин.

Но, после роспуска пряжа имеет извитую не равномерную структуру. Для решения данной проблемы предлагается устройство для снятия извитости повторно используемой нити, посредством воздействия на него водяного пара и с последующей её сушкой. Поэтому дополнительно была исследована пряжа после воздействия на нее паром и эмульсией.

3-й вариант – была исследована пряжа повторного использования после воздействия на нее паром и эмульсией.

При исследовании свойств трикотажных полотен:

1-й вариант – были исследованы свойства получаемого трикотажного полотна из пряжи, первоначально применяемой для изготовления жактов мужских.

2-й вариант – были исследованы свойства получаемого трикотажного полотна из повторно используемой пряжи.

## **3.2 Исследование влияния влажно-тепловой обработки на физико-механические и геометрические свойства пряжи**

Действующие стандарты характеризуют качество текстильных нитей, с одной стороны, физико-механическими показателями, которые определяют в основном эксплуатационные свойства выпускаемых из них изделий, с другой – количеством внешних дефектов на нити, от которых зависит как внешний вид изделий, так и легкость прохождения нити по иглам и платинам вязальных машин, что обуславливает производительность оборудования, величину зоны обслуживания, количество отходов производства, а также сортность выпускаемой продукции [72]. Таким образом, эксплуатационные свойства текстильных изделий зависят в основном от физико-механических свойств текстильных нитей, а сортность изделий и технологические параметры процесса изготовления изделий – от внешнего вида нити и числа дефектов на единице ее длины, от количества нанесенного на нить замасливателя (эмульсии) и равномерности его распределения по поверхности нити.

Действующие стандарты включают в себя следующие показатели для качественной оценки поставляемых трикотажной промышленности нитей: линейную плотность, разрывную нагрузку и относительное удлинение, крутку, внешние дефекты, засоренность (только для хлопчатобумажной пряжи), жесткость (только для химических нитей) плотность намотки.

Методы определения физико-механических показателей, принятых для оценки качества текстильных нитей и являющихся общими для основных видов нитей, используемых в текстильной и трикотажной промышленности, представлены в ГОСТ 6611.1-73, ГОСТ 6611.2-73, ГОСТ 6111.3-73, ГОСТ 17511 - 83. Все методы определения показателей физико-механических свойств, являющихся специфическими для определенного вида нитей, а также методы определения внешних дефектов на нитях представляются в стандартах и технических условиях на соответствующие виды нитей или отдельных стандартах.

### **3.2.1 Исследование геометрических свойств пряжи**

Основными геометрическими свойствами волокон и нитей являются толщина и длина. Длина и толщина волокон во многом определяют технологические режимы их переработки и свойства нитей, а толщина нитей оказывает влияние на свойства изделий [73].

Толщину волокон и нитей можно оценивать как прямыми, так и косвенными характеристиками.

Прямыми, непосредственными характеристиками толщины являются площадь поперечного сечения и диаметр, однако их промер, по многим причинам, является весьма затруднительным, поэтому в текстильной промышленности используют косвенную характеристику толщины - линейную плотность. Линейная плотность характеризуется массой в граммах одного километра волокон или нитей.



$$T = m / L \text{ — (г/км; мг/м; текс.)} \quad (3.1)$$

где  $T$  – линейная плотность,  
 $m$  – масса,  
 $L$  – длина.

В отдельных случаях применяется характеристика тонины волокон и нитей номер. Номер показывает длину в метрах одного грамма волокон или нитей.

$$N = L / m \text{ — (м/г; мм/мг; км/кг.)} \quad (3.2)$$

Зависимость между линейной плотностью и номером характеризует формулой 3.3.

$$N \cdot T = 1000 \quad (3.3)$$

В ряде случаев, например при расчете структурных характеристик изделий, используется прямая характеристика толщины нитей - диаметр расчетный или диаметр условный.

Истинная величина диаметра пустотелых волокон и нитей близко соответствует расчетному диаметру, который вычисляют по формуле:

$$d_y = 0,0357 \sqrt{T/y} \text{ — (мм)} \quad (3.4)$$

где  $T$  - линейная плотность в тексах  
 $y$  - плотность вещества из которого состоят волокна и нити в мг/мм<sup>3</sup>

Для оценки неравномерности текстильных нитей по линейной плотности (по массе отдельных пасм или отрезков) применяют среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации. Неравномерность нитей по линейной плотности оказывает влияние на обрывность в технологических процессах производства, от нее зависят такие свойства готовых изделий, как прочность при растяжении, стойкость к истиранию, блеск и др [74].

Для расчета линейной плотности нитей необходимо определить их массу и длину. С этой целью от паковок отматывались мотки нитей – пасмы длиной 5; 10; 25; 50; 100 или 200 м в зависимости от линейной плотности нитей. Для отматывания нитей в мотки нужной длины применяли прибор – мотовило, периметр кроны которого равен 1 м. На крону мотовила можно наматывать одновременно 5 пасм. Автоматизированное мотовило МПА-1М имеет специальный механизм для автоматического останова после наматывания на крону нитей заданной длины (25:50 и 100 м.). Пасмы снимают с мотовила тыльными сторонами кистей рук, следя, чтобы нити не перепутывались.

Для определения массы пасм использовали весовые текстильные квадранты, работающие без применения гирь по принципу равновесия

трехплечевого рычага. Масса материала указывается на градуированной шкале и определяется по углу отклонения рычага с указательной стрелкой от первоначального равновесного положения. Перед определением массы нитей квадрант устанавливают по уровню, при этом стрелка должна находиться на нулевой отметке шкалы. Зная общую длину всех пасм и их массу, по формуле вычисляют линейную плотность нитей.

Для получения отрезков нитей длиной 1 м на мотовило наматывают пасму длиной не более 25 м, затем двумя пальцами левой руки зажимают пасму в одном месте и рядом разрезают ее ножницами. Таким образом, получают пучки, состоящие из 25 нитей метровой длины. От каждого пучка берут любые 10 отрезков, которые для удобства взвешивания на торсионных весах превращают в колечки, наматывая поочередно отрезки нитей на концы раскрытого пинцета.

Согласно приведенной методике с 3-х конических бобин шерстяной и 3-х бобин смешанной были намотаны пасмы длиной по 25 м, после разрезания которых получены пучки, состоящие из 25 нитей метровой длины. От каждого пучка отобраны 10 отрезков и взвешены на торсионных весах.

Полученные значения по основным геометрическим свойствам представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Полученные значения по основным геометрическим свойствам

№	Длина	Масса	Относительная плотность	Тонина	Диаметр
нить до использования в изготовлении трикотажного изделия					
1	50	2,99	59,8	0,0167	0,291
2	50	2,87	57,4	0,01742	0,273
3	50	2,85	57,0	0,1754	0,27
4	50	2,94	58,8	0,1700	0,27
5	50	2,97	59,4	0,1683	0,27
нить после роспуска изделия					
1	50	2,05	41,0	0,0161	0,284
2	50	2,14	42,8	0,01751	0,283
3	50	2,15	43,0	0,01765	0,271
4	50	2,14	42,8	0,01678	0,218
5	50	2,07	41,4	0,01659	0,217
нить после обработки паром					
1	50	1,99	39,8	0,0177	0,219
2	50	1,87	37,4	0,01642	0,223
3	50	1,85	37,0	0,01654	0,117
4	50	1,94	38,8	0,01670	0,127
5	50	1,97	39,4	0,01783	0,198

Продолжение таблицы 3.1

нить после обработки эмульсией					
1	2	3	4	5	6
1	50	2,96	59,2	0,0169	0,29
2	50	2,97	59,4	0,01682	0,27
3	50	2,95	59,0	0,01704	0,28
4	50	2,99	59,8	0,01741	0,27
5	50	2,98	59,6	0,01689	0,27

По результатам измерений, ниже предлагается диаграмма (рисунок 3.1), показывающая изменения относительной плотности нити до изготовления трикотажного изделия (нить 1), после роспуска (нить 2), после обработки паром (нить 3) и обработки эмульсией (нить 4).

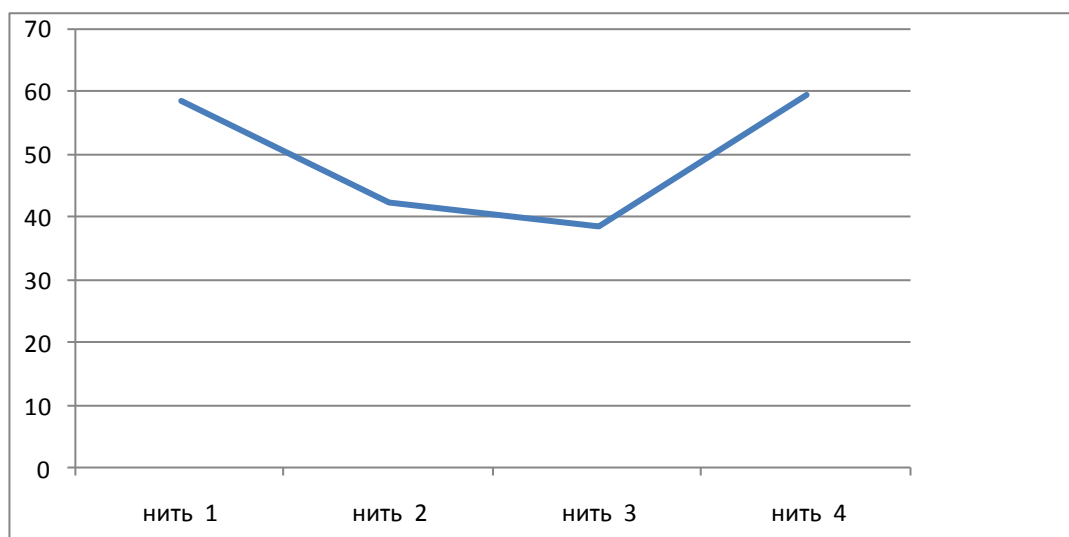


Рисунок 3.1 – Диаграмма изменения относительной плотности

Анализ геометрических свойств пряжи доказывает, что большое влияние на свойства волокон и нитей оказывает их неравномерность по толщине. На неравномерность нитей на коротких длинах влияет работа выпускной машины, а на длинных оценивается общий уровень всего процесса производства. С увеличением длины, на которой определяют неравномерность, коэффициент вариации по линейной плотности смежных участков одной и той же нити уменьшается.

Очень важным является не только уровень, но и характер изменения неровности, который изучается с помощью корреляционной функции по которой можно установить длину преобладающих колебаний толщины нитей. По длине волны  $X$  можно определить дефектный рабочий орган, который создает данную периодическую неровность.

### 3.2.2 Исследование физико-механических свойств пряжи

Все виды нитей и пряжи проверяют по следующим основным физико-механическим свойствам: толщина, прочность, крутка (число кручений на 1 м), влажность (% к абсолютно сухому весу). Проверять физико-механические показатели сырья следует при определенных условиях влажности и температуры помещения, в котором производится испытание [73]. В ГОСТ 10681 - 63 эти условия определены: температура  $-20+8^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность - 65,2%.

Гладкость поверхности нити, ее чистота, отсутствие посторонних примесей, шишек, узлов необходимы не только для нормального протекания процесса переработки нити, но и для придания трикотажу упругости, устойчивости размеров, хорошего внешнего вида.

Среди важнейших требований к сырью нельзя не указать на сопротивление нити трению. Упругость петель трикотажа при деформировании связана с трением нитей о нить (при изменении формы петли) и трением волокон между собой (при изогнутости нити). Сопротивление трению в этом случае играет весьма существенную роль. Его можно уменьшить путем снижения коэффициента трения и улучшения состояния поверхности нити, что достигается парафинированием или эмульсированием нити, снижающим коэффициент трения нити о нить и о нитенаправляющие органы вязальных машин.

В настоящее время деформационные и фрикционные свойства текстильных материалов изучены достаточно хорошо. Существует большое количество экспериментально-аналитических методов определения физико-механических параметров нити (в том числе, методов определения изгибной жесткости нити, жесткости при растяжении, коэффициентов трения покоя и движения), к основному недостатку которых можно отнести необходимость проведения повторных испытаний в том случае, если существенно изменяются условия нагружения и деформирования нити. В то же время, ряд авторов отмечают закономерность изменения некоторых параметров нитей при изменении условий эксперимента. Например, И.В. Крагельским и М.М. Моисеенко установлено, что с увеличением давления на нить коэффициент трения уменьшается, асимптотически приближаясь к некоторому номинальному значению [75]. Н.В. Хвальковский показал падение коэффициента трения при увеличении натяжения нити и площади контакта. В.Г. Пинхасович установил, что коэффициент трения пряжи уменьшается с увеличением угла охвата нитью направляющих. Это позволяет авторам использовать эмпирические коэффициенты для расчета параметров при описании какого-либо явления в изменяющихся условиях [76].

Полученные значения по основным физико-механическим свойствам испытываемых образцов представлены в таблице 3.2

Таблица 3.2 - Значения по основным физико-механическим свойствам

Наименование показателей	НД на методы испытаний	Норма по НД	Усредненные данные
1	2	3	4
после обработки паром			
Относительная разрывная нагрузка	ГОСТ 6611 -2.73	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 1-7,3 не менее 2	11,65
Влажность	ГОСТ 6611 -4.73	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 - 14,6	13
Коэффициент крутки	ГОСТ 6611 – 3-2003	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 17,4 не более	11,3
после обработки эмульсией			
Относительная разрывная нагрузка	ГОСТ 6611 -2.73	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 1-7,3 не менее 2	12,9
Влажность	ГОСТ 6611 -4.73	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 14,6	12,5
Коэффициент крутки	ГОСТ 6611 – 3-2003	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 17,4 не более	9,5

Проведенный обзор литературных источников показал, что оценка деформационных и фрикционных свойств нитей при изгибе известными методами не позволяет прогнозировать параметры структуры трикотажа в широком диапазоне изменения условий вязания, подтвердил актуальность работы, позволил сформулировать задачи исследования.

К основным физико-механическим характеристикам нити относятся коэффициенты жесткости при растяжении и изгибе и параметры трения нити. Известно, что все перечисленные характеристики взаимосвязаны и зависят от большого числа факторов. От точности определения этих характеристик зависит точность прогнозирования технологических параметров. Поэтому выбор методов их определения должен соответствовать условиям переработки материалов на технологическом оборудовании..

### **3.2.3 Исследование влияния влажно-тепловой обработки на свойства пряжи**

Анализ литературных источников показывает, что опубликованные исследования содержат сведения по влиянию только кратковременных термических обработок на свойства синтетических волокон, нитей и текстильных материалов в основном при их изготовлении и переработке. Практически отсутствуют данные по сравнению различных условий термической обработки (в свободном и фиксированном состояниях) на свойства нитей и пряжи [74-76]. При этом большинство имеющихся оценок касаются только изменения прочности. В то же время эксплуатационные показатели материалов и изделий существенно зависят также от изменения деформационных свойств нитей, пряжи и тканей после длительного воздействия повышенной температуры - диаграммы напряжение-деформация,

жесткости (условного модуля деформации), удлинения при разрыве, работы деформирования до разрыва и других характеристик.

Для более полного прогнозирования эксплуатационной надежности этих видов полотен необходимы сведения об усадке и термическом старении используемых нитей и их уточнение на вырабатываемых тканях. Аналогичные задачи возникают при разработке и прогнозировании изменений свойств других видов текстильных материалов и изделий.

Исходя из того, что изделия из синтетических волокон и нитей, а также из шерстяной пряжи широко используются в различных областях техники и быта, отсутствие необходимой информации об усадке и длительном термостарении, исследование изменения их механических свойств при воздействии влажно – тепловой обработки является актуальным.

Для более полного изучения воздействия влажно-тепловой обработки необходимо иметь полное представление об исследуемом объекте.

В последнее время в трикотажной промышленности увеличилось использование смешанной пряжи, изготовленной из шерсти в смеси с различными химическими волокнами. Все виды шерстяной пряжи в смеси с другими волокнами, как правило, дешевле чистошерстяной. Снижение стоимости пряжи происходит не только потому, что химические волокна стоят дешевле, чем шерстяные, но потому, что такие смеси делают возможными получение тонких нитей. При производстве верхних трикотажных изделий наибольшее распространение получили шерстяная пряжа и смешанная пряжа шерсти с нитроном [77].

Поэтому в качестве объектов исследования были выбраны два вида пряжи: шерстяная и смешанная линейной плотности  $31 \text{ текс} \cdot 2$ .

По составу волокон различают шерсть однородную и неоднородную. Однородность шерсти определяют уравниваемостью и толщине, извитости и длине и по содержанию в ней пуха, переходного волоса, ости и мертвого волоса.

Шерстяные волокна подразделяют на четыре основных типа: пух, переходной волос, ость, грубость или мертвый волос (рисунок 3.2).

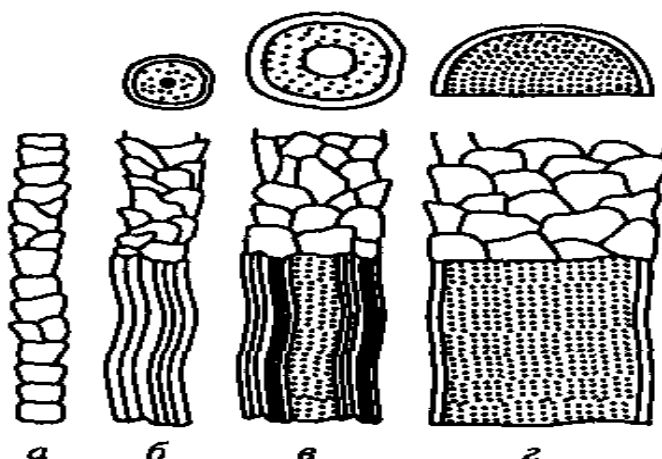


Рисунок 3.2 – Продольный вид и поперечный срез волокон шерсти:  
а) пух; б) переходной волос; в) ость; г) мертвый волос

Шерстяное волокно относится к белковым соединениям, содержащим в основном кератин, в который входят остатки различных аминокислот.

Элементарный состав кератина характеризуется наличием пяти элементов углерода, водорода, кислорода, азота и серы. Макромолекулы кератина содержат аминогруппы (NH<sub>2</sub>) и карбоксильные группы (COOH).

Волокна шерсти имеют гетерогенное гистологическое строение: волокна тонкой однородной шерсти состоят из двух слоев – наружного (чешуйчатого) и внутреннего (коркового), а остевых волокон грубой неоднородной шерсти имеется еще третий сердцевинный слой (рисунок 3.3) [78].

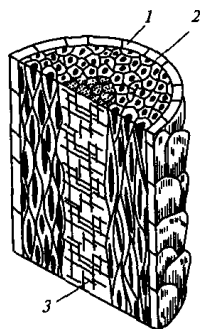
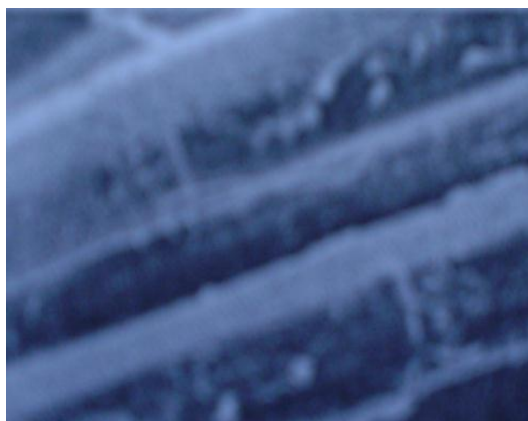


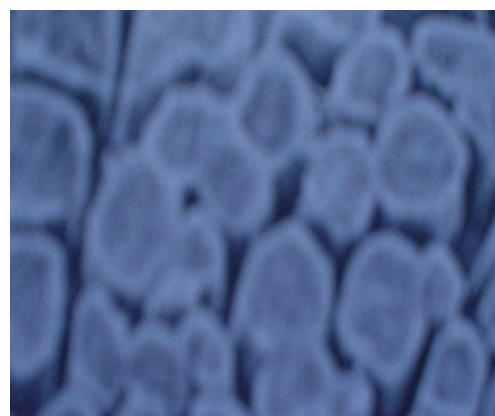
Рисунок 3.3 – Строение шерстяного волокна:

1 – чешуйчатый слой или кутикула; 2 – корковый слой или кортекс;  
3 – сердцевина.

Чешуйчатый слой представляет собой наружную оболочку, защищающую расположенные внутри него слои волокна от внешних воздействий и состоящую из тонких роговидных чешуек. При микроскопическом исследовании именно наличие чешуйчатого слоя является отличительным признаком шерстяного волокна. Чешуйки расположены на поверхности волокна в один слой и очень плотно, так что края отдельных чешуек частично перекрывают соседние (рисунок 3.4).



а) вид сверху



б) поперечное сечение

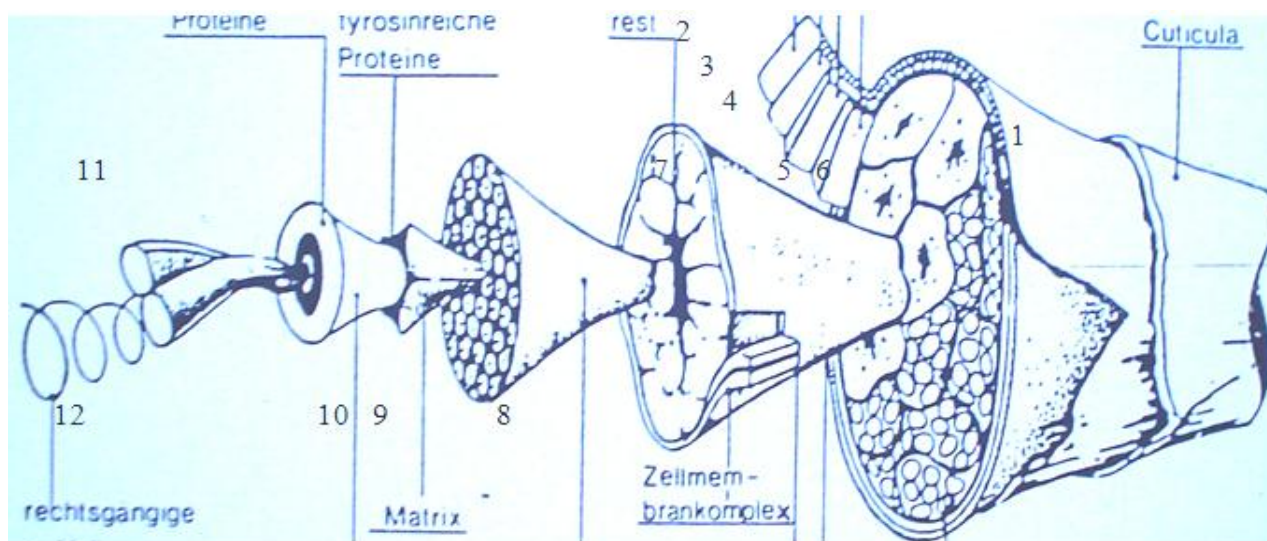
Рисунок 3.4 – Вид под микроскопом шерстяного волокна

Основную массу волокна шерсти представляет корковый слой, лежащий непосредственно под чешуйчатым. Данный слой состоит из веретенообразных

клеток надмолекулярных образований из фибрилл белка кератина. Молекулы кератина из-за наличия в них остатков аминокислот содержащих различные радикалы, взаимодействуют между собой благодаря различным силам: межмолекулярным (силами Ван-дер-Ваальса), водородным солевым и даже валентным химическим связям. Свойства коркового слоя определяют основные физико-механические свойства шерсти: прочность, растяжимость, упругость и гибкость [79].

Сердцевинный слой построен из клеток различной формы и имеющих рыхлую структуру. Промежутки между клетками заполнены воздушными пространствами.

Каждая чешуйка чешуйчатого слоя состоит из трех слоев: эпикутикулы, экзокутикулы и эндокутикулы. Эпикутикула – тонкий наружный слой, имеющий в своем составе хитин, воск и другие вещества; обладает большой устойчивостью к кислотам. Экзокутикула состоит из разновидностей кератина, основной слой чешуи – эндокутикула – из модифицированных белковых веществ. Одним из наиболее характерных и существенных свойств шерсти является ее мягкость. Существует мнение, что изменение мягкости шерстяного волокна при поверхностных химических реакциях являются следствием удаления с волокон эпикутикулы, и что грубость или жесткость шерсти в этих случаях объясняется неравномерной потерей эпикутикулы (рисунок 3.5).



- 1 – кутикула; 2 – эпикутикула; 3 – экзокутикула; 4 – эндокутикула;  
 5 – паракортекс; 6 – ортокортекс; 7 – паракортекс; 8 – макро-фибрилла;  
 9 – аралық пиламент материал; 10 – микро-фибрилла; 11 – прото-фибрилла;  
 12 –  $\alpha$ -геликс.

Рисунок 3.5 – Межмолекулярное строение шерстяного волокна

До настоящего времени еще не установлено полной связи между механическими свойствами волокон шерсти и ее молекулярным и морфологическим строением. На прочность шерстяных волокон в сухом виде сильно влияет количество пептидных связей, (то есть длина главных цепей).



Прочность волокон существенно уменьшается, если разрушается 10-15% исходных пептидных связей. Не подлежит сомнению, что максимальная степень разрушения вызывается гидролизом главных цепей.

Шерстяное волокно обладает высокой гигроскопичностью, хорошими теплозащитными свойствами светостойкостью, растяжимостью, упругостью и валкоспособностью. Прочность шерстяного волокна на разрыв и устойчивость его к истиранию невысокие. Минеральные кислоты небольших концентраций при низких температурах повышают прочность шерстяных волокон на 10%, а кислоты больших концентраций разрушают шерстяное волокно, а при нагревании растворяют [74-79].

Смешанная шерстяная пряжа может быть в смеси с различными химическими волокнами. В нашем случае в качестве образца для исследования была выбрана полушерстяная пряжа в смеси с нитроном (50%/50%). Линейной плотностью 31x2 текс.

Сырьем для производства нитронового волокна служит акрилонитрил, синтезируемый из пропилена и аммиака. Нитроновые волокна состоят из структурных элементов – фибрилл, представляющих собой кучки макромолекул. Поперечное сечение имеет вид боба или гантели. Форма сечения зависит от условий формования волокна (рисунок 3.6).

Нитроновые волокна обладают высокой светоустойчивой теплостойкостью к действию плесени, микроорганизмов и моли, высокими теплозащитными свойствами, достаточно высокой прочностью, на которую почти не влияет влажность, а также низкой плотностью, теплым грифом и низкой теплопроводностью.

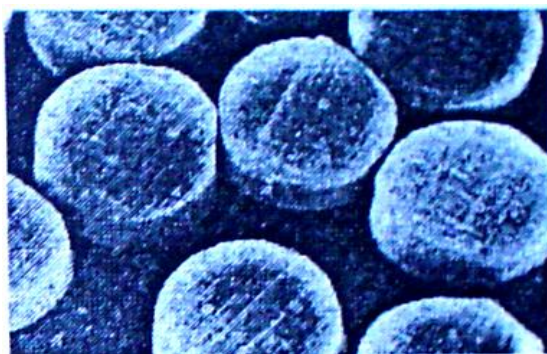
Модуль упругости нитроновых волокон ниже, чем у полиэфирных, но значительно выше, чем у полиамидных. К недостаткам этого волокна, первую очередь, следует отнести хрупкость и низкую гигроскопичность. При намокании волокна прочность почти полностью сохраняется [80].

Нитроновое волокно используется в чистом виде в производстве высокообъемной пряжи, а в смеси с шерстью в производстве верхнего трикотажа. По внешнему виду трикотажные изделия из смеси шерсти с полиакрилонитрильными волокнами сходны с чистошерстяными. Они обладают шерстистостью, хорошей эластичностью и низкой теплопроводностью. Использование нитрона улучшает ряд свойств трикотажных изделий. Полученные изделия в процессе носки и стирки в меньшей степени меняют свои размеры и форму, чем чистошерстяные. После стирки они не требуют глажения.

Исследования работ ряда авторов о влиянии пара, воды, температуры на физико-механические свойства шерстяной пряжи показали, что кератин шерсти, как и все другие белки, содержит большое количество полярных групп. Благодаря им кератин характеризуется довольно сильной гидрофильностью. При относительной влажности воздуха 100% кератин поглощает около 33% влаги. Следует отметить, что свойствами гидрофильности обладает только корковый слой, чешуйчатый же слой гидрофобен.



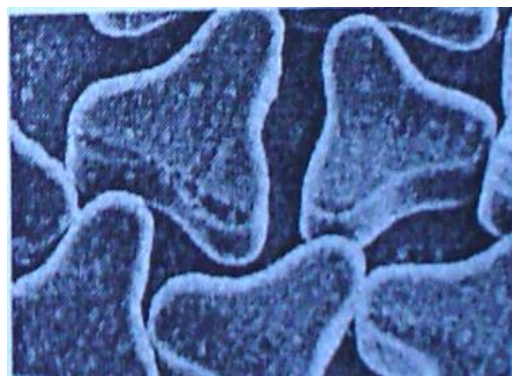
РА 6.6, (6,7 дтекс)



РА 6.6, (6,7 дтекс)



РА 6, (20 дтекс)



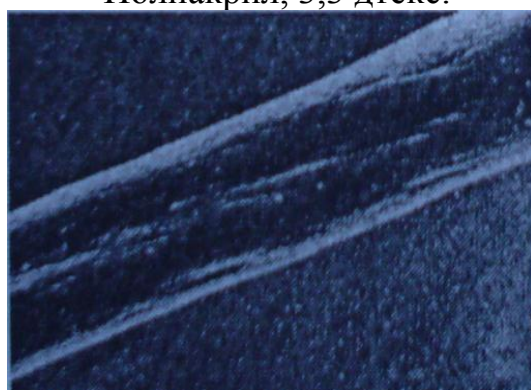
РА 6, (20 дтекс)



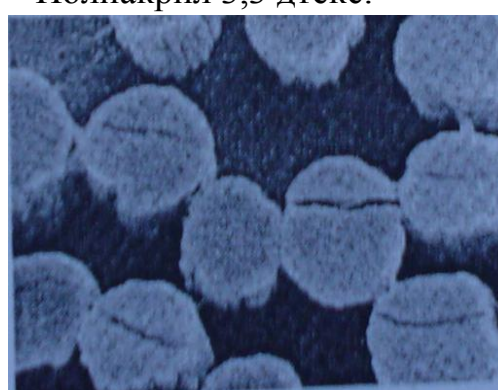
Полиакрил, 3,3 дтекс.



Полиакрил 3,3 дтекс.



Модакрил 3,3 дтекс. Теклан  
а) продольный вид



Модакрил 3,3 дтекс. Теклан  
б) поперечное сечение

Рисунок 3.6 – Полиамидные и полиакрилнитрильные волокна

Ученые доказали, что восприимчивость матрикса и микрофибрилл к воздействию влаги совершенно различна. Влага, проникающая в волокно поглощается в основном матриксом и лишь в незначительной мере микрофибриллами. Поглощение влаги сопровождается значительным набуханием волокна в поперечных направлениях (за счет увеличения размеров матрикса). Набухание вызывает разрыв слабых, но многочисленных водородных связей и ослабление сил Ван-дер-Ваальса. Все вместе взятое ведет к снижению сопротивления деформирующим силам и увеличению деформации. Влага действует как ластификатор, вследствие чего повышается деформация.

Снижение прочности и увеличение удлинения при растяжении шерстяного волокна зависит от количества адсорбированной влаги. Абсолютно сухое волокно редко удается растянуть больше, чем на 20-25%, тогда как в воде или в атмосфере, насыщенной водяными парами при обычной температуре можно достичь растяжение около 70% первоначальной длины.

Разрывная прочность абсолютно сухого шерстяного волокна почти в 1,5 раза больше разрывной прочности мокрого волокна. Прочность шерстяного волокна в сухом состоянии определяется в основном длиной главных полипептидных цепей и количеством водородных связей между ними и мало зависит от дисульфидных поперечных связей. В тоже время эти дисульфидные связи, наряду с длиной главных цепей, играют решающую роль в сохранении прочности влажного волокна.

Исследования показывают, что разрывная прочность шерсти в воде уменьшается на 10%, разрывная удлинение увеличивается приблизительно в 1,5 раза.

Рассматривая механические свойства двухфазной модели кератина, М. Фюгельман полагает, что вода, поглощенная матриксом, ослабляет его, в то время как свойства микрофибрилл не претерпевают существенных изменений [14].

Если в сухом состоянии сопротивления механическому воздействию фазы С (микрофибриллы) и фазы М (матрикс) примерно одинаковы (то есть волокно по механическим свойствам изотропно), то во влажном состоянии отношение  $E_c$  к  $E_m$  достигает 8, что говорит о появлении резкой анизотропии в продольном и поперечном направлениях.

Об этом свидетельствуют данные работы, в которой показано, что если отношение модуля упругости при растяжении  $E$  к модулю сдвига  $G$  сухого волокна (0% остаточной влажности) равно 3, то для мокрого волокна это отношение увеличивается до 15.

Представляет значительный интерес работа Г.М. Эббота, в которой исследовано влияние влагосодержания волокон на модуль упругости  $E$ , модуль изгиба  $E_u$  и модуль сдвига  $G$ .

Применяя условия чистого изгиба, он установил, что снижение модуля изгиба  $E_u$  в зависимости от остаточной влажности проявляется значительно сильнее, чем это было установлено другими исследователями. Г.М. Эббот рассчитал модуль  $E_u$  при относительной влажности 100%. Оказалось, что  $E_u$  в этом случае составляет  $0,13 \pm 0,02$  модуля при нулевой остаточной влажности.

Позднее получены аналогичные зависимости для модуля осевого растяжения и модуля сжатия.

Основываясь на приведенных данных, можно заключить, что при высокой влажности волокно шерсти ведет себя ни как гомогенное и поперечно изотропное тело, а скорее как гетерогенное анизотропное. Отличие в темпе снижения модуля Юнга и модуля сдвига с увеличением влажности объясняется тем, что при адсорбции воды кератином происходит значительно большее число разрывов водородных связей по диаметру волокна, чем в продольном направлении.

Изменение модулей приведено в таблице 3.3 (по данным Т.И. Леонтьевой).

Таблица 3.3 – Изменение модулей

Модуль	При остаточной влажности %								
	0	5	10	15	17	20	25	30	33
Юнга	1	0,95	0,82	0,7	0,64	0,6	0,43	0,38	0,3
Изгиба $E_c$	1	0,95	0,79	0,62	0,58	0,5	0,38	0,25	0,13
Сдвига $G$	1	0,95	0,75	0,55	0,33	0,33	0,18	0,1	0,08

Действие влаги оказывает огромное влияние на скорость протекания релаксационных процессов при деформациях.

Если растянутое шерстяное волокно абсолютно сухое, то оно не обнаруживает никакого стремления к обратному сокращению (не считая истинного упругого сокращения), то есть время релаксации высокоэластичной деформации настолько велико, что практически необратима. Релаксация деформации при нормальных атмосферных условиях протекает значительно быстрее, но все, же очень медленно. Скорость сокращения растянутого волокна закономерно возрастает по мере увеличения относительной влажности среды.

По данным И.А. Архангельского [73], волокно, растянутое на 16,3% от первоначальной длины в воде, полностью возвратилось к исходной длине спустя 30-40 секунд после освобождения от растягивающих усилий. Многие исследователи отмечают, что даже при больших удлинениях, приближающихся к разрывным, волокна, будучи помещенными, в воду в свободном состоянии, всегда возвращаются к своим первоначальным размерам.

Однако это не означает, что волокна полностью восстанавливаются механические свойства. Если волокно растягивать более чем на 30%, то оно ослабляется и в воде в разгруженном состоянии его первоначальная прочность не восстанавливается.

Ниже в таблице 3.4 указано время релаксации шерстяного волокна, растянутого на 15%, которое происходит с момента растяжения до того момента, когда растягивающая нагрузка уменьшается вдвое.

Таблица 3.4 – Релаксация шерстяного волокна

Относительная влажность воздуха, %	0	4	1	32	65	1	9	10
Время релаксации, мин.	5, 2·10 <sup>2</sup>	2, 4·10 <sup>2</sup>	1,8 5·10 <sup>2</sup>	1,2 5·10 <sup>2</sup>	4, 2·10	6, 6·10 <sup>-1</sup>		

Приведенные данные показывают, что с увеличением влажности воздуха от 0 до 100% время релаксации напряжения уменьшается примерно в 1000 раз. Ранее было показано, что скорость релаксационных процессов определяется соотношением энергии теплового движения молекул и энергии меж- и внутримолекулярных связей. Скорость релаксации можно изменять в широких пределах, влияя на тот или другой фактор. Время релаксации определяется формулой:

$$\tau = AeU/(KT), \quad (3.5)$$

- где А – константа, зависящая от вида полимера;  
 U – потенциальный барьер;  
 К – постоянная Больцмана;  
 Т – абсолютная температура.

Влияние сил меж- и внутримолекулярных связей в этой формуле учитывается потенциальным барьером U. Всякое ослабление сил ведет к понижению величины U и, следовательно, к уменьшению времени релаксационного цикла.

Отсюда видна та огромная роль влаги, которую она играет в ускорении релаксационных процессов при деформации шерстяных волокон. Повышение температурной среды действует в том же направлении, что и влага.

Еще больше снижается сопротивление растягивающим усилиям влажных волокон и увеличивается удлинение. Однако положение точек перегиба на кривых нагрузках – удлинение почти не меняется. Увеличение разрывного удлинения происходит в основном за счет конечного третьего участка кривой.

С повышением температуры наблюдается дальнейшее увеличение скорости релаксационных процессов. Растянутое на 15% шерстяное волокно, будучи помещенным, в воду, нагретую до температуры 80 °С, сокращается до первоначальных размеров практически мгновенно.

При обработке в воде при рН=6 и температуре, равной 70 °С, то же волокно становилось более прочным, и уменьшение работы разрыва составляло лишь 15% от первоначальной величины, соответствующей исходной прочности волокна до растяжения.

Астбери и Вудс показали, что если растянуть влажное шерстяное волокно и высушивать его под натяжением, то оно сохраняет приданное ему удлинение.

Но такая деформация неустойчива, при обработке водой обычно, с течением времени, принимает свою первоначальную длину, при этом можно получить различную степень так называемого временного фиксирования.

Описанные явления связаны с присутствием в кератине внутримолекулярных водородных связей, хотя последние не очень устойчивы и могут быть разрушены горячей водой.

Все же если волокна растягивать при одновременном запаривании не менее 30 минут, то они зафиксируются и будут устойчивы к последующей обработке паром или кипящей водой. Фиксирование волокон шерсти, как отмечает Радалл, создаваемое при воздействии кипящей воды или пара, вызывает образование новых ковалентных поперечных связей, а прочных водородных связей, которые стремятся удерживать волокно в растянутом состоянии.

Существует другое мнение исследователей о действии водяного пара на шерсть. При совместном действии влаги и тепла в кератине шерсти происходит гидролиз дисульфидных межмолекулярных связей, что приводит к снижению прочности волокон шерсти и повышению их способности к деформированию. При сравнительно кратковременном воздействии влаги и тепла протекающие процессы обратимы, то есть при сушке и охлаждении дисульфидные связи восстанавливаются, что позволяет устойчиво фиксировать деформацию волокон. На этом основывается ВТО трикотажных изделий.

Джеггер и Спикман на основе ряда опытов установили оптимальные условия релаксации, необходимые для максимального восстановления прочности волокон [73,с.163].

Обработка волокна, как показали эти исследования, при повышенной температуре в воде устраняет повреждения наиболее эффективно, то есть обеспечивает наибольшее увеличение прочности.

Например, волокно, вытянутое в воде на 30%, выдерживали под натяжением в течении 24 часов и затем в освобожденном виде (в воде) еще 24 часа. При этом волокно сократилось до первоначальной длины, но работа разрыва уменьшалась почти на 50%.

Описанные явления описывают благотворное влияние на процессы кардочесания, вытягивания и прядения замасливания смеси подогретой эмульсией. Еще в большей мере это влияние проявляется при перезамастивании.

Обработка паром при температуре 99-100°C в течение 3 часов уменьшает исходную прочность на 16%, в течение 6 часов – на 23% и в течение 60 часов – на 74%.

При температуре до 80°C вода вызывает относительно незначительные изменения, заметно возрастающие для воды при температуре 80-110°C, а для пара 100-115°C, при дальнейшем повышении температуры эти изменения оказываются разрушительными для шерсти. При одинаковой длительности и температуре вода действует на волокно сильнее, чем пар.

Интенсивное растворение, наблюдаемое в процессе обработки водой и паром при высокой температуре и избыточном давлении, может быть

завершено при температуре 200°C. После нагревания при 130°C в течение 10 минут шерсть обнаруживает рентгенограмму дезориентированного  $\beta$ -кератина.

В сухом состоянии превращения  $\alpha$  – кератина в дезориентированный  $\beta$ -кератина происходит только при значениях температуры выше 180°C. Стойкое сопротивление шерсти действию сухого нагрева отмечается также Мак Клири и Райером [81], которые считают, что в случае нейтральности волокон нагрев сухой шерсти при 150°C в течение часа не вызывает деструкции.

В результате проведенных исследований указанные авторы приходят к заключению, что обработки, применяемые в процессе отделки при высоких температурах, вызывают лишь ничтожную деструкцию, которой можно пренебречь.

Из анализа этих работ следует, что кератин шерсти характеризуется довольно сильной гидрофильностью, которой обладает, в основном, корковый слой. Содержание водяных паров в волокнах зависит от температуры воздуха.

Физико-механические свойства шерстяного волокна в значительной степени зависят от количества влаги, адсорбированной шерстью. Максимальную прочность и минимальное удлинение шерстяное волокно имеет в абсолютно сухом состоянии. Снижение прочности и увеличение удлинения при растяжении шерстяного волокна зависит от количества адсорбированной влаги.

Влагосодержание волокон влияет также на упругость и изгиб волокон, которые уменьшаются с увеличением влажности. Действие влаги оказывает огромное влияние на скорость протекания релаксационных процессов при деформациях. С увеличением влажности воздуха от 0 до 100% время релаксации напряжения уменьшается примерно в 1000 раз.

При совместном действии влаги и тепла в кератине шерсти происходит гидролиз дисульфидных межмолекулярных связей, что приводит к снижению прочности волокон шерсти и повышению их способности к деформированию. При сравнительно кратковременном воздействии влаги и тепла, т.е. при сушке и охлаждении дисульфидные связи восстанавливаются, что позволяет устойчиво фиксировать деформацию волокон.

На этом основываются принципы работы пропаривающе-сушильного устройства для снятия из известности повторно используемой пряжи. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что одними из главных факторов, влияющих на качество пряжи, являются следующие показатели: линейная плотность, разрывную нагрузку и удлинение, стабильность крутки, внешние дефекты.

### **3.3 Влияние на крутку и линейную плотность пряжи**

Крутка, (кр/м) определяется средним числом кручений (витков) на единицу длины (обычно 1 метр), характеризует интенсивность скрученности нитей обладающих одинаковой объемной массой и линейной плотностью [79].

Коэффициент крутки служит мерой интенсивности скручивания для нитей различной линейной плотности, но одинаковой объемной массы

$$\alpha = 0,01K/\sqrt{T} \quad (3.6)$$

где  $T$  - линейная плотность нитей в тексах

Коэффициент крутки является величиной безразмерной.

Угол кручения, является универсальной характеристикой скрученности и пригодна для нитей различных толщин и объемной массы. Определяется как угол наклона внешних волокон к линии параллельной оси нити (рисунок 3.7)

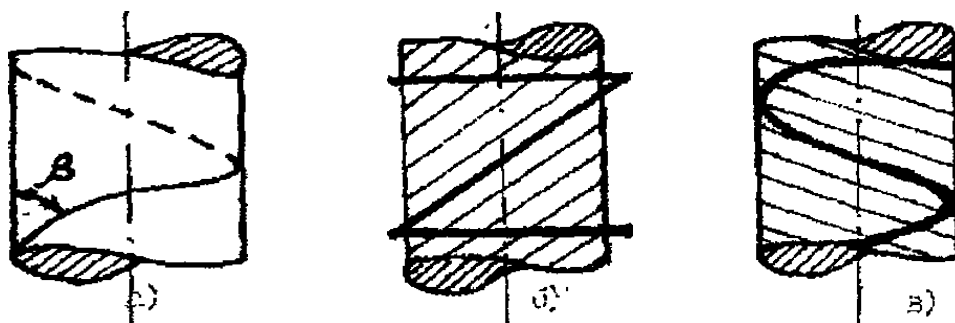


Рисунок 3.7 – Направление расположения волокон в пряже

Угол кручения определяется по формуле 3.7.

$$\operatorname{tg}\beta = \alpha/89\sqrt{\delta} \quad (3.7)$$

где  $\alpha$  - коэффициент крутки,

$\delta$  - объемная масса нитей, мг/мм<sup>3</sup>

Нити различаются не только по интенсивности скрученности но и по направлению крутки. Если витки направлены снизу слева вверх направо, то такую крутку называют правой и обозначают буквой  $Z$  и наоборот левую крутку обозначают буквой  $S$ .

Для крученых нитей направление крутки показывается последовательно для каждого перехода (рисунок 3.8)

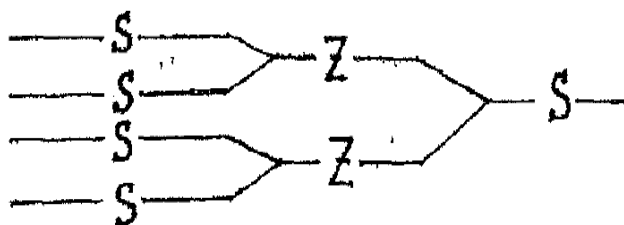


Рисунок 3.8 - Графическое изображение крутки

Равновесность, это способность нитей сохранять форму и свойства, приданные в процессе скручивания.

Крутка оказывает существенное влияние на свойства нитей. С увеличением интенсивности скручивания волокон в пряже они располагаются



более плотно, и поперечник пряжи уменьшается, а объемная масса увеличивается.

Разрывная нагрузка, с увеличением крутки, в начальной период возрастает и достигает максимального значения (критическая крутка), а затем уменьшается. Аналогичный характер изменения имеют выносливость к многократному растяжениям, изгибу, стойкость пряжи к истиранию.

Крутка нити была определена методом непосредственного раскручивания, применяется для всех видов нитей и пряжи, кроме одиночной хлопчатобумажной и прочим из химических волокон линейной плотностью выше 84 текс.

Полученные результаты были сведены в таблицы 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Крутка исследуемых видов пряжи

Вид пряжи	Значение коэффициента крутки по ГОСТ 6611-3-73	Среднее значение	Коэффициент вариации %	Отклонения коэффициента крутки по ГОСТ 6611, 3-73
До ВТО				
Шерстяная	15	15,7	2,5	±6
Смешанная	15	14,8	7,57	±6
После ВТО				
Шерстяная	15	14,02	2,0	±6
Смешанная	15	14,0	3,37	±6

Таблица 3.6 – Линейная плотность исследуемых видов пряжи

Вид пряжи	Среднее значение линейной плотности, текс	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
До ВТО			
Шерстяная	59,05	1,141	2,2
Смешанная	59,3	1,64	4,5
После ВТО			
Шерстяная	64,4	1,17	2,14
Смешанная	59,8	1,24	2,58

Таким образом, анализ полученных данных показал, что линейная плотность всех видов пряжи увеличилась после ВТО, но осталась в пределах допустимых стандартом. Уменьшение коэффициента вариации после ВТО говорит о том, что пряжа стала более однородной по толщине, что положительно влияет на стабильность процесса вязания. Крутка всех видов пряжи после ВТО снизилась, но осталась в пределах допустимых ГОСТом. Фактическая влажность всех видов пряжи после влажно-тепловой обработки повысилась, приблизилась к стандартным значениям. Прочность пряжи увеличилась: шерстяной на 6,25%, смешанной на 16%. Извитость пряжи всех

видов полностью исчезла. После влажно-тепловой обработки произошла незначительная усадка: шерстяной пряжи на 2,5%, смешанной на 2,1%.

### **3.4 Влияние на прочность и растяжимость пряжи**

При переработке на вязальных машинах и при эксплуатации изделий нить претерпевает воздействие всевозможных усилий, что может повлечь, за собой ее обрыв. Поэтому для характеристики способности текстильных нитей воспринимать растягивающие нагрузки без разрушения вводятся показатели разрывной нагрузки и разрывного удлинения [82].

Разрывная нагрузка – это наибольшее усилие, которое выдерживает нить до разрыва, выраженное в ньютонах. Разрывное удлинение – это приращение длины растягиваемого отрезка нити в момент разрыва.

Как правило, в стандартах на текстильные нити для их характеристики принимаются удельная разрывная нагрузка и относительное разрывное удлинение. Под удельной разрывной нагрузкой понимают разрывную нагрузку, приходящуюся на единицу линейной плотности. Удельная разрывная нагрузка выражается в миллиньютонах на текс (Н/текс). Под относительным разрывным удлинением понимают приращение длины растягиваемых нитей в момент разрыва, выраженное в процентах от зажимной длины.

Для определения разрывной нагрузки и разрывного удлинения нитей применяют разрывные машины. Испытания модно производить разрывом пасмы или одиночной нити.

В зависимости от скорости приложения нагрузки и скорости деформации испытуемого материала разрывные машины, используемые для определения свойств текстильных нитей, можно разделить на три вида: разрывные машины с не постоянной скоростью возрастания нагрузки и деформации (маятниковые); разрывные машины с постоянной скоростью возрастания нагрузки; разрывные машины с постоянной скоростью растяжения нити. Наиболее распространенным и наиболее простыми в эксплуатации являются машины первого вида. К ним относятся разрывные машины маятникового типа РМ-3-1.

Нить зажимают в верхний 9 и нижний 1 зажимы. Нижний зажим связан передачей с электродвигателем и может опускаться вниз и подниматься в исходное положение. Верхний зажим соединен с цепочкой 8, закрепленной на секторе 7. Последний вращается вокруг оси 5 и жестко соединен с маятником 2. При опускании нижнего зажима нить растягивается и тянет верхний зажим, который через цепочку 8 заставляет отклоняться влево маятник 2. При этом стрелка, закрепленная на конце маятника, показывает по шкале 3 возникающие в нити по мере ее растяжения усилия. При перемещении сектора 7 собачка 6 скользит по зубьям храповика, закрепленного на одной оси с сектором. При разрыве нити собачка упирается в зуб храповика и таким образом фиксирует положение маятника в момент разрыв, что позволяет снять со шкалы показание с достаточной точностью.

Если маятниковый силоизмеритель необходимо привести в исходное положение, собачки поднимают.

Движение суппорта 13 с нижним зажимом вниз через собачку 12, укрепленную на суппорте, передается штанге 11, на верхнем конце которой укреплена шкала удлинения 10. Верхний зажим имеет стрелку 4. При движении суппорта с нижним зажимом вниз возрастающая нагрузка вызывает растяжение нити, вследствие чего верхний зажим с указателем отстает от движения шкалы, получающей движение непосредственно от суппорта, и стрелка 4 показывает величину этого отставания, т.е. удлинение нити. При обрыве нити собачка 12 под действием пружины откидывается, движение шкалы удлиненной вниз прекращается. Стрелка 4 будет показывать полное удлинение нити при разрыве.

Шкала нагрузок разрывной машины РМ-3-1 имеет три пояса: I 0-500 г, II 0-1000 г и III 0-3000 г.

Шкала удлинения имеет деления в миллиметрах от 0 до 300 мм с ценой деления 1 мм и в процентах от 0 до 60% применительно к зажимной длине 500 мм.

Расстояние между зажимами может быть установлено равным 0-500 мм с интервалами 50 мм. Скорость опускания нижнего зажима изменяется от 500 до 800 мм/мин. Скорость устанавливается по специальной шкале.

При испытании устанавливают зажимное расстояние (обычно 500 или 200 мм) и такую скорость движения нижнего зажима, чтобы растяжение пряжи до разрыва проходило за  $10 \pm 1$  с, а комплексных нитей – за  $20 \pm 2$  с. Перед испытанием паковки с нитями выдерживают в нормальных климатических условиях, число паковок и число испытаний с каждой паковки регламентируется стандартом ГОСТ 6611.0-73, ГОСТ 6611.4-73. Перед испытанием с каждой паковки отматывают и отбрасывают 1-10 м нитей, а между испытанием отматывают 10-15 м льняной пряжи и шелка-сырца или 1-3 м всех других нитей. При испытании хлопчатобумажной пряжи такой отмотки не делают.

Нить заправляют в зажимы разрывной машины под предварительной нагрузкой из расчета  $0,5 \pm 0,01$  гс/текс.

Во избежание проскальзывания или перекусывания нитей в зажимах допускается применять прокладки или пользоваться улиточными зажимами. При этом концы прокладок должны быть установлены заподлицо с торцами щечек зажимов. Испытание не учитывается, если нить оборвалась на расстоянии менее 5 мм от зажима. При заправке нитей в зажим не допускается прикосновение руками к рабочему участку нитей. Необходимо также следить за тем, чтобы при заправке нить не раскручивалась [83, 84].

После разрыва нити в таблицу отчета записывают значения разрывной нагрузки  $P$  и удлинения при разрыве  $l_p$  или  $e_p$ . Для расчета линейной плотности и неровноты нити по линейной плотности и относительной нагрузке  $P_0$  или по разрывному напряжению  $\sigma_p$  лезвием срезают у зажимов оба конца разорванной нити и на торсионных весах определяют их массу  $m$ , которую также заносят в таблицу отчета для расчета по ней линейной плотности участков нитей (формула 3.8):

$$T=m/L, \quad (3.8)$$

где  $L$  – зажимная длина, м;  
 $m$  – масса пробы, мг.

Перед выполнением работы следует подготовить таблицу для регистрации результатов измерений, в которой должно быть семь граф: первая графа – порядковый номер испытаний; в последующие графы записывают  $P_p$ ,  $l_p$ ,  $\varepsilon_p$ ,  $m$  (массу точечной пробы),  $T$ ,  $P_0$ , с указанием единиц измерения в заголовке в каждой из граф. Число строк таблицы должно быть равно числу испытаний плюс две строки.

По результатам испытаний оценивают сорт нитей. Так, сорт хлопчатобумажной пряжи при разрыве одиночной нити согласно стандарту определяют по показателю качества (3.9):

$$K=P_0/C_p, \quad (3.9)$$

где  $P_0$  – относительная разрывная нагрузка, гс/текс (сн/текс);

$C_p$  – коэффициент вариации по разрывной нагрузке одиночной нити, %.

$P_0$  ниже приведенным формулам определяются: абсолютное разрывное удлинение  $l_p$ , мм (3.10):

$$l_p=L_1-L_0, \quad (3.10)$$

где  $L_1$  – длина пробы в момент разрыва, мм;

$L_0$  – начальная (зажимная) длина пробы, мм.

Относительное разрывное удлинение (3.11):

$$\varepsilon_p=l_p/L_0 \cdot 100. \quad (3.11)$$

Относительная разрывная нагрузка  $P_0$  (гс/текс, сн/текс) (3.12):

$$P_0=P_p/T, \quad (3.12)$$

где  $T$  – линейная плотность пробы, текс.

Как было отмечено выше для оценки качества нитей, действующие стандарты включают следующие их показатели: линейную плотность, разрывную нагрузку и удлинение, крутку, внешние дефекты.

Таблица 3.7 – Разрывная нагрузка исследуемых видов пряжи

Наименование показателей единицы измерения	НД на методы испытаний, пункты НД	Норма по НД и пункты НД	Фактические результаты
<b>образец № 1 Жаккард</b>			
1 Разрывная нагрузка, Н	ГОСТ 8847 -85	ГОСТ 28554-85 п.1.1.8 80, не менее	730
2			727
3			721
4			729
5			726
<b>образец № 2 - интерлок</b>			
1 Разрывная нагрузка, Н	ГОСТ 8847-85	ГОСТ 28554-85 п.1.1.8 80, не менее	1225
2			1230
3			1227
4			1221
5			1229

Из таблицы 3.7 видно, что разрывная нагрузка исследуемых видов пряжи соответствует нормам установленным ГОСТ 8847 -85. Разрывная нагрузка пряжи увеличивается с повышением крутки. Положительное влияние крутки на прочность заключается в увеличении сил трения между волокнами при скручивании до значений, превышающих прочность волокон, и равномерности пряжи за счет того, что утоненные ее места больше скручиваются, чем утолщенные.

### 3.5 Оценка влажности пряжи

Так как текстильные материалы обладают способностью сорбировать влагу из окружающей среды, они не имеют постоянной массы. Их масса меняется в зависимости от количества влаги, поглощенной материалом [78].

В трикотажной промышленности сдача и прием материалов производится по массе. Чтобы правильно вести учет материалов по технологическим переходам внутри одного производства, а также между отдельными производствами, необходимо учитывать материалы или по абсолютно сухой массе, или приводить фактическую массу, получаемую при взвешивании, к какому-то постоянному для данного материала содержанию влаги – кондиционной (нормированной) влажности.

Под равновесной, или нормальной, влажностью понимают влажность, которую приобретает материал при выдерживании его в нормальных атмосферных условиях. Кондиционной (нормированной) влажностью называют постоянную для данного вида волокна, условно принятую для расчета

влажность. Кондиционная влажность, как правило, близка к нормальной и указывается в стандартах.

Кондиционная влажность для трикотажных полотен устанавливается такой же, как для пряжи и нитей, из которых они выработаны, если полотна не имеют гидрофобных пропиток.

Кондиционную влажность пряжи и полотен, выработанных из волокон различных видов, определяют расчетным путем, исходя из процентного содержания в них каждого вида волокна. Расчет кондиционной влажности  $W_k$ , %, производится по формуле (3.13):

$$W_k = (P_1 W_1 + P_2 W_2 + \dots + P_n W_n) / 100, \quad (3.13)$$

где  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – содержание каждого вида волокна в пряже, в полотне, %  
 $W_1, W_2, \dots, W_n$  – соответствующая каждому виду волокна кондиционная влажность, %.

В настоящее время учет материалов в промышленности производят по приведенной кондиционной массе. Для этого требуется определение фактической влажности материала. Под фактической влажностью подразумевают количество влаги, содержащейся в текстильном материале, находящемся в любых атмосферных условиях, отнесенное к постоянной массе материала после его высушивания и выраженное в процентах.

Фактическую влажность  $W_f$ , %, определяют по формуле (3.14):

$$W_f = 100(m - m_c) / m_c, \quad (3.14)$$

где  $m$  – масса материала до высушивания, г;  
 $m_c$  – масса материала после высушивания, г.

Фактическую влажность можно определить двумя методами: методом высушивания материала при определенной температуре до постоянной массы с помощью сушильных аппаратов и сушильных шкафов (тепловой метод) и с помощью электровлагомеров (электрический метод).

Первый метод наиболее распространен. Основным прибором для определения фактической влажности первым методом являются сушильные аппараты АК-2 или АСТ-73.

При сушке устанавливается следующая температура: для материалов из всех видов волокна, кроме хлориновых и поливинилхлоридных,  $107 \pm 2$  0С, для материалов из хлориновых и поливинилхлоридных волокон  $67 \pm 2$  0С.

Для испытаний отбирают пробу массой 100-200 г для нитей, 50 г для полотен.

Влажность может быть определена также в различного рода сушильных шкафах, снабженных терморегуляторами и подогреваемых с помощью электроспиралей или инфракрасных ламп. В данном случае для определения используются малые пробы: 8-10 г для нитей и 10-12 г для полотен. При этом

для характеристики влажности партии отбирают две пробы, каждую из которых помещают в тарированный бокс.

При высушивании бюксы раскрывают, взвешивании производят при закрытых бюксах.

Перед взвешиванием бюксы помещают не менее чем на 10 мин в эксикатор с хлористым кальцием или концентрированной серной кислотой для охлаждения. Бюксы взвешивают на аналитических весах с погрешностью 2 мг для нитей и 5 мг для полотен. Высушивание ведут до тех пор, пока разность между результатами двух последних взвешиваний не будет превышать погрешность при взвешивании бюксов.

Время до первого взвешивания принимают 2 ч для нитей, 3 ч для текстильных полотен, последующие осуществляются через 30 минут.

Согласно ГОСТ 6611.0-73 –6671.4-75 с каждой бобины были отмотаны 10 наружных слоев нитей. Затем, срезая слои нитей примерно в равном количестве с каждой бобины были отобраны по 2 пробы массой 8-10 г, каждая из которых была помещена в бюксу. Сушка производилась при температуре 107±2°С в сушильном шкафу.

Проводились измерения для определения влажности пряжи:

- не подвергавшейся ВТО;
- извитой после роспуска и подвергшейся ВТО на пропаривающе-сушильном устройстве, сразу после обработки; через 24 ч после обработки;
- извитой после роспуска и подвергшейся пропариванию сразу после обработки и через 24 ч после обработки.

Фактическая влажность была определена по формуле (3.15):

$$W_f = 100(m - m_c) / m_c. \quad (3.15)$$

где  $m$  – масса материала до высушивания, г;

$m_c$  – масса материала после высушивания, г.

Результаты измерений представлены в таблицах 3.8-3.10.

Таблица 3.8 – Определение фактической влажности пряжи, не подвергавшейся ВТО

Вид пряжи	№ пробы	Масса пробы, г				Влажность, %	
		$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	фактич.	сред.
Шерстяная 31 текс·2	1	9,8	8,9	8,5	8,4	15,67	16,17
	2	9,6	8,8	8,4	8,3	15,66	
Смешанная 31 текс·2	1	9,4	9,0	8,7	8,6	9,3	9,36
	2	9,3	8,9	8,6	8,5	9,4	

Таблица 3.9 – Определение фактической влажности извитой после роспуска пряжи, подвергшейся ВТО

Вид пряжи	№ пробы	Масса пробы, г								Влажность, %			
		сразу после ВТО				через 24 ч после обработки				сразу после ВТО		через 24 ч после ВТО	
		m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	m <sub>4</sub>	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	m <sub>4</sub>	факт.	сред.	факт.	сред.
Шерстяная 31текс·2	1	10	9,1	8,6	8,5	9,8	9,0	8,5	8,4	17,65		16,67	
	2	9,8	9,0	8,7	8,3	9,7	8,8	8,3	8,2	18,07	17,86	18,29	17,48
Смешанная 31текс·2	1	9,6	9,1	8,8	8,7	9,5	9,0	8,7	8,6	10,3		10,5	
	2	9,4	8,8	8,6	8,5	9,4	8,9	8,6	8,5	10,6	10,45	9,4	9,93

Таблица 3.10 – Определение фактической влажности извитой после роспуска пряжи, подвергшейся пропариванию

Вид пряжи	№ пробы	Масса пробы, г								Влажность, %			
		сразу после ВТО				через 24 ч после обработки				сразу после обработки		через 24 ч после обраб.	
		m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	m <sub>4</sub>	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	m <sub>4</sub>	факт	сред	факт	сред
Шерстяная 31текс·2	1	12,1	11	10,1	10	11,2	9,9	9,4	9,3	21		20,4	
	2	11,5	10,4	9,7	9,6	10,8	9,8	9,2	9,1	19,8	20,4	18,68	19,54
Смешанная 31текс·2	1	10,7	10	9,7	9,6	10,5	9,9	9,6	9,5	11,45		10,53	
	2	10,4	9,7	9,4	9,3	10,2	9,6	9,3	9,2	11,83	11,64	10,87	10,7

После выдерживания в нормальных условиях удерживания водяных паров в разных образцах одного и того же вида все же может оказаться различным в зависимости от того, какова была их влажность до помещения в камеру с нормальными условиями.

В образцах с малой влажностью в камере протекает процесс сорбции, но в связи с трудностью проникновения молекулы воды в межмолекулярное пространство фактическая влажность этих образцов будет ниже равновесной влажности, соответствующей нормальным условиям. В образцах, имевших при помещении в камеру высокую влажность, будет протекать процесс десорбции: молекулам воды, находящимся в межмолекулярных пространствах, выход затруднен, а разрыхленная после сорбции структура волокон имеет большую активную поверхность.

Поэтому влажность образцов будет выше истинной равновесной влажности, соответствующей нормальным условиям. Явление это называется гистерезисом сорбции.

По данным различных авторов [77-80] разница между влажностью при сорбции и десорбции в нормальных условиях составляют для хлопка 0,9%,



шерсти и шелка – 1,2%. Содержание водяных паров в волокнах зависит от температуры воздуха.

На рисунке 3.9 приведены кривые сорбции водяных паров при различных температурах для хлопка и тонкой шерсти.

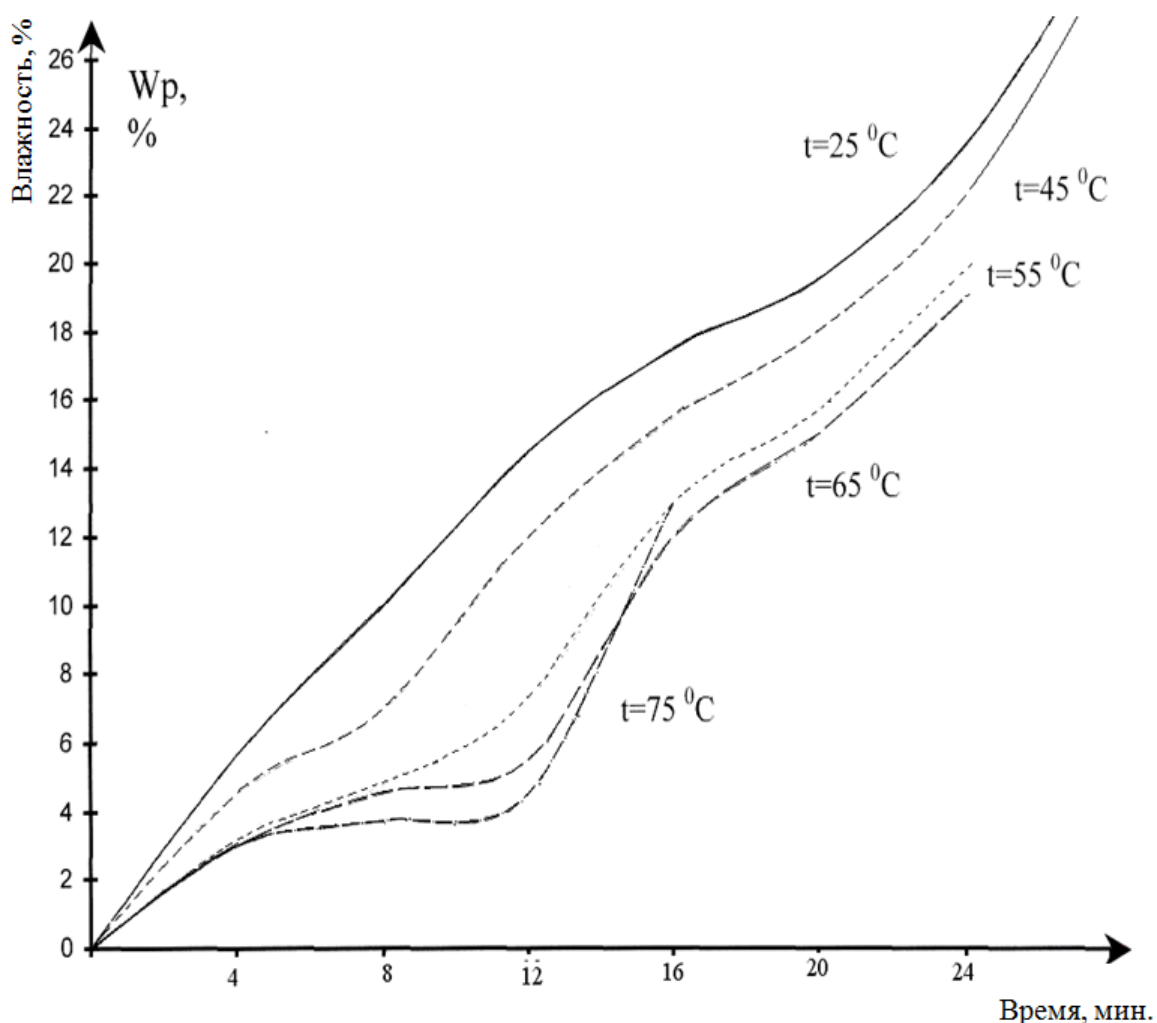


Рисунок 3.9 – Изотермы сорбции водяных паров при различных температурах тонкой шерсти.

Физико-механические свойства шерстяного волокна в значительной степени зависят от количества влаги, адсорбированной шерстью.

Действия межмолекулярных сил сцепления, а также сил притяжения активных центров вдоль главных цепей, придающих им спиральную форму, наиболее полно проявляются при отсутствии влаги. Максимальную прочность и минимальное удлинение шерстяное волокно имеет в абсолютно сухом состоянии. Межмолекулярные и внутримолекулярные силы сцепления, если им не мешает присутствие молекул воды, с большей мощностью препятствуют действию деформирующих сил. Происходит гидратация этих групп, в результате чего ослабляется действие взаимных сил притяжения.

Ученые доказали, что восприимчивость матрикса и микрофибрилл к воздействию влаги совершенно различна. Влага, проникающая в волокно, поглощается в основном матриксом и лишь в незначительной мере

микрофибриллами. Поглощение влаги сопровождается значительным набуханием волокна в поперечных направлениях (за счет увеличения размеров матрикса). Набухание вызывает разрыв слабых, но многочисленных водородных связей и ослабление сил Ван-дер-Ваальса. Все вместе взятое ведет к снижению сопротивления деформирующим силам и увеличению деформации. Влага действует как пластификатор, в следствие чего повышается деформация.

Снижение прочности и увеличение удлинения при растяжении шерстяного волокна зависит от количества адсорбированной влаги.

Абсолютно сухое волокно редко удается растянуть больше, чем на 20-25%, тогда как в воде или в атмосфере, насыщенной водяными парами при обычной температуре можно достичь растяжения около 70% первоначальной длины.

Разрывная прочность абсолютно сухого шерстяного волокна почти в 1,5 раза больше разрывной прочности сухого шерстяного волокна почти в 1,5 раза больше разрывной прочности мокрого шерстяного волокна. Прочность шерстяного волокна в сухом состоянии определяется в основном длиной главных полипептидных цепей и количеством водородных связей между ними и мало зависит от дисульфидных поперечных связей [73]. В то же время эти дисульфидные связи, наряду с длиной главных цепей, играют решающую роль в сохранении прочности влажности волокна.

На рисунке 3.10 показаны кривые нагрузка – удлинение шерстяных волокон при различной их влажности. Характер кривых растяжения волокон в принципе один и тот же, так как они состоят из одинакового числа участков и имеют одно и то же число точек перегиба. Однако кривые показывают резкое отличие процесса растяжения волокна в сухом и мокром состоянии. Отличие заключается в том, что одним и тем же удлинениям волокна во влажном состоянии соответствует значительно меньше растягивающих усилий, чем в сухом.

Весьма интересно отметить, что одноименные точки перегиба кривых лежат на одних и тех же ординатах, то есть удлинения, соответствующие этим точкам, постоянны и не зависят от влагосодержания растягиваемого волокна.

Пределу пропорциональности соответствует удлинение около 3%, а второй точке перегиба – 25-30%.

По мере увеличения влагосодержания волокон кривые последовательно приближаются к оси ординат так, что второй участок кривой при максимальном влагосодержании располагается почти параллельно этой оси.

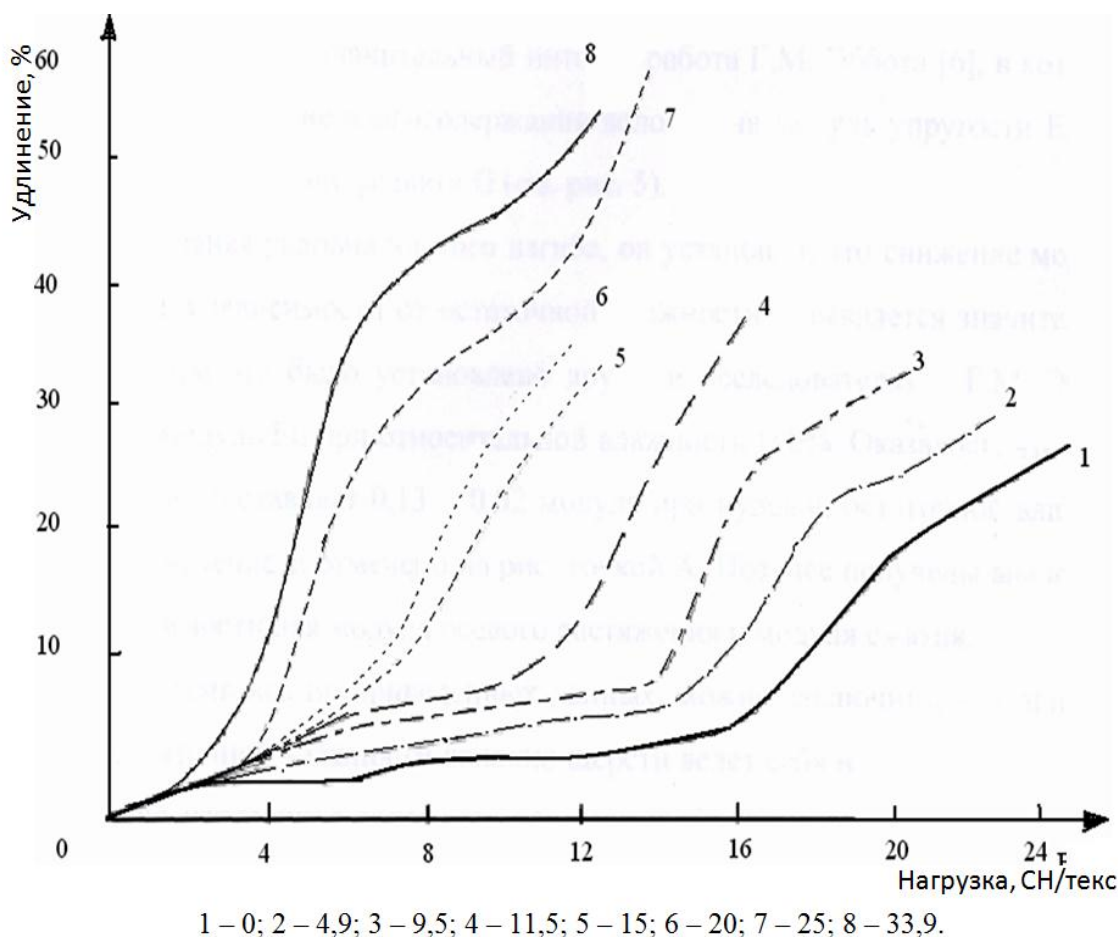


Рисунок 3.10 – Кривая растяжения шерстяных волокон при их различном влагосодержании

Анализируя кривые, можно сделать вывод, что максимальная нагрузка, соответствующая пределу пропорциональности, для мокрого волокна примерно в 4 раза меньше, чем для сухого. Исследования показывают, что разрывная прочность шерсти в воде уменьшается на 10%, разрывное удлинение увеличивается приблизительно в 1,5 раза.

### 3.6 Исследование структуры и физико-механических свойств трикотажных полотен из пряжи повторного использования

Техника и технология производства трикотажа непрерывно совершенствуются, создаются новые конструкции машин, компьютерное управление машинами и технологическими процессами, внедряются фабрики-автоматы с высоким уровнем производительности труда и оборудования, таким образом, увеличивается выпуск продукции, улучшается ее качество и расширяется ассортимент товаров.

Выпуск определенного ассортимента начинается с изучения параметров ассортимента ткани, трикотажа и другой продукции. В данной работе были изучены физико-механические свойства трикотажных полотен из пряжи повторного использования. Были использованы пряжи, предварительно

обработанные паром и эмульсией. Традиционно, большая часть трикотажных отходов утилизируется. Разработка технологии получения новой пряжи с максимально процентным вложением отходов позволит организовать их эффективную переработку и получить дополнительную прибыль от реализации товара.

Для решения этой задачи необходимы комплексные исследования по процессу выработки трикотажа. Прежде всего, для этого необходимо провести исследования самой пряжи после обработки паром и эмульсией для повторного использования.

Усредненные показатели физико-механических свойств пряжи приведены в таблице 3.11, испытания проводились в г. Алматы на предприятии ТОО «Текс».

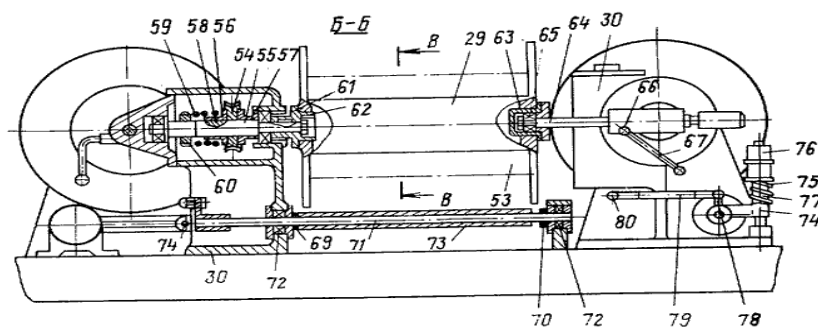
Таблица 3.11 – Показатели физико-механических свойств пряжи

Наименование показателей	НД на методы испытаний	Норма по НД	Фактические данные
После обработки паром			
Относительная разрывная нагрузка	ГОСТ 6611 -2.73	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 1-7,3 не менее 2	11,65
Влажность	ГОСТ 6611 -4.73	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 14,6	13
Коэффициент крутки	ГОСТ 6611 – 3-2003	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 17,4 не более	11,3
После обработки эмульсией			
Относительная разрывная нагрузка	ГОСТ 6611 -2.73	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 1-7,3 не менее 2	12,9
Влажность	ГОСТ 6611 -4.73	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 14,6	12,5
Коэффициент крутки	ГОСТ 6611 – 3-2003	ГОСТ 17511 -83 пп 1.2 17,4 не более	9,5

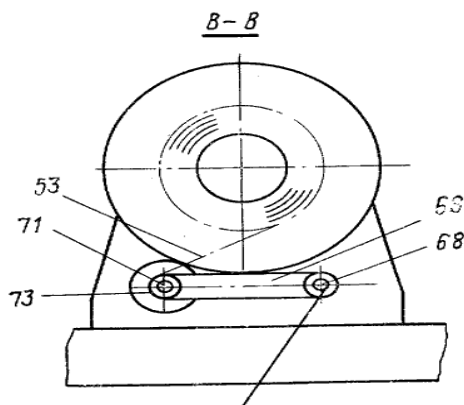
Как видно из таблицы, показатели физико-механических свойств вполне приемлемы для производства полотен. Коэффициент крутки составляет половину и большую величину. Разрывная нагрузка и коэффициент крутки не отличаются от полноценной прядомой пряжи.

Для получения полотна из повторной пряжи был выбран кулирный способ производства, так как он чаще используется при изготовлении одежды различного ассортимента и эластичен в поперечном направлении, хорошо сохраняет форму в процессе носки, а также позволяет сократить число технологических переходов, увеличить скорость производства. Кроме того, кулирный способ прядения позволит получить полотно из отходов более равномерное, чем основязальным способом.

В настоящее время трикотажная промышленность стала интенсивно оснащаться кругловязальными машинами (рисунок 3.11). Кругловязальные машины обладают рядом преимуществ: производительность кругловязальных машин в несколько раз выше, чем плосковязальных машин; на этих машинах изготавливают полотна для изделий без боковых швов; на кругловязальных машинах полотна, не допуская обрыва нити, могут иметь длину, превышающую 500 м за счёт подвязывания нити, что подтверждает необходимость использования для вязания нижнего белья, верхнего трикотажа, купальных костюмов, спортивной и лечебной одежды с возможностью изготовления махрового полотна.



Фиг. 4



Фиг. 5

Рисунок 3.11 – Кругловязальная машина для изготовления кулирного трикотажа

Полотна из пряж повторного использования имеют существенные особенности, связанные с особенностями процесса изготовления полотна. Распрямленность нитей в этих полотнах ниже, чем в полотнах из первичных нитей, что приводит к неравномерности разрыва нитей, а, следовательно, к снижению ее прочности (на 10–15 %). Тем не менее, полотна из повторной пряжи обладают упругими свойствами, повышенной устойчивостью к истиранию и многоцикловым деформациям.

Проведенные исследования подтверждают возможность изготовления полотен из пряж повторного исследования при условиях: максимальной их очистки и обеспыливания; высокой равномерности пряжи.

Современная цепочка технологического оборудования позволяет перерабатывать изделия бывшие в употреблении, с повышенной засоренностью одновременно обеспечивая нормальное прохождение технологического процесса без увеличения обрывности в роспуске трикотажа, и без снижения качества пряжи.

Выводы. Были изготовлены опытные образцы из пряж повторного использования линейной плотности 20 текс. Опытное полотно обладает высокими физико-механическими свойствами, удовлетворяет требованиям ГОСТ 28554-90 — на трикотажные полотна, ОСТ 17982 — на техническое полотно с кругловязальных машин и может быть использовано для производства трикотажных изделий.

### **3.7 Анализ влияния различных факторов на стабильность процесса вязания**

Создание малоотходных и безотходных технологий является актуальной темой и позволяет наиболее полно использовать первичное сырьё и, следовательно, снижать себестоимость продукции, повышать рентабельность производства.

Производство трикотажных полотен достаточно материалоемкое: сырьё составляет 83% [85 - 86] себестоимости готовой продукции.

Текстильные отходы образуются на всех стадиях производственного цикла. Несмотря на оптимизацию и рационализацию различных технологий, пока не удается снизить объем отходов до желаемого.

В настоящее время отмечается растущий дефицит сырьевых ресурсов натурального происхождения и, следовательно, все большее значение приобретает рациональное использование сырья и безотходное производство.

Процесс выработки трикотажа, как известно, включает в себя: подачу нити, петлеобразование и оттяжку готового товара. Из-за непостоянства режимов работы механизмов, обеспечивающих данные операции во время вязания и неровноты линейной плотности пряжи, возникает неравномерность петельной структуры трикотажа, которая определяется его плотностями по вертикали и горизонтали, а также длиной нити в петле. Это вынуждает предусматривать в ГОСТе допускаемые отклонения для плотностей вырабатываемого полотна, что вызывает: необходимость предусматривать значительные допуски на его поверхностную плотность. Рассмотрим зависимость стабильности вязания от различных факторов. Из-за непостоянства режимов работы механизмов, обеспечивающих подачу нити, петлеобразование и оттяжку во время вязания; неровноты линейной плотности пряжи; равномерности натяжения нити; глубины кулирования; равномерности усилия оттяжки, а также таких факторов как трение, крутка, электризуемость и влажность пряжи нарушается стабильность процесса вязания. Нестабильность

процесса вязания, как отмечалось выше, отражается на основных характеристиках структуры трикотажа, а значит и на поверхностной плотности трикотажа. Известно [86], что масса неотделанного трикотажного полотна зависит от вида сырья, вида переплетения, длины петли, линейной плотности нити, плотности по горизонтали и вертикали, класса машины. Поверхностная плотность полотна, связанного каким-либо переплетением на определенной машине из определенного вида сырья, определяется: линейной плотностью нити, длиной петли и плотностью по вертикали и горизонтали, которые в свою очередь, находятся в зависимости от длины петли. В ранее выполненных исследованиях [87] установлено, что основными факторами, влияющими на длину  $l$  петли является: глубина кулирования, входное натяжение нити, усилие оттяжки полотна, линейная плотность нити а также её свойства, такие как фрикционная способность жесткость, растяжимость крутка и т.д., которые для каждого вида нити является постоянными.

Анализ работ по вопросу зависимости поверхностной плотности от различных факторов показал, что одни авторы, например А.С. Далидович, отмечает, что причиной нестабильности петельной структуры трикотажа является неравномерность натяжения нити, другие авторы [88] считают, что для получения трикотажа с заданными параметрами необходимо в первую очередь добиваться постоянства длины нити в петле т.к. её колебания вызывают нестабильность массы квадратного метра трикотажа. Здесь же указывается, что повышение равномерности натяжения нити позволяет значительно стабилизировать длину нити в петле.

Большое влияние на параметры трикотажа: длины нити в петле, плотности по горизонтали и плотности по вертикали, а, следовательно, на его поверхностную плотность оказывает процесс петлеобразования, оттяжки полотна.

Операция оттяжки полотна одна из основных в процессе петлеобразования. Оттяжка вновь сформированных петель трикотажа от петлеобразующих органов и последующее натяжение оказывают существенное влияние на качество полотна. От усилия оттяжки и его распределения по периметру полотна на вязальных, машинах в значительной мере зависят технологические параметры.

Повышение стабильности оттяжки полотна позволяет снизить отклонение поверхностной плотности на 50%. Установлено, что увеличение усилия оттяжки приводит к увеличению длины нити в петле.

В работе [88] отражены результаты экспериментальных исследований по влиянию усилия оттяжки на длину петли. Только за счет увеличения оттяжки полотна, она получила длину петли равную 18мм. вместо расчетной 8,5мм. В работе [90] показано, что при увеличении усилия оттяжки на один петельный столбик на плоскофанговой машине 7-класса с 10 до 90, было достигнуто увеличение длины нити в петле на 23,5%. Из них, как утверждает автор, 10% составляет остаточное удлинение нити, а 13,5% получено за счет уменьшения перетяжки нити.

В ходе исследования работ ряда авторов установлено, что одновременное изменение входного натяжения нити и усилия оттяжки полотна, соответственно на 30 и 35%, вызывает колебание поверхностной плотности на 7,6%, причем 3,1% будет вызвано изменением натяжения нити, а 4,5 % – изменением усилия оттяжки полотна.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что для получения равномерной петельной структуры и стабильной поверхностной плотности трикотажа механизм оттяжки должен создавать постоянное натяжение на всем протяжении процесса вязания.

Глубина кулирования является также важным параметром всякого процесса петлеобразования. Глубина кулирования существенно влияет на свойства выработанного трикотажа: чем она больше, тем трикотаж вырабатывается меньшей плотности и наоборот.

На всем процессе операции кулирования необходимо, в первую очередь, добиваться постоянства глубины кулирования, так как её колебания вызывают нестабильность поверхностной плотности, а следовательно и массы трикотажа.

Существенное влияние на стабильность процесса вязания оказывает трение волокон. При трении волокон, на их поверхности генерируются электростатические заряды, в результате чего волокно электризуется. Способность к электризации волокон оказывается тем выше, чем выше их электрическое сопротивление.

Ровнота пряжи является одним из основных показателей качества. Современные процессы прядильного и крутильного производств направлены на то, чтобы обеспечить выработку наиболее ровной (однородной) пряжи по внешнему строению, толщине, крутке, прочности.

Абсолютно ровной пряжи получить невозможно, поэтому, небольшие отклонение в её строении допускаются. Отклонения сильно ухудшают качество пряжи и приводят к тому, что её бракуют. Чем ровнее пряжа и нити, тем меньше их обрывность при вязании, тем меньше образуется дефектов, а полотне и выше качество трикотажа.

Если пряжа на отдельных участках неравномерна по величине крутки, то она в процессе вязания вызывает образования дефектов полотна. Участки с повышенной круткой дают сукрутины, которые при процессе петлеобразования могут вызвать обрыв нити и поломку игл. Пряжа с повышенной круткой приводит к неправильной структуре петель в полотне, т.е. к сильному перекосу петельных столбиков, искажающую форму изделия. Пряжа с пониженной круткой обладает повышенной обрывностью, что приводит к нестабильности процесса вязания.

В ходе исследования [90] было установлено, что неровнота нити по линейной плотности влияет на увеличение нестабильности массы полотна, значительно больше, чем процесс формирования полотна. За счет неравномерности работы оборудования доля от общей неровноты трикотажного полотна составила 7,5%, а 92,5% падает на неравномерность нити.



В работе при изучении влияния неровноты линейной плотности нити на структурную неровноту трикотажного полотна, выработанного на плоскофанговой машине были получены такие результаты: установлено, что при переработке гребенной хлопчатобумажной нити с суммарным коэффициентом вариации по толщине 3,5% и колебании усилия оттяжки полотна до 35%, нестабильность поверхностной плотности может составить 8,5% из них 4%, будет иметь место только из-за неровноты нити по толщине. Поэтому важным условием повышения стабильности массы трикотажа является применение пряжи и нитей с минимально возможным коэффициентом вариации по его линейной плотности.

### **3.8 Исследование влияния влажно-тепловой обработки пряжи повторного использования на поверхностную плотность трикотажных полотен**

При определении поверхностной плотности согласно ГОСТ 8845-66 было отобрано по 10 образцов трикотажных полотен, провяженных на машинах 8 класса типа ПВК переплетением кулирная гладь из чистошерстяной и смешанной пряжи линейной плотности 31 текс·2·2, до ВТО и после ВТО и процесса сушки по пропариваю, т.е. в сушильном устройстве. Поверхностную плотность определяли согласно ГОСТ-8845-68.

Полученные данные были подвержены математической обработке и сведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Поверхностная плотность полотна до ВТО и после ВТО

Пряжа	Линейная плотность пряжи, текс	Средние значения	Отклонения, допускаемые стандартом	Коэффициент вариации
До ВТО Шерстяная	31 текс·2·2	372,6	7,88	2,11%
После ВТО Шерстяная	31 текс·2·2	364,2	7,76	2,03
До ВТО Смешанная	31 текс·2·2	366,6	8,14	2,22
После ВТО Смешанная	31 текс·2·2	342,3	5,19	1,51

В таблице 3.13 приведена характеристика исследуемых полотен.

Таблица 3.13 – Характеристика полотен с шюскофанговых машин 8 класса

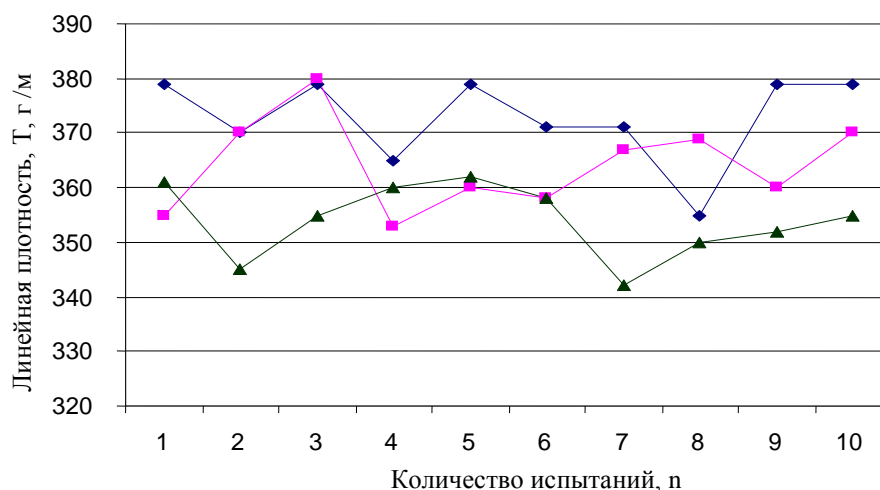
Заправочные данные			Количество петель на 5 см				Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	
			по горизонтал и		по вертикали		по норме	допускаемые отклонения
Кулирная гладь	шерстяная пряжа	31·2·2	26	±2	37	±2	365	±22
	смешанная пряжа	31·2·2	26	±2	37	±2	360	±22
До ВТО								
Кулирная гладь	шерстяная пряжа							
	смешанная пряжа	31·2·2	28		39		372,5	
		31·2·2	27	-	38		366,6	-
После ВТО								
Кулирная гладь	шерстяная пряжа							
	смешанная пряжа	31·2·2	28		38		364	
		31·2·2	27	-	37		342,3:	-
После сушки								
Кулирная гладь	шерстяная пряжа							
	смешанная пряжа	31·2·2	27		38		354,2	
		31·2·2	28	-	36		338,2	-

Из таблицы 3.12 видно, что поверхностная плотность глади из чистошерстяной пряжи после ВТО уменьшилась по сравнению с фактической на 8,5 гр – 3,3% и приблизилась к стандартным значениям, после сушки снизилась на 5,2 и отклонилась от стандартного значения на 11 грамм – 2,7%.

Поверхностная плотность смешанной пряжи после ВТО уменьшилась на 24,32 – 6,63%. но осталась в пределах допустимых отклонений стандарта.

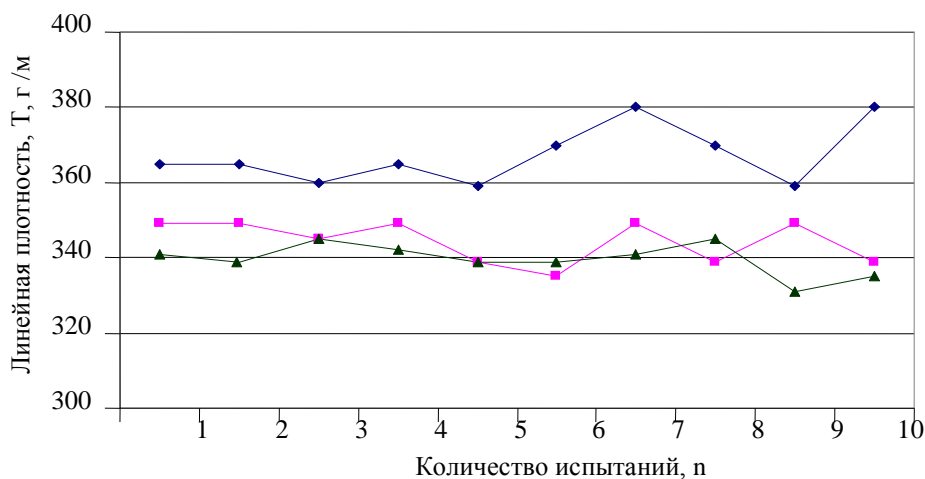
После сушки поверхностная плотность трикотажного полотна из смешанной пряжи снизилась по сравнению с фактической на 7,6%, но осталась в пределах допускаемого отклонения ГОСТа [91].

Графики распределения поверхностной плотности полотна из чистошерстяной и смешанной пряжи изображены на рисунках 3.8 и 3.9.



—◆— поверхностная плотность полотна из пряжи, выдержанной в нормальных условиях; —■— — поверхностная плотность полотна из пряжи, подвергшейся ВТО; —▲— — поверхностная плотность полотна из пряжи, подвергшейся сушке.

Рисунок 3.12 – Влияние ВТО чистой шерстяной пряжи линейной плотности 31 текс·2·2 на поверхностную плотность полотна переплетения кулирная гладь



—◆— поверхностная плотность полотна из пряжи, выдержанной в нормальных условиях; —■— — поверхностная плотность полотна из пряжи, подвергшейся ВТО; —▲— — поверхностная плотность полотна из пряжи, подвергшейся сушке.

Рисунок 3.13 – Влияние ВТО смешанной пряжи линейной плотности 31 текс·2·2 на поверхностную плотность полотна переплетения кулирная гладь

### 3.9 Статистическая обработка результатов исследования

Поскольку все статистические выводы основаны только на значениях числовой характеристики, естественно абстрагироваться от физической природы самих объектов и отождествлять каждый объект с присущей ему характеристикой  $X$  [92]. Таким образом, с точки зрения математической статистики генеральная совокупность представляет собой  $N$  чисел, среди которых, конечно, могут быть и одинаковые. Для того, чтобы установить параметры генеральной совокупности, проводим некоторое число испытаний. Каждое испытание состоит в том, что случайным образом выбирается один объект генеральной совокупности и определяется его значение  $X$ . Полученный таким образом ряд чисел называется выборкой.

В данном случае оцениваются накопленные данные по эксплуатации машины для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа на Костанайской прядильно-трикотажной фабрике.

Математический метод исследования различных технологических процессов швейного производства зачастую состоит в изучении их с помощью функций, выражающих связь между показателями  $y$  и факторами  $x$ , характеризующими эти процессы.

В случае точной функциональной зависимости между  $x$  и  $y$  каждому значению  $x$  соответствует строго определенное значение  $y$ . Но, нередко бывает, что в случае определенных обстоятельств связь между  $x$  и  $y$  расплывчатая и одному и тому же значению  $x$  соответствует целая статистическая совокупность значений  $y$ . Тогда мы имеем систему двух случайных величин, связь между которыми называется статистической, или корреляционной зависимостью.

Изучение корреляционных зависимостей составляет предмет теории корреляции, в которой ставятся и разрешаются две основные задачи:

- о форме корреляционной связи между  $x$  и  $y$  в виде некоторой функциональной зависимости, которая хотя бы приближенно изображает расплывчатую зависимость;
- об оценке тесноты корреляционной связи между  $x$  и  $y$ , то есть степени близости корреляционной зависимости к функциональной [92, 93].

Методы теории корреляции предназначены для изучения стохастической (вероятностной) зависимости между случайными величинами. Вероятностная связь между случайными величинами предполагает, что одна из них реагирует на изменение другой путем изменения параметров или характера своего закона распределения. Примером такой зависимости может служить связь между отдельными показателями качества трикотажных материалов.

Применение корреляционного анализа при стандартизации трикотажных материалов позволяет решать следующие задачи:

- ограничивать номенклатуру нормируемых показателей качества материала или продукции. Из двух или более показателей качества, между которыми установлена тесная корреляционная связь, достаточно в стандарте дать нормы лишь по одному, так как по его значению можно судить о величине других показателей;

-заменять трудоемкие или менее точные методы испытания одних показателей качества более простыми или точными методами испытания других показателей, если установлено, что они находятся в тесной корреляционной связи с первыми;

- устанавливая нормы и допуски одних показателей качества в зависимости от нормы и допусков других при условии тесной корреляционной связи между этими показателями;

- прогнозировать пределы изменения выбранного показателя качества по значению связанных с ним других показателей качества [94].

Чтобы предварительно определить наличие корреляционной связи между  $x$  и  $y$ , на график наносят экспериментальные точки и строят т.н. корреляционное поле.

Если между фактором  $x$  и показателем технологического процесса  $y$  имеется корреляция, то такую зависимость можно выразить математически с помощью регрессии.

Таким образом, суть корреляционного анализа сводится к установлению регрессии, т.е. вида кривой зависимости между случайными величинами, к оценке тесноты связей и достоверности результатов измерений.

Регрессии можно представить геометрически в виде ломаных линий, соединяющих точки  $A(x, \bar{y}_x)$  или точки  $B(\bar{x}_y, y)$ , нанесенные на чертеж. Эти линии называются эмпирическими (полученными из опыта) ломаными линиями регрессии.

Пользоваться регрессиями, заданными таблично или графически в виде ломаных линий, не всегда удобно. Поэтому ставится задача отыскать хотя бы приближенное, но аналитическое выражение в виде формулы – формулы регрессии, которую также называют эмпирической.

Достигают это путем выравнивания ломаной линии регрессии с помощью какой-нибудь плавной линии (прямой, параболы, гиперболы, степенной кривой общего вида т.д.), которая близко проходила бы около ломанной. Тогда уравнение плавной линии и представляет искомую эмпирическую формулу.

Процесс отыскания эмпирической формулы делится на два этапа:

1. выбор типа линии (прямая, парабола, гипербола и т.д.), около которой группируются экспериментальные точки;

2. определение параметров, входящих в уравнение линии выбранного типа, таким образом, чтобы из множества линий этого типа получить ту, которая наиболее близко проходит около всех точек.

Существует несколько методов определения параметров для уравнений выбранного типа: метод средних, метод выровненных точек, метод наименьших квадратов и др.

Степень связанности  $y$  с  $x$ , или степень близости корреляционной зависимости между ними к функциональной зависимости (регрессии), определяется корреляционным отношением  $\zeta_{yx}$  или  $\zeta_{xy}$  и коэффициентом корреляции  $r_{xy}$ .

Корреляционное отношение может быть использовано во всех случаях, к какой бы линии (прямой или кривой) ни была близка ломаная линия регрессии, а коэффициент корреляции оценивает близость корреляционной зависимости только к линейной функциональной зависимости, т.е. в случае, когда ломаная линия регрессии близка к прямой.

В практике использования теории корреляций, особенно применительно к швейному производству, большую роль играет оценка близости корреляционной зависимости между  $X$  и  $Y$  к линейной функциональной зависимости. Близость к линейной функции возникает всякий раз, когда каждая из случайных величин  $X$  и  $Y$  по отдельности следует нормальному закону распределения [94].

Для количественной оценки связи между случайными величинами в корреляционном анализе наиболее часто используют коэффициент корреляции, корреляционное отношение, показатель корреляции рангов, множественные коэффициенты корреляции и корреляционные отношения.

Определяют коэффициент корреляции по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{X})^2 \sum (y_i - \bar{Y})^2}} \quad (3.16)$$

где  $X_i$  и  $Y_i$  – значения случайных величин, между которыми исследуется корреляционная связь;

$\bar{X}$  и  $\bar{Y}$  – средние значения.

Реальный смысл коэффициента корреляции заключается в том, что его величина выражает отношение числа факторов, общих для изучаемых случайных величин, ко всему числу факторов, вызывающих появление данных значений случайных величин. Чем ближе это отношение к единице, тем с большим основанием можно говорить об одинаковой обусловленности появления изучаемых случайных величин, т.е. тем теснее между ними корреляционная связь.

Для оценки значимости коэффициента корреляции подсчитывают его основную ошибку по формуле:

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 1}}, \quad (3.17)$$

где  $r$  – значение коэффициента корреляции,  $n$  – число пар случайных величин, между которыми подсчитывают коэффициент корреляции.

Для количественной оценки корреляционной зависимости трех и более случайных величин применяют множественный коэффициент корреляции. Для трех случайных величин  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  его определяют по следующей формуле:

$$r_{xyz} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 + r_{xz}^2 - 2r_{xy} \cdot r_{xz} \cdot r_{yz}}{1 - r_{yz}^2}}, \quad (3.18)$$

где  $r_{xyz}$  – множественный коэффициент корреляции случайной величины  $x$  с величинами  $y, z$ ;

$r_{xy}, r_{xz}, r_{yz}$  – простые коэффициенты корреляции для двух случайных величин.

Множественный коэффициент корреляции может принимать значения в пределах от 0 до +1, т. е. он всегда величина положительная.

Если коэффициент парной корреляции оказывается существенным, то корреляционный анализ добавляют регрессионным. Находят уравнение регрессии по формуле:

$$y = a + bx, \quad (3.19)$$

где  $b$  – коэффициент, рассчитывается по формуле:

$$b = r_{xy} \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_x}, \quad (3.20)$$

где  $r_{xy}$  – коэффициент корреляции между  $y, x$ ;

$\sigma_y, \sigma_x$  – средние квадратические отклонения  $y, x$ ;

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (3.21)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.22)$$

Свободный член находится из уравнения:

$$\bar{y} = a + b\bar{x},$$

где  $\bar{y}, \bar{x}$  – средние значения.

Неравномерность волокон по их свойствам, нестабильность процессов производства пряжи и другие причины вызывают неровноту продуктов прядения по толщине, прочности и другим свойствам. Источники неровноты имеются на всем протяжении технологического процесса получения пряжи – от выбора сырья и составления смеси до прядильной машины. Поэтому неровнота по толщине во многих случаях является определяющим при оценке качества пряжи. Кроме этого, неровнота по толщине является первопричиной неравномерности других показателей: разрывной нагрузки, удлинения при разрыве, крутки и т.д. Из-за неровноты продуктов прядения увеличивается обрывность и, следовательно, снижается производительность оборудования, ухудшаются свойства и внешний вид трикотажа.

Для проведения исследования были отобраны образцы нитей длиной 10 м из 10 партий и проведены измерения их массы, диаметра, линейной плотности, относительной разрывной нагрузки, коэффициент крутки и влажность. С помощью корреляционного анализа найдены зависимости между показателями до и после обработки нитей паром и эмульсией и получены соответствующие линейные регрессионные модели.

Результаты измерений исследуемого материала сведены в таблицы 3.14-3.16.

Таблица 3.14 – Значения исследуемых характеристик для первичной нити

Показатель	Образцы нитей									
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
Масса	0,59 8	0,56 6	0,57 2	0,64 2	0,60 8	0,60 9	0,61 7	0,61 5	0,57 3	0,70 4
Линейная плотность	56,5	55,4	59,3	59,8	62,3	61,4	60,8	61,3	56,8	68,3
Диаметр	0,27 2	0,26 4	0,26 0	0,28 4	0,27 9	0,27 5	0,27 6	0,28 0	0,26 8	0,29 9
Крутка	20	24	21	23	25	23	21	22	25	22
Разрывная нагрузка	7,0	7,4	7,31	7,5	7,2	7,3	7,1	7,6	7,25	7,7

Таблица 3.15 – Значения исследуемых характеристик после обработки паром

Показатель	Образцы нитей									
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
Влажность	13,9	13,6 7	14,0	13,4 3	13,9 1	13,7 9	13,8 1	14,1	13,7 3	13,4 3
Коэффициент крутки	14,8 3	12,8 1	15,4 4	14,6 7	13,9 9	13,9 5	14,1 5	14,0 9	14,2	11,3 9
Разрывная нагрузка	10,3 4	9,81	9,8	10,3 3	10,0 8	10,6	9,79	9,68	10,1 3	9,92

Таблица 3.16 – Значения исследуемых характеристик после обработки эмульсией

Показатель	Образцы нитей									
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
Влажность	13,8	13,9 6	14,1 7	13,8	13,9 6	14,1 7	13,8	13,9 6	13,8 9	13,7 7
Коэффициент крутки	14,8 5	12,6	15,5 2	15,5	13,3 9	14,6	14,2 9	13,7 4	14,5 8	12,5 7
Разрывная нагрузка	10,2	10,4 1	10,4 9	10,6 3	11,0 8	11,4	11,1 8	10,2 9	11,7 2	11,8 2



Порядок расчета коэффициента корреляции между массой и линейной плотностью по формуле 1 показан в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Расчет коэффициента корреляции

№	Масса, $m_i$	Линейная плотность, $T_i$	$a = m_i - \bar{m}$	$b = T_i - \bar{T}$	$a^2$	$b^2$	$a \cdot b$
1	0,598	56,5	-0,012	-3,69	0,00014	13,6161	0,04428
2	0,566	55,4	-0,044	-4,79	0,00194	22,9441	0,21076
3	0,572	59,3	-0,038	-0,89	0,00144	0,7921	0,03382
4	0,642	59,8	0,032	-0,39	0,00102	0,1521	0,01248
5	0,608	62,3	-0,002	2,11	0,00001	4,4521	0,00422
6	0,609	61,4	-0,001	1,21	0,0000	1,4641	0,00121
7	0,617	60,8	0,007	0,61	0,00005	0,3721	0,00427
8	0,615	61,3	0,005	1,11	0,00003	1,2321	0,00555
9	0,573	56,8	-0,037	-3,39	0,00137	11,4921	0,12543
10	0,704	68,3	0,094	8,11	0,00884	65,7721	0,76234
$\Sigma$	6,104	601,9	-	-	0,01484	122,289	1,20436
$\bar{X}$	0,610	60,19					

$$r_{mT} = \frac{1,20436}{\sqrt{0,01484 \cdot 122,289}} = 0,894.$$

$$D = r^2 = 0,894^2 \cdot 100\% = 79,924\%.$$

Коэффициент корреляции достаточно высокий, что свидетельствует о существенной зависимости линейной плотности от массы нити. Близость коэффициента корреляции к единице свидетельствует о тесной положительной связи между массой и ее линейной плотностью. Коэффициент детерминации показывает, что величина линейной плотности объясняется величиной массы только на 79,924%.

Найдем уравнение регрессии между массой и линейной плотностью:

$$\bar{m} = 0,61, \quad \bar{T} = 60,19,$$

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{a^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,01484}{10-1}} = 0,041, \quad \sigma_T = \sqrt{\frac{b^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{122,289}{10-1}} = 3,686,$$

$$b = 0,894 \cdot 3,686 / 0,041 = 80,373, \quad a = 60,19 - 80,373 \cdot 0,61 = 11,162.$$

Получена линейная регрессионная модель:  $y = 11,162 + 80,373x$ .

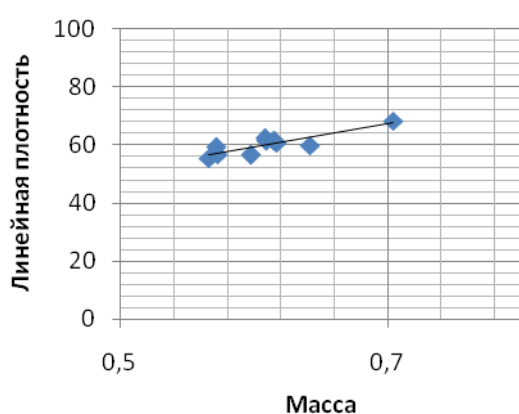
Взаимосвязь между массой и линейной плотностью нитей прямая, сильная и положительная. Коэффициент регрессии  $b$  показывает, что в среднем

с увеличением массы нити на 1 грамм линейная плотность увеличивается на 80,373 г/км.

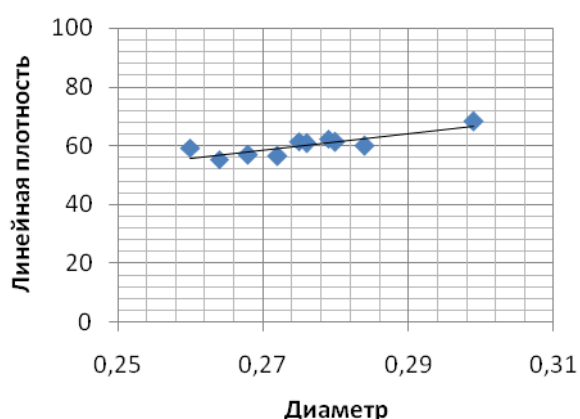
Аналогичные расчеты приведены для исследования связей между: диаметром и линейной плотностью, круткой и укруткой, разрывной нагрузкой и коэффициентом крутки.

Для диаметра и линейной плотности:  $y = -16,943 + 279,466x$ ,  $r_{dT} = 0,834$ ,  $D = 69,55\%$ , для крутки и укрутки:  $y = 10,83 + 1,979x$ ,  $r_{KY} = 0,99$ ,  $D = 98,01\%$ , для разрывной нагрузки и коэффициента крутки:  $y = 5,917 + 0,994x$ ,  $r_{PK} = 0,49$ ,  $D = 24,01\%$ .

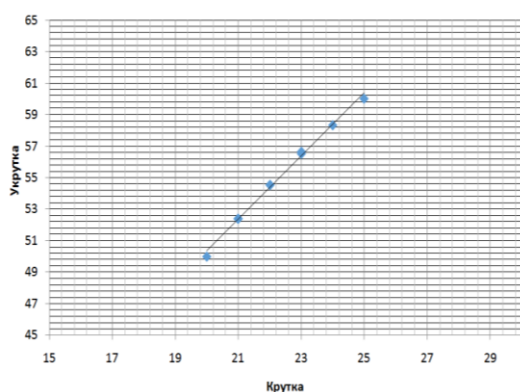
Взаимосвязь между исследуемыми показателями приведена на рисунке 3.14.



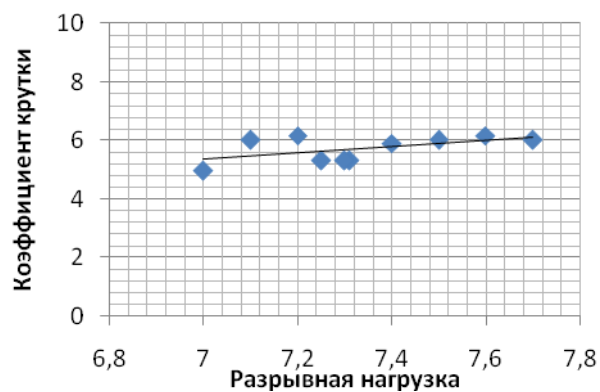
а) массой и линейной плотностью



б) диаметром и линейной плотностью



в) круткой и укруткой



г) коэффициентом крутки и разрывной нагрузкой

Рисунок 3.14 – Взаимосвязь между показателями

Значения коэффициентов корреляции указывает на сильную связь между рассматриваемыми показателями. Скручивание обеспечивает связь между элементами нити. Увеличение сил тангенциального сопротивления волокон, происходящее в результате уплотнения массы волокон при скручивании, позволяет получить пряжу из волокон сравнительно небольшой длины. При этом прочность пряжи и другие свойства зависят от степени (интенсивности)

скрученности. Укрутка нити тем больше, чем больше величина крутки и толщина нити, и тем меньше, чем большему натяжению подвергается нить в процессе скручения.

При полой крутке нить получается менее прочной, но более мягкой, при высокой крутке - прочной и жесткой. При действии радиальных напряжений, возникающих в процессе скручивания, волокна сжимаются плотнее, диаметр нити уменьшается, трение между волокнами растет, увеличивается длина запрядания волокон и вместе с этим повышается прочность пряжи. Увеличение коэффициента крутки и угла кручения повышает прочность пряжи до определенного предела (критическая крутка).

Дальнейшее скручивание приводит к падению прочности нити вследствие перенапряжения растянутых круткой волокон. Разрывная нагрузка пряжи увеличивается с повышением крутки. Положительное влияние крутки на прочность заключается в увеличении сил трения между волокнами при скручивании до значений, превышающих прочность волокон, и равномерности пряжи за счет того, что утоненные ее места больше скручиваются, чем утолщенные.

Аналогично, для определения взаимосвязей между показателями после обработки образцов паром и эмульсией, были построены линейные регрессионные модели. Основные результаты сведены в таблице 3.18.

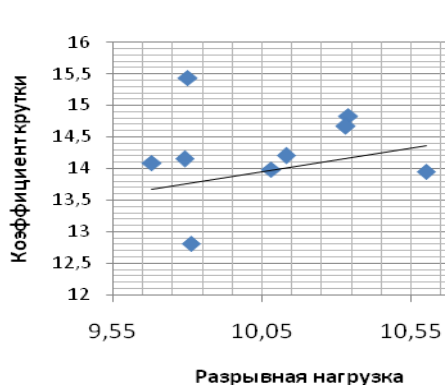
Таблица 3.18 – Взаимосвязь между исследуемыми показателями после обработки паром и эмульсией

	После обработки паром	После обработки эмульсией
Взаимосвязь между коэффициентом крутки и разрывной нагрузкой		
Уравнение регрессии	$y=2,925+1,097x$	$y=19,743-0,514x$
Коэффициент корреляции	0,279	-0,288
Коэффициент детерминации, %	7,78	10,11
Взаимосвязь между разрывной нагрузкой и влажностью		
Уравнение регрессии	$y=-20,306+2,203x$	$y=17,98-0,507x$
Коэффициент корреляции	0,412	-0,125
Коэффициент детерминации, %	16,97	1,56
Взаимосвязь между коэффициентом крутки и влажностью		
Уравнение регрессии	$y=-47,495+4,459x$	$y=-1,681+1,135x$
Коэффициент корреляции	0,834	0,157
Коэффициент детерминации, %	69,56	2,46

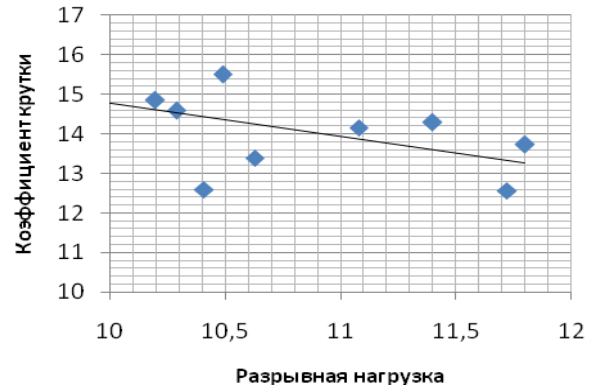
Как видно из таблицы, результаты, полученные после обработки паром выше и связь между показателями более тесная, чем после обработки эмульсией. Коэффициент регрессии при переменной X при обработке паром во

всех трех случаях выше и имеет положительное значение, чем при обработке эмульсией.

Графики зависимостей приведены на рисунках 3.15, 3.16, 3.17.

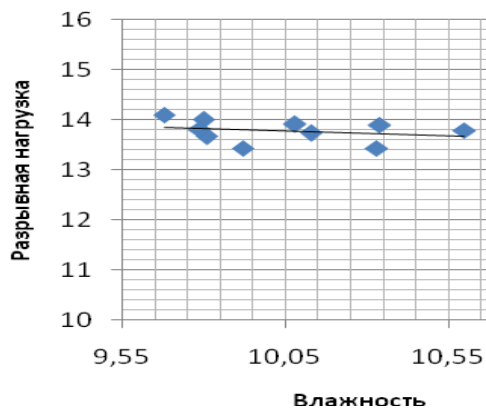


а) после обработки паром

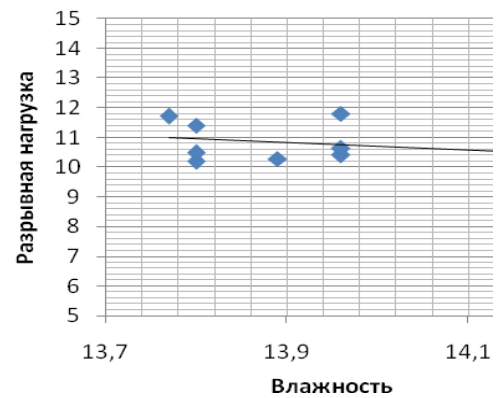


б) после обработки эмульсией

Рисунок 3.15- Взаимосвязь между коэффициентом крутки и разрывной нагрузкой

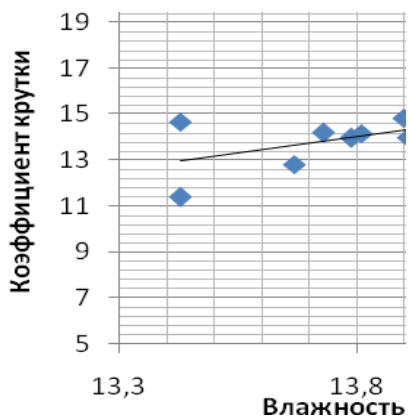


а) после обработки паром

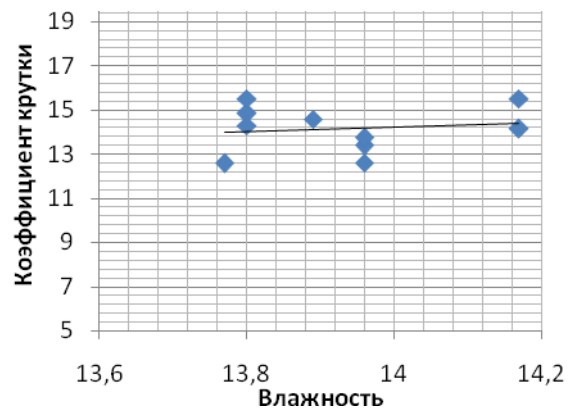


б) после обработки эмульсией

Рисунок 3.16- Взаимосвязь между разрывной нагрузкой и влажностью



а) после обработки паром



б) после обработки эмульсией

Рисунок 3.17 – Взаимосвязь между коэффициентом крутки и влажностью

### 3.10 Построение математической модели технологического процесса

Цель основного экспериментального исследования – установить зависимость поверхностной плотности пряжи  $T$  от таких параметров процесса ВТО, как температура сушильной камеры  $T_c$  пропаривающего устройства и время цикла  $t$  процесса влажно-тепловой обработки пряжи повторного использования. Методами факторного анализа оценивают влияние каждого отдельного фактора на значение параметра ТП, взятого, как показатель [92]. Показатели ТП, как объекта исследования, при активном факторном эксперименте называют параметрами оптимизации. К ним можно отнести такие показатели качества ВТО, как величина извитости волокна, степень упрессовки, заданная пространственная форма, степень выравнивания поверхности нити, степень лассообразования.

Зависимость параметров оптимизации от управляемых контролируемых технологических факторов называют функцией отклика. Данная функция представляет собой модель ТП:

$$Y_j = f(X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (3.21)$$

где  $j$  – номер опыта, количество которых равно  $N$ ;

$I$  – номер планируемого технологического фактора, количество которых равно  $n$ .

Последовательность проведения опытов при факторном эксперименте принимается случайной. Это позволяет устранить систематические погрешности эксперимента, обусловленных влиянием неконтролируемых факторов  $z$ : систематическое действие этих факторов устраняется применением случайной последовательности выполнения опытов. Такой прием называется рандомизацией опытов. Например, если последовательность проведения 10 опытов имеет вид  $P(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)$ , где цифры в фигурных скобках – номера проведения опытов, рандомизированная последовательность проведения опытов принимает вид:  $P = (4, 8, 2, 5, 6, 10, 1, 3, 9, 7)$ .

Построение математической модели ТП или одной из его технологических операций усложнено тем, что, как правило, механизм процесса и управление связи между факторами и показателями неизвестны. Поэтому модель ТП строят методом подбора полинома, который соответствовал бы экспериментальным данным. Применение полиномов в качестве функций для аппроксимации теоретической линии регрессии обусловлено тем, что полиномы, во-первых описывают большой класс непрерывных функций, и, во-вторых – это наиболее простые функции. Степень приближения полинома к теоретической линии регрессии характеризуется числом членов полинома, которое определяется методом подбора [94].

Вначале находят соответствие линейной модели экспериментальным данным. Если условие адекватности модели не выдержано, последовательно проверяют условие неполной квадратичной, а затем полной квадратичной моделей, пока не будет выполнено условие адекватности выбранной полиномиальной модели экспериментальным данным.

Полином для  $n$  факторов записывают в виде:

$$y = b_0 + \underbrace{\sum_{i=1}^n b_i x_i}_{I} + \underbrace{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} x_i x_j}_{II} + \underbrace{\sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2}_{III} + \dots \quad (3.22)$$

Здесь I – линейная модель – уравнение прямой линии; II, III – соответственно неполная, полная квадратичная модель.

Коэффициенты полинома  $b_0, b_i, b_{ij}$  вычисляются на основе экспериментальных данных по формулам:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_j; \quad (3.23)$$

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \bar{x}_{ij} * y_j; \quad (3.24)$$

$$b_{lm} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \bar{x}_{jl} * \bar{x}_{jm} * y_j. \quad (3.25)$$

Все факторы варьируют на двух уровнях; значения уровня переменных варьируют при помощи выражения:

$$\bar{x}_i = \frac{x_i - x_i^0}{\Delta x_i}, i = 1, n, \quad (3.26)$$

где:  $\bar{x}_i$  – кодированное значение уровня;

$x_i^0$  – нулевой уровень фактора, центр изменения интервала фактора  $x$ ;

$\Delta x_i$  – интервал варьирования фактора.

Поскольку величина  $x_i$  изменяется только на двух уровнях, принимая максимальное и минимальное значения, их называют соответственно верхними и нижними уровнями варьирования. Верхний уровень в кодированных переменных обозначают +I, а нижний – I.

План эксперимент содержит все возможные сочетания верхнего и нижнего уровней факторов. Его называют полным факторным экспериментом (ПФЭ) и записывают в виде матрицы (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Матрица ПФЭ для двух факторов

Опыт, j	Факторы		Параметр оптимизации, y <sub>j</sub>
	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	
1	-I	-I	y <sub>1</sub>
2	+I	-I	y <sub>2</sub>
3	-I	+I	y <sub>3</sub>
4	+I	+I	y <sub>4</sub>

Таким образом, искомая зависимость имеет вид:

$$\beta \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right) = \left[ \begin{matrix} T_{\text{текс}} \\ \tau \end{matrix} \right] \quad (3.27)$$

где  $\beta \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right)$  – угол извитости пряжи повторного использования.

В качестве параметра оптимизации у выбран показатель качества выполнения данной операции ВТО, выравниванием пряжи повторного использования.

Варьируемыми факторами эксперимента являются:

$T_{\text{текс}}$  – поверхностная плотность полотна;

$\tau$  – время процесса ВТО.

Изучение сведений о процессе ВТО на операции разутюживания швов стачивания позволило установить технологически разумные ограничения значений этих факторов:  $t=0...30$  мин;  $T_{\text{текс}}=310...390$  г/м<sup>2</sup>

Произведем кодирование факторов. Результаты кодирования представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Кодированные факторы

Характеристика фактора	Натуральные факторы		Кодированные факторы	
	x <sub>1</sub> , °C	x <sub>2</sub> , с	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$
Нулевой уровень	0	6	0	0
Интервал варьирования	5	2	I	I
Верхний уровень	30	8	+I	+I
Нижний уровень	0	4	-I	-I

План данного эксперимента представляем в виде матрицы ПФЭ для факторов, т.е. план содержит количество опытов  $N=2^2=4$ .

Для того чтобы убедиться в том, что одно и то же сочетание уровней приводит к получению близких значений параметра оптимизации, каждый опыт повторяем несколько раз, т.е. проводим параллельные опыты для оценки воспроизводимости опыта и возможности проведения статических оценок. В

рассматриваемом примере принимаем два параллельных опыта. Рандомизированная последовательность проведения опытов  $P=(2,3,1,2,4,1,3,4)$ .

Согласно требованиям регрессионного анализа правильная обработка и использование результатов экспериментальных исследований возможны только в случае, когда дисперсии измерений функции отклика в каждой точке опыта одинаковы. Такое свойство называется однородностью дисперсий [92].

Проверка однородности выборочных дисперсий осуществляется по критерию Кохрена:

$$G = \frac{j \max \{S_j^2\}}{\sum_{j=1}^N S_j^2} \quad (3.28)$$

Отчеты считаются воспроизведенными, а оценка дисперсии – однородной, если расчетное значение критерия Кохрена  $G$  меньше допустимого, задаваемого таблично  $G_{\text{табл}}$ , т.е.:  $G < G_{\text{табл}}$ .

Допустимое значение  $G_{\text{табл}}$  критерия Кохрена для доверительной вероятности  $P=0,05$ , с которой в технологических исследованиях принимается гипотеза о воспроизводимости опытов, зависит от числа степеней свободы  $f$  для  $K$  параллельных опытов, где  $f=K-1$ .

Для данного примера мы имеем:

Если аппроксимирующее уравнение записать в виде:

$$P(x) = b_1 + b_2 x + \dots + b_n x^n, \quad (3.29)$$

а имеющиеся данные в точках  $x_i$  обозначить через  $y_i$ , то условием минимума суммы квадратов будет равенство:

$$S = \sum_{i=1}^n \{P(x_i, b_1, b_2, \dots, b_n) - y(x_i)\}^2 = \min, \quad (3.30)$$

где  $N$  – число экспериментальных точек.

Необходимыми условиями экстремума функции  $S$  являются следующие:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial b_1} &= 2 \sum_{i=1}^n \left\{ [P(x_i, b_1, b_2, \dots, b_n) - y(x_i)] \frac{\partial P}{\partial b_1} \right\} = 0; \\ \frac{\partial S}{\partial b_2} &= 2 \sum_{i=1}^n \left\{ [P(x_i, b_1, b_2, \dots, b_n) - y(x_i)] \frac{\partial P}{\partial b_2} \right\} = 0; \\ &\dots\dots\dots; \\ \frac{\partial S}{\partial b_n} &= 2 \sum_{i=1}^n \left\{ [P(x_i, b_1, b_2, \dots, b_n) - y(x_i)] \frac{\partial P}{\partial b_n} \right\} = 0. \end{aligned} \quad (3.31)$$



В соответствии с физическим смыслом решаемой задачи этим условиям соответствует минимум функции  $S$ . Для случая, когда  $P(x) = b_1 + b_2x + \dots + b_nx^n$ , система рассмотренных уравнений может быть записана в виде [93]:

$$\left. \begin{aligned} b_1N + b_2 \sum_{i=1}^N x_i + b_3 \sum_{i=1}^N x_i^2 + \dots + b_n \sum_{i=1}^N x_i^{n-1} &= \sum_{i=1}^N y_i(x_i); \\ b_1 \sum_{i=1}^N x_i + b_2 \sum_{i=1}^N x_i^2 + b_3 \sum_{i=1}^N x_i^3 + \dots + b_n \sum_{i=1}^N x_i^n &= \sum_{i=1}^N x_i y_i(x_i); \\ b_1 \sum_{i=1}^N x_i^{n-1} + b_2 \sum_{i=1}^N x_i^n + b_3 \sum_{i=1}^N x_i^{n+1} + \dots + b_n \sum_{i=1}^N x_i^{2n-2} &= \sum_{i=1}^N x_i^{n-1} y_i(x_i). \end{aligned} \right\} \quad (3.32)$$

Эта система уравнений представляет собой систему  $n$  уравнений с  $n$  неизвестными значениями параметров  $b_i$ . Величины  $N$ ,  $x_i$ ,  $y_i(x_i)$  в данной системе известны. При  $n \leq N$  эта система имеет единственное решение; при  $n > N$  – множество решений. На практике обычно используется условие  $n < N$ .

В математическом обеспечении современных ЭВМ имеются стандартные программы аппроксимации экспериментальных данных методом наименьших квадратов [94, 95]. Для линейной аппроксимации  $P=b_1+b_2x$  уравнения для определения коэффициентов  $b_1$  и  $b_2$  имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{\sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N x_i y_i - \sum_{i=1}^N y_i \sum_{i=1}^N x_i^2}{\left(\sum_{i=1}^N x_i\right)^2 - N \sum_{i=1}^N x_i^2}; \\ b_{21} &= \frac{\sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N x_i y_i - \sum_{i=1}^N y_i \sum_{i=1}^N x_i y_i}{\left(\sum_{i=1}^N x_i\right)^2 - N \sum_{i=1}^N x_i^2}. \end{aligned} \quad (3.33)$$

Оптимальное число коэффициентов полинома можно найти из условия  $\sigma_n \approx \sigma$ , где:  $\sigma_n = \sqrt{S/(N-1)}$  – среднеквадратическое отклонение экспериментальных точек от аппроксимирующего уравнения;  $\sigma$  – средняя квадратическая погрешность эксперимента.

При  $\sigma_n > \sigma$  погрешность аппроксимации намного превышает погрешность экспериментальных данных, поэтому следует увеличить число коэффициентов. При  $\sigma_n < \sigma$  часть коэффициентов недостоверна и необходимо уменьшить  $n$ . Если при выбранном, исходя из сказанного, значении  $n$  выполняется условие  $n < N$ , то вид аппроксимирующей функции выбран удачно. При  $n \approx N$  следует подобрать более подходящий вид аппроксимирующей функции (функция не должна быть степенной) [96, 97]. Расчет коэффициентов системы разрешающих уравнений представлен таблице 3.17

Таблица 3.17 – Расчет коэффициентов системы разрешающих уравнений метода наименьших квадратов

№ п/п	$X_k$	$Y_k$	$X^2_k$	$X^3_k$	$X^4_k$	$Y_k X_k$	$Y_k X^2_k$
1	0	379	0	0	0	0	0
2	5	361	25	125	625	1805	9025
3	10	347	100	1000	10000	3470	34700
4	15	338	225	3375	50625	5070	76050
5	20	341	400	8000	160000	6820	136400
6	25	336	625	15625	390625	8400	210000
7	30	330	900	27000	810000	9900	297000
-	$\sum x_k =$ =105	$\sum y_k =$ =2432	$\sum x^2_k =$ =2275	$\sum x^3_k =$ =55125	$\sum x^4_k =$ =1511875	$\sum y_k x_k =$ =35465	$\sum y_k x^2_k =$ =763175

Отсюда математическая модель ТП снятия извитости пряжи, на устройстве для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи имеет вид:

$$P = 372,008 - 2,129t + 0,023t^2. \quad (3.34)$$

При исследовании точности проведения эксперимента необходимо установить, соответствуют ли действительные значения показателя изделия  $x_i$  нормальному значению  $x_0$ , задаваемому техническими условиями на его изготовление.

Результаты эксперимента часто дают значения, которые измеряются в тех или иных пределах, т.е. выражается не одним числом, а рядом чисел, которые более или менее отличаются друг от друга. Появляются погрешности измерения. Для расчета полученных погрешностей значения механических характеристик располагают в вариационный ряд. Для каждого вариационного ряда вычисляют оценку соответствующей вероятности Р, роль которой играет накопленная частота W [95].

Основные количественные характеристики точности проведения эксперимента определяются по следующим формулам.

Среднеарифметическое (центр распределения):

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i. \quad (3.23)$$

Дисперсия:

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2. \quad (3.24)$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$S = \sqrt{S^2}. \quad (3.25)$$

Для определения соответствия линейной плотности полотна стандартным значениям нами из общего количества изделий были выбраны 2 партии по 100 шт.: первая партия – это полотно, изготовленное из первичной нити, вторая партия – полотно, изготовленное по исследуемой технологии из повторно использованной нити после роспуска брачных деталей (таблицы 3.19, 3.20).

Таблица 3.19 – Данные измерения линейной плотности полотна из первичной нити

385	356	365	367	367	376	376	375	377	376
380	368	363	366	376	377	374	385	369	376
380	364	376	376	366	355	367	367	376	375
385	364	366	374	376	369	364	366	366	375
357	366	376	373	377	367	366	376	375	376
357	375	366	376	376	375	367	374	375	376
356	375	376	375	378	373	378	375	378	373
355	374	384	374	377	375	374	373	367	376
355	368	375	376	375	376	376	376	384	369
356	367	369	376	376	367	375	378	364	373

Таблица 3.20 – Данные измерения линейной плотности полотна из повторно используемой нити

340	336	335	335	342	342	340	337	352	335
355	351	332	336	331	340	341	350	335	342
329	323	334	337	335	336	342	351	336	344
330	335	344	329	338	341	344	345	342	352
335	338	355	337	337	342	345	352	348	323
333	345	348	348	334	343	346	338	339	340
341	341	350	345	345	337	341	339	347	328
325	343	328	328	347	332	335	341	344	339
315	336	322	345	348	338	328	342	332	346
324	335	336	341	346	339	333	344	336	348

Вначале была исследована партия, изготовленная из первичной нити. Все значения механических характеристик были расположены в интервальный и соответствующий ему дискретный вариационные ряды (таблицы 3.21, 3.22). Для каждого вариационного ряда определили частоту, накопленную частоту, относительную частоту и накопленную относительную частоту.

Таблица 3.21 – Интервальный ряд распределения

	Интервалы					
	355-360	360-365	365-370	370-375	375-380	380-385
1	2	3	4	5	6	7
Частота, $n_i$	8	5	24	11	45	7

Продолжение таблицы 3.21

Накопленная частота, $n_i^{нак}$	8	13	37	48	93	100
Частость, $w_i = \frac{n_i}{n}$	0,08	0,05	0,24	0,11	0,45	0,07
Накопленная частость, $w_i^{нак}$	0,03	0,13	0,37	0,48	0,93	1

Таблица 3.22 – Дискретный ряд распределения

Варианты $x_i$	357,5	362,5	367,5	372,5	377,5	382,5
Частота, $n_i$	8	5	24	11	45	7
Частость, $w_i = \frac{n_i}{n}$	0,08	0,05	0,24	0,11	0,45	0,07
Накопленная частость, $w_i^{нак} = \frac{n_i^{нак}}{n}$	0,03	0,13	0,37	0,48	0,93	1

Построены гистограмма и полигон относительных частот распределения для непрерывного вариационного ряда представлен на рисунке 3.18.

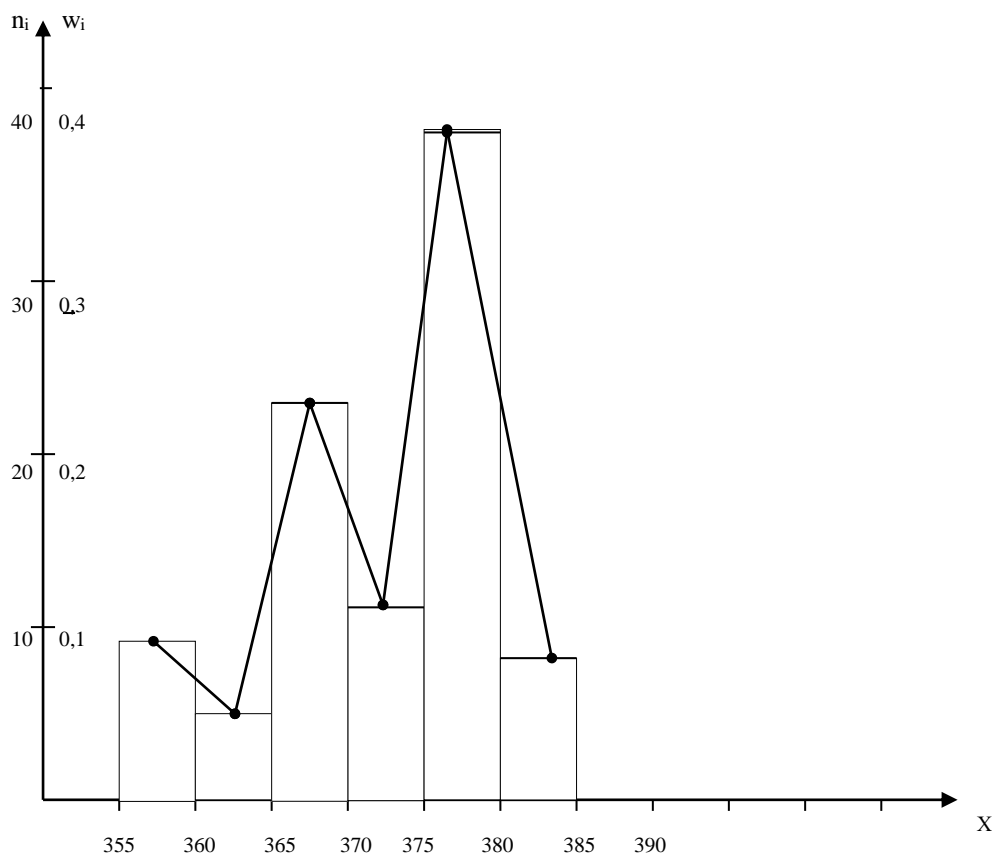


Рисунок 3.18 – Гистограмма и полигон

Найдены мода и медиана:  $M_o = 377,5$ ,  $M_e = 377,5$ .

Эмпирическая функция распределения непрерывного вариационного ряда имеет вид.

$$F_n(x) = \frac{n_x^{\text{нак}}}{n} = w_x^{\text{нак}} \quad (3.26)$$

Непрерывный ряд

$$F_n(x) = \begin{cases} 0, & x < 355 \\ 0.08, & x = 360 \\ 0.13, & x = 365 \\ 0.37, & x = 370 \\ 0.48, & x = 375 \\ 0.93, & x = 380 \\ 1, & x \geq 385 \end{cases}$$

Были найдены основные количественные характеристики точности проведения эксперимента: выборочная средняя, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, асимметрия, эксцесс. Расчеты сведены в таблицу 3.23.

Таблица 3.23 – Расчетная таблица

$x_i$	$n_i$	$u_i$	$n_i u_i$	$n_i u_i^2$	$n_i u_i^3$	$n_i u_i^4$	$n_i (u_i + 1)^4$
357,5	8	-3	-24	72	-216	648	128
362,5	5	-2	-10	20	-40	80	5
367,5	24	-1	-24	24	-24	24	0
372,5	11	0	0	0	0	0	11
377,5	45	1	45	45	46	45	720
382,5	7	2	14	28	56	112	567
$\Sigma$	100	-3	1	189	-179	909	1431

Найдены начальные моменты и центральные моменты:

$$\tilde{v}_1 = \frac{\sum n_i u_i}{n} = 0.01;$$

$$\tilde{v}_2 = \frac{\sum n_i u_i^2}{n} = 1,89;$$

$$\tilde{v}_3 = \frac{\sum n_i u_i^3}{n} = -1,79;$$

$$\tilde{v}_4 = \frac{\sum n_i u_i^4}{n} = 9,09;$$

$$\tilde{\mu}_3 = [\tilde{v}_3 - 3\tilde{v}_1\tilde{v}_2 + 2\tilde{v}_1^3] \cdot h^3 = [-1,79 - 3 \cdot 1,89 \cdot 0,01 + 2 \cdot (0,01)^3] \cdot 5^3 = -230,84;$$

$$\begin{aligned} \tilde{\mu}_4 &= [\tilde{v}_4 - 4\tilde{v}_1\tilde{v}_3 + 6(\tilde{v}_1)^2 \cdot \tilde{v}_2 - 3(\tilde{v}_1)^4] \cdot h^4 = \\ &= [9,09 - 4 \cdot (-1,79) \cdot 0,01 + 6(0,01)^2 \cdot 1,89 - 3(0,01)^4] \cdot 5^4 = 5726,709. \end{aligned}$$

Тогда:  
выборочная средняя

$$\bar{x} = x_g = \tilde{v}_1 \cdot h + c = 0,01 \cdot 5 + 372,5 = 372,6,$$

дисперсия

$$D_g = \sigma_g^2 = [\tilde{v}_2 - (\tilde{v}_1)^2] \cdot h^2 = [1,89 - (0,01)^2] \cdot 5^2 = 47,25,$$

среднее квадратическое отклонение

$$\sigma_g = \sqrt{D_g} = 6,874 \approx 6,87 \quad \sigma_g = \sqrt{D_g} = 6,874 \approx 6,87,$$

асимметрия

$$A = \frac{\tilde{\mu}_3}{\sigma_g^3} = \frac{-230,84}{(6,87)^3} = -0,109,$$

эксцесс

$$E = \frac{\tilde{\mu}_4}{\sigma_g^4} - 3 = \frac{502549,51}{(20,7)^4} - 3 = -0,263.$$

Критерием «нормальности» распределения случайной величины  $x$  является равенство нулю асимметрии и эксцесса. Из приведенных расчетов видно, что выборочные коэффициенты асимметрии и эксцесса  $A$ ,  $E$  отличаются от нуля не более чем на утроенные средние квадратические ошибки их определения, т.е.

$$|A - 0| < 3 \cdot \varepsilon_A ; |E - 0| < 3 \cdot \varepsilon_E$$

что соответствует нормальному распределению.

Теперь, используя критерий согласия Пирсона при уровне значимости  $\alpha=0,05$ , установим, согласуются ли экспериментальные данные о линейной плотности полотна из повторно используемой пряжи с предположением о нормальном законе. Для этого сравним эмпирические ( $n_i$ ) и теоретические ( $n'_i$ ) частоты.

Вычислим теоретические частоты  $n'_i$   $i$ -го интервала по формуле

$$n'_i = n \cdot p_i, \quad (3.27)$$

где  $n = 100$  – объем выборочной совокупности;

$p_i$  – вероятность попадания в  $i$ -ый интервал.

Для случайной величины  $x$ , имеющей нормальное распределение,

$$p_i = p(x_{i-1} < x < x_i) = \Phi\left(\frac{x_i - \bar{x}_g}{\sigma_g}\right) - \Phi\left(\frac{x_{i-1} - \bar{x}_g}{\sigma_g}\right), \quad (3.28)$$

где  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$  – функция Лапласа.

Составим расчетную таблицу (таблица 3.24).

Таблица 3.24 – Теоретические частоты

$i$	интервалы $x_{i-1}-x_i$	эмпирические частоты $n_i$	$t_1 = \frac{x_{i-1} - \bar{x}_g}{\sigma_g}$	$t_2 = \frac{x_i - \bar{x}_g}{\sigma_g}$	$\Phi(t_1)$	$\Phi(t_2)$	$p_i = \Phi(t_2) - \Phi(t_1)$	теорет. частоты $n'_i = n \cdot p_i$
1	355-360	8	-2,5603	-1,8329	0,4948	0,4664	0,0284	3
2	360-365	5	-1,8329	-1,1056	0,4664	0,3665	0,0999	10
3	365-370	24	-1,1056	-0,3782	0,3665	0,1480	0,2185	22
4	370-375	11	-0,3782	0,3491	0,1480	0,1368	0,2848	28
5	375-380	45	0,3491	1,0765	0,1368	0,3599	0,2231	22
6	380-385	7	1,0765	1,8039	0,3599	0,4641	0,1042	10
		100						95

Сравним теоретические и эмпирические частоты (таблица 3.25).

Таблица 3.25 – Сравнение теоретических и эмпирических частот

$i$	$n_i$	$n'_i$	$n_i - n'_i$	$(n_i - n'_i)^2$	$\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$	$n_i^2$	$\frac{n_i^2}{n'}$
1	8	3	5	25	8,33	64	21,33
2	5	10	-5	25	2,5	25	2,5
3	24	22	2	4	0,18	576	26,18
4	11	28	-17	289	10,32	121	4,32
5	45	22	23	529	24,05	2025	92,05
6	7	10	-3	9	0,9	49	4,9
$\Sigma$	100	95			46,28		151,28

Из последней таблицы найдем  $\chi^2_{набл} = 46,28$ .

По таблице критических точек распределения  $\chi^2$ , по уровню значимости  $\alpha=0,05$  и числу степеней свободы  $k = m-3 = 6 - 3 = 3$  определяем критическую точку:

$$\chi^2_{кр} (0,05; 3) = 7,8.$$

Так как  $\chi^2_{набл} < \chi^2_{кр}$ , то, следовательно, нет оснований отвергать нулевую гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности [98]. Другими словами, эмпирические и теоретические частоты отличаются незначительно. Из этого следует, что в 95% случаев исследуемое распределение в генеральной совокупности близко к нормальному, поэтому доверительный интервал для оценки математического ожидания «а» имеет вид:

$$\left( \bar{x}_g - t \frac{\sigma_g}{\sqrt{n}} ; \bar{x}_g + t \frac{\sigma_g}{\sqrt{n}} \right)$$

где  $\bar{x}_g = 372,6$ ;  $\sigma_g = 6,874$

а  $t$  находим из соотношения  $2\phi(t) = 0,95$

$$\phi(t) = 0,475; t = 1,96$$

Выполним необходимые вычисления.

$$\left( 372,6 - 1,96 \cdot \frac{6,874}{\sqrt{100}} ; 372,6 + 1,96 \cdot \frac{6,874}{\sqrt{100}} \right)$$

$$(371,3; 373,9).$$



Следовательно, полученный интервал – доверительный интервал, покрывающий параметр «а» - математическое ожидание – с надежностью  $\gamma = 0,95$ .

Аналогичным образом для полотна из повторно используемой нити были найдены основные количественные характеристики точности проведения эксперимента. Получены следующие результаты: выборочная средняя  $\bar{x} = 341$ , дисперсия  $D_e = 38,73$ , среднее квадратическое отклонение  $\sigma_e \approx 6,22$ , асимметрия  $A = -0.101$ , эксцесс  $E = -0.122$ .

Экспериментальные данные о линейной плотности полотна из повторно используемой пряжи согласуются с предположением о нормальном законе. Сравнение эмпирических ( $n_i$ ) и теоретических ( $n'_i$ ) частот показал, что в 95% случаев исследуемое распределение в генеральной совокупности близко к нормальному и доверительный интервал для оценки математического ожидания «а» имеет вид (339,78; 342,22).

### **Выводы по третьему разделу**

1. С целью снятия извитости, пряжа была подвержена действию пара и последующей сушке на пропаривающее – сушильном устройстве. В процессе работы были определены фактическая влажность, крутка, прочность двух видов пряжи: шерстяной 31 текс·2; смешанной 31 текс·2; которые имеют наиболее широкое применение в производстве верхних трикотажных изделий. Определение этих показателей производилось по стандартным методикам до пропаривания и сушки и после пропаривания, сушки.

2. При температуре 100-115<sup>0</sup>С пар вызывает относительно незначительные изменения, при дальнейшем повышении температуры эти изменения оказываются разрушительными для шерсти. В результате проведенных исследований пришли к заключению, что обработка, применяемая в процессе снятия извитости в устройстве для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи при ограниченных температурах, вызывает лишь ничтожную деструкцию, которой можно пренебречь. При сравнительно кратковременном воздействии влаги и тепла, т.е. при пропаривании и сушке дисульфидные связи восстанавливаются, что позволяет устойчиво фиксировать выравнивание повторно используемой пряжи.

3. Линейная плотность всех видов пряжи после ВТО, но осталась в пределах допустимых стандартом. Уменьшение коэффициента вариации после ВТО говорит о том, что пряжа стала более однородной по толщине, что положительно влияет на стабильность процесса вязания. Крутка всех видов пряжи после ВТО снизилась, но осталась в пределах допустимых ГОСТом. Фактическая влажность всех видов пряжи после влажно – тепловой обработки повысилась, приблизилась к стандартным значениям. Прочность пряжи увеличилась: шерстяной на 6,25%, смешанной на 16%. Извитость пряжи всех видов полностью исчезла. После влажно – тепловой обработки произошла незначительная усадка: шерстяной пряжи на 2,5%, смешанной на 2,1%.

4. Для проверки влияния повторно используемой пряжи на процессы вязания, из повторно используемой пряжи были наработаны образцы трикотажа, переплетением гладь и ластик и определены их основные характеристики структуры. При определении поверхностной плотности согласно ГОСТ 8845-66 было отобрано по 10 образцов трикотажных полотен, провязанных на машинах 8 класса типа ПВК переплетением кулирная гладь из чистошерстяной и смешанной пряжи линейной плотности 31текс·2·2, до ВТО и после ВТО и процесса сушки на пропаривающее -сушильном устройстве. Поверхностную плотность определяли согласно ГОСТ-8845-68. Поверхностная плотность глади из чистошерстяной пряжи после ВТО уменьшилась по сравнению с фактической на 8,5 гр – 3,3% и приблизилась к стандартным значениям, после сушки снизилась на 5,2 грамма и отклонилась от стандартного значения на 11 грамм – 2,7%.

Поверхностная плотность смешанной пряжи после ВТО уменьшилась на 24,32 грамм – 6,63%, но осталась в пределах допустимых отклонений стандарта. После сушки поверхностная плотность трикотажного полотна из смешанной пряжи снизилась по сравнению с фактической на 7,6%, но осталась в пределах допускаемого отклонения ГОСТа.

5. Достоверность научных положений подтверждается сходимостью результатов математического моделирования с фактическим анализом результатов экспериментов. Построение математической модели ТП устранило субъективизм в постановке экспериментов, их обработке, анализе полученных результатов и создало возможность для определения оптимальных данных. Графическое изображение результатов исследования дало наглядное представление о качестве выполненного эксперимента, позволило установить основные закономерности исследуемого явления. Таким образом, результаты исследований показывают, что при воздействии на пряжу температурно-влажностной средой с целью снятия извитости повторно используемой пряжи, при 100-115<sup>0</sup>С и не более 25 минут, физико-механические свойства ее изменяются в пределах допускаемых ГОСТом. Качество полученного трикотажного полотна из повторно используемой пряжи соответствует требованиям стандартов.

## 4 Комплексная оценка экологической и экономической целесообразности разработанных методов и устройств переработки отходов швейно-трикотажного производства

### 4.1 Оценка экологической целесообразности разработанных методов и устройств использования отходов швейно-трикотажного производства

В швейно-трикотажном производстве отходы образуются на всех технологических процессах изготовления изделий. Наибольшее количество отходов образуется в закройно-швейном производстве – до 95%. Поэтому при исследовании техногенного воздействия швейно-трикотажного производства на окружающую среду, необходимо производить не только технико-экологические но и эколого-экономические оценки [99, 100].

Для оценки экологической целесообразности разработанной технологии использования отходов трикотажного производства используется материальный баланс производства, схемы которого показаны на рисунке 4.1.

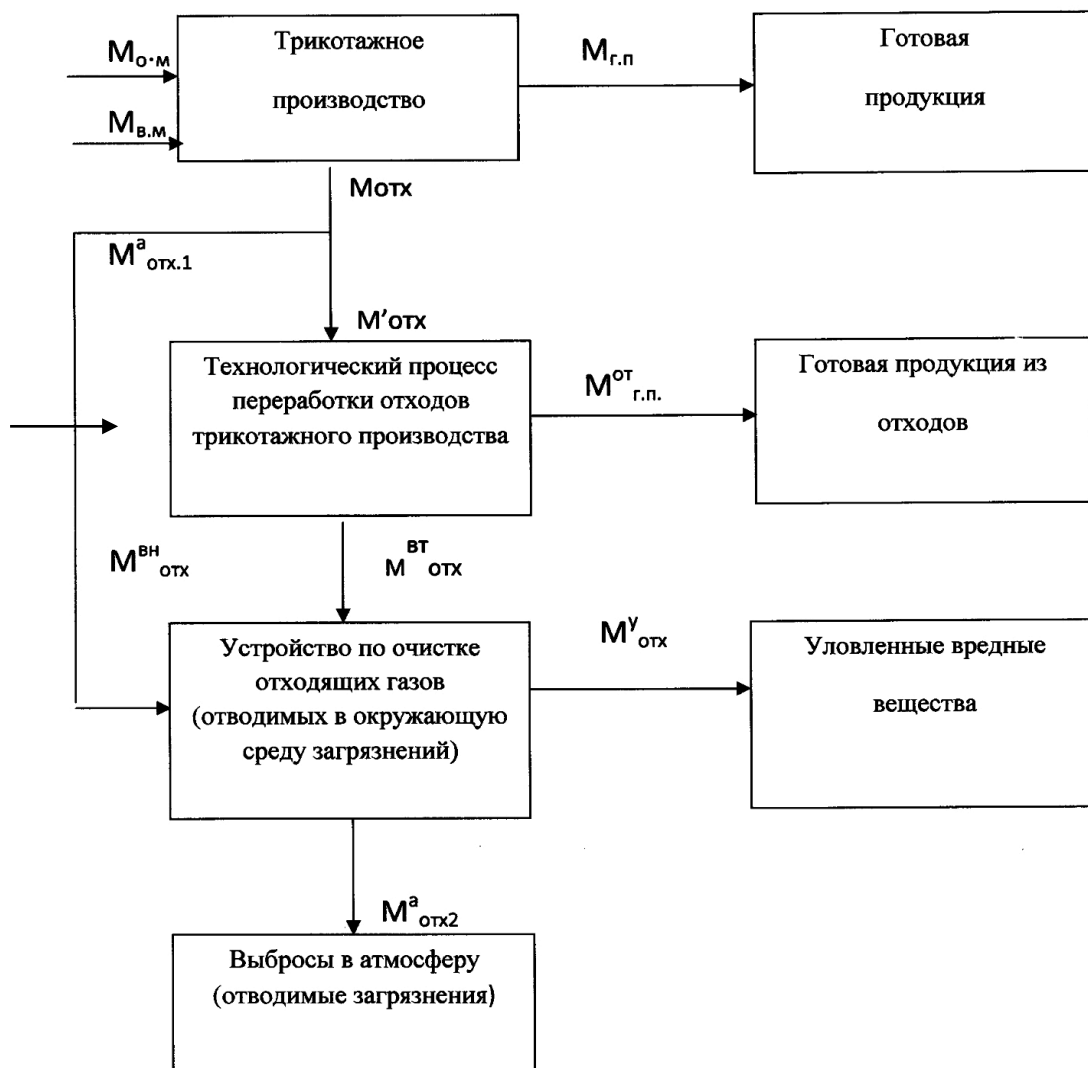


Рисунок 4.1 – Схема материального баланса переработки отходов трикотажного производства

Для основного производства баланс переработки отходов рассчитываются:

$$M_{o,m} + M_{в,m} = M_{г,п} + M_{отх}, \quad (4.1)$$

где:  $M_{o,m}$  – масса основного материала;  
 $M_{в,m}$  – масса вспомогательного материала;  
 $M_{г,п}$  – масса готовой продукции;  
 $M_{отх}$  – масса основных отходов.

Для технологического процесса переработки отходов баланс переработки отходов рассчитываются:

$$M_{отх} + M_{вн\ отх} = M_{г,п}^{вт} + M_{отх}^{вт}, \quad (4.2)$$

где  $M_{отх}$  – масса основных отходов;  
 $M_{вн\ отх}^{вт}$  – масса внешних отходов поступающих на переработку;  
 $M_{отх}^{вт}$  – масса вторичных отходов при переработке отходов;  
 $M_{г,п}^{вт}$  – готовая продукция из переработанных отходов.

Из рисунка 4.1 следует, что если ввести коэффициент использования отходов ( $\eta_{осн}$ ) для основного производства, то получим:

$$M'_{отх} = \eta_{осн} \cdot M_{отх}; \quad M_{отх,1}^a = (1 - \eta_{осн}) \cdot M_{отх}, \quad (4.3)$$

где  $M_{отх,1}^a$  – масса выброшенных в атмосферу отходов.

Для оценки воздействия отведенных в окружающую среду отходов швейно-трикотажного производства вводится коэффициент воздействия на окружающую среду ( $K_{воз}$ ), который определяется согласно [101].

$$K_{воз} = M_{пдз} / M_{отх,2}^a, \quad (4.4)$$

где  $M_{пдз}$  – масса нормированного предела допустимого значения отводимых в окружающую среду загрязнений.

Коэффициент воздействия на окружающую среду характеризует суммарную эффективность действия всех очистных систем по отношению ко всем природным средам. Так как в швейно – трикотажном производстве в основном загрязняется атмосферный воздух, то коэффициент воздействия на окружающую среду можно принимать равным коэффициенту улавливания пылеуловительных аппаратов и устройств. Если сорные примеси и пыль выбрасываются в атмосферу, то  $M_{пдз}$  равна ПДВ.

Коэффициент использования отходов в целом для трикотажного производства с технологическим процессом переработки отходов рассчитывается:

$$\eta_{осн} = M_{г,п}^{от} / M_{отх}^{вт} + M'_{отх}. \quad (4.5)$$

Для оценки эффективности работы швейно-трикотажного производства вводятся следующие коэффициенты [102]:

$$K_{п.м.} = N_{ф} / N_{п}; \quad K_{с.м.} = M_{г.п.} + M_{г.п.}^{от} / M_{о.м.} + M_{в.м.} + M_{отх}^{вн}, \quad (4.6)$$

где:  $K_{п.м.}$  – коэффициент использования производственных мощностей;  
 $K_{с.м.}$  – коэффициент использования сырьевых материалов;  
 $N_{ф}$ ,  $N_{п}$  – соответственно, фактическая и проектная мощность производственного цикла в целом.

С учетом формул 4.3-4.6 можно получить формулу 4.7 для оценки экологической целесообразности швейно-трикотажного производства с технологическим процессом переработки отходов:

$$K = K_{п.м.} \cdot K_{с.м.} \cdot K_{воз} \cdot K', \quad (4.7)$$

где:  $K' = M_{отх}^y / M_{отх}^{вн}$  – коэффициент показывающий эффективность работы очистных сооружений;

$M_{отх}^y$  – масса уловленных вредных веществ;

$M_{отх}^{вн}$  – масса внешних отходов поступающих на переработку.

Теперь проанализируем выражение (4.7). При функционировании швейно-трикотажного производства на номинальной (проектной) мощности коэффициент  $K_{п.м.}$  будет равным единице, т.е.  $\lim K_{п.м.} \rightarrow 1$ . Если сырьевые материалы используются полностью, что практически не возможно, то  $K_{с.м.}$  будет равным единице, т.е.  $\lim K_{с.м.} \rightarrow 1$ . Если масса отходов отведенных в окружающую среду не будет превышать массы нормированного предела допустимого значения загрязнений, то коэффициент  $K_{воз}$  не будет превышать единицы, т.е.  $\lim K_{воз} \rightarrow 1$ . А если очистные сооружения полностью улавливают отводимые в окружающую среду загрязнения, то  $K'$  будет равен единице, т.е. будет происходить полная очистка выбросов, сбросов и утилизации отходов. Отсюда следует, что коэффициент, характеризующий экологическую целесообразность технологии использования отходов швейно-трикотажного производства, в идеальном случае будет равен единице, а когда коэффициент стремится к нулю, то производство необходимо останавливать. Физический смысл значения коэффициента  $K$  заключается в выражении удельного уровня рационального использования природных ресурсов.

Анализ работы современных швейно-трикотажных производств показывает, что производство экологически эффективно работает при значениях коэффициента  $K > 0,75$ , а при значениях  $K < 0,4$  производство в экологическом и технологическом плане является не эффективным [103].

Исходные данные для оценки экологической целесообразности разработанной технологии использования отходов швейно-трикотажного производства представлены в таблице 4.1, а результаты расчета в таблице 4.2.

Как следует из таблицы 4.2 при использовании разработанной технологии в швейно-трикотажном производстве коэффициенты, характеризующие

технико-экологические уровни функционирования производства, в два раза выше, чем при существующей технологии.

Таблица 4.1 – Данные для оценки экологической целесообразности разработанной технологии использования отходов швейно-трикотажного производства

Показатели	Единицы измерения	Значения	
		сущест.	разраб.
Объем выпускаемой продукции:			
- по проекту $M_n$	шт/час	90	90
- по факту $M_\phi$	шт/час	83	83
Расходы основного сырья	кг/на ед. изд.	0,67	0,67
Мо.м-масса основного материала;	тонн /год	2271,7	2271,7
Мв.м – масса вспомогательного материала;	тонн /год	1544	1544
Мг.п - масса готовой продукции;	тонн /год	2912,9	2912,9
Мотх – масса основных отходов Общей	тонн /год	903	458
объем отходов:	т/час	0,43	0,43
- использованный объем отходов - сорные	т/час	0,132	0,179
примеси и пыль	т/час	0,133	0,133
- неиспользованный объем отходов	т/час	0,075	0,025
Суммарная масса отходов, отводимых в окружающую среду	т/час	0,152	0,100

Таблица 4.2 – Расчет оценки экологической целесообразности разработанных методов и устройств использования отходов швейно-трикотажного производства

Показатели	Значения	
	сущест.	разраб.
Коэффициент использования производственной мощности, $K_{п.п}$	0,97	0,97
Коэффициент использования сырьевых материалов, $K_{с.м}$	0,68	0,85
Коэффициент, воздействия на окружающую среду $K_{воз}$	0,14	0,184
Коэффициент использования отходов, $\eta_{осн}$	0,38	0,53
Коэффициент эффективности работы швейно-трикотажного производства	0,56	0,88
Коэффициент, экологической целесообразности швейно-трикотажного производства с технологическим процессом переработки отходов $K$	0,45	0,82

## 4.2 Оценка экономической целесообразности разработанной технологии использования отходов швейно-трикотажного производства

Эколого-экономическая оценка внедрения разработанных методов и устройств использования отходов швейно-трикотажного производства согласно [104, 105, 106] складывается от экономического эффекта внедрения новой технологии и эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий.

Годовой экономический эффект от внедрения методов и устройств использования отходов швейно-трикотажного производства определяется по [107-109]:

$$\mathcal{E} = \left[ (C_1 + E_H \cdot K_1) - (C_2 + E_H \cdot K_2) \right] A_2, \quad (4.8)$$

где:  $C_1, C_2$  – соответственно себестоимости единицы пряжи по традиционной технологии и после внедрения разработки;

$E_k$  – нормативный коэффициент сравнительной эффективности накопительных затрат по традиционной технологии и после внедрения разработки;

$A_2$  – годовой объем производимой пряжи с использованием отходов.

Предварительные расчеты показали, что затраты на изготовление устройств по переработке отходов швейно-трикотажного производства (ропуск деталей, пропаривание и сушка повторно-используемой пряжи) по сравнению с затратами основного технологического процесса очень незначительны (примерно составляет 0,17%). Поэтому удельные капитальные затраты до и после внедрения разработки можно принять равными. При этом себестоимость единицы изделия сократилась примерно на 8%.

Тогда выражение (4.8) примет вид:

$$\mathcal{E} = 0,08C_1 \cdot A_2 \text{ тыс. тг. в год,} \quad (4.9)$$

Абсолютное значение экономической эффективности природоохранных мероприятий согласно [105, с.45; 107, с.89] рассчитываются как разница ущерба окружающей среде швейно-трикотажным производством до и после внедрения разработанных методов и устройств по переработке отходов, то есть:

$$\mathcal{E}_\circ = Y_1 - Y_2 \text{ тыс. тг. в год,} \quad (4.10)$$

где  $Y_1$  и  $Y_2$  – ущерб окружающей среде до и после внедрения разработки.

В результате анализа выбросов, сбросов и отходов швейно-трикотажного производства выявлено, что ущерб окружающей среде в основном наносится отходами, вывозимыми в полигон [106, с.142; 110]. Тогда ущерб, наносимый

окружающей среде отходами, рассчитывается [107,с.95] по следующей формуле:

$$Y = F \cdot K_э \cdot K_з \cdot C \text{ тыс. тг. в год,} \quad (4.11)$$

где:  $F$  – площадь, занимаемая отходами;

$K_э$  – коэффициент экологической ценности земли, отведенная к полигону;

$K_з$  – коэффициент загрязнения;

$C$  – стоимостная оценка экологической ценности одного гектара эталонной экосистемы при  $K_э=1,0$ .

По данным [102, 112] коэффициент загрязнения окружающей среды при захоронении отходов в полигонах принимается равным 0,06. экологическая ценность одного гектара земли, согласно договору между Республикой казахстан и Российской Федерацией по использованию космодрома «Байконур» составляет 360 долл./га.

Окончательный ущерб, наносимый окружающей среде отходами, рассчитывается по формуле:

$$Y = 0,06 \cdot 360 \cdot 148 \cdot F \cdot C = 3196,8 \cdot F \cdot C \text{ тыс. тг. в год,} \quad (4.12)$$

или

$$Y = 3,2 \cdot F \cdot C \text{ тыс. тг. в год.}$$

Если учесть, что в результате использования отходов занимаемая площадь Костанайской прядильно-трикотажной фабрикой на полигоне твердых бытовых отходов уменьшилась  $\Delta F = 0,567$  га, а стоимость экологической ценности одного гектара  $C=360,0$  долл/га, то экономическая эффективность природных мероприятий составит [113]:

$$Y=3.2 \cdot 360 \cdot 0,567=654$$

Эколого-экономическая эффективность, рассчитанная через экологический ущерб причиненной ОС при внедрении разработанной технологии составил 654 тенге.

Для относительно эколого-экономической оценки внедренной разработки вводится следующий коэффициент [114]:

$$R = K \cdot Z_{пр} , \quad (4.13)$$

где:  $K$  – технико-экологический коэффициент эффективности;

$Z_{пр}$  – приведенные затраты на производство единицы изделия.



На КПТ фабрике приведенные затраты на производство единицы изделия составляют 0,087 тг ед. пр. Тогда коэффициент, характеризующий эколого-экологический уровень функционирования производства  $R$  до внедрения методов и устройств по переработке отходов швейно-трикотажного производства составил 0,039, а эколого-экономическая оценка внедренной разработки 0,071.

Как следует из расчетов. при использовании разработанных методов и устройств для переработки отходов коэффициент  $R$ , характеризующий эколого-экономический уровень функционирования производства, в два раза выше, чем при существующей технологии.

### 4.3 Количественные и качественные показатели использования отходов швейно-трикотажного производства

Технологические отходы текстильной промышленности и вторичные материальные ресурсы составляют 25% всего перерабатываемого в мире текстильного сырья. Это огромные резервы, которые можно использовать для производства текстильных изделий. Однако эти отходы используются лишь на 10%, остальная часть сжигается и выбрасывается как мусор [2]. Основными группами отходов, образующихся при изготовлении трикотажного полотна и изделий, являются отходы: перемотки и вязания; чулочные; закройно-швейные; угары общие.

Ассортимент изделий на Костанайской прядильно-трикотажной фабрике с использованием отходов производства весьма разнообразен. В основном перерабатываются в нетканые материалы различного назначения или в более простую по технологии изготовления продукцию в виде пакли, ваты мебельной и технической, обтирочных концов и т.д.

Костанайской прядильно-трикотажной фабрикой в течение года вырабатывается около 903 т отходов только в закройно-швейном производстве.

Таблица 4.3 – Отходы и угары КПТФ и их использование, кг

Наименование предприятия	Закройно-швейные	Перемотки и вязания	Угары общие	Чулочные	Всего использовано на предприятии	
					кг	%
КПТФ	903000	113595	57400,0	180643	739604	75

Из таблицы 4.3 видно, что из общего количества отходов – 75% перерабатывается в собственном производстве, 515034кг отходов – вывезено на свалку, это угары растительного происхождения, представляющие собой подметь ч/ш пряжи и пряжи смешанной (шерсть с другими волокнами), пух ворсовальный из х/б, смешанных и шерстяных волокон, обтирочный материал из лоскута разных размеров (грязный, масляный). Характеристика и размещение отходов КПТФ описаны в таблице 4.4.

В первом разделе работы подробно рассмотрены источники и объемы образования отходов и выбросы вредных веществ в атмосферу швейно-трикотажного производства и их экологические характеристики. Как показал анализ в цехах по переработке отходов в нетканые материалы концентрация выбросов шерстяной примеси и пыли в рабочей зоне в десятки раз превышают ПДК максимально-разовую, использование отходов составляет 25%. Поэтому отходы представляют значительные материальные ресурсы.

Система управления обращением с отходами на швейно-трикотажном производстве практически не реализованы. Согласно ИСО 14000-96 система управления отходами предлагает внедрение системы измерений и проверок, также информированность и обучение работников по вопросам инженерной экологии. Для оценки состояния работ в сфере образования, утилизации регенерации отходов предлагается использовать количественные (абсолютные и косвенные) и качественные (относительные и интегральные) показатели [115, с. 75].

Таблица 4.4 – Характеристика, образования и размещения отходов КППФ

Наименование отходов	Класс опасности	Измерения	План 2009 г.			Отчет 2008 г.	
			образование собственное	сдача на утилизацию	удаление на гор. полигон	сдано на утилизацию	удалено на гор. полигон
Твердые и бытовые отходы							
всего, в т.ч.:	5	т	500	-	500	450	ПО
- смет (листья и ветки)	5	т	70	-	70	-	50
- прочие	5	т	430	-	430	-	210
Промышленные отходы							
всего, в т.ч.:	5	т	500	90	500	-	340
- прочие	4	т	390	90	390	-	340
Ртутьсодержащие приборы							
и изделия всего, в т.ч.:	4	т	-	-	-	-	-
- лампы ртутные типа ДРЛ	1	шт.	1000	100	-	-	-

Согласно [116, с. 46] абсолютными показателями обращения с отходами являются: количество образующихся отходов, перерабатываемых отходов на производственных предприятиях, передаваемых на другие предприятия, масса отходов размещаемых на самом предприятии и на полигонах. Косвенными показателями являются затраты на компенсацию, вреда и возмещение ущерба от нарушений экологических требований, обращения с отходами и затраты на мероприятия по защите окружающей среды.

Качественными показателями являются изменения показателей работы с отходами на единицу готовой продукции, с отходами текущего года по сравнению с показателями прошлого года, а также показатель замкнутости (обращаемости).

Показатель замкнутости использования отходов по [116, с. 47; 117]:

$$B_i = \frac{V_i - V_i'}{V_i}, \quad (4.14)$$

где  $V_i, V_i'$  – количество сырья  $i$ -го вида (класса), соответственно используемого для изготовления продукции.

Предложено для повторного использования отходов использовать методы и устройства для переработки швейно-трикотажных отходов.

Тогда формула (4.19) будет иметь вид:

$$B_i = \frac{V_i - V_i'}{V_i} + \frac{V_i' - V_i''}{V_i}, \quad (4.15)$$

где  $V_i''$  – количество сырья  $i$ -го вида, идущего в неиспользуемый отход.

Здесь второе слагаемое уравнения (4.19) показывает долю повторно-используемого сырья (возвращенного сырья из состава отходов).

По уравнению (4.19) был рассчитан качественный показатель обращения с отходами на примере КПТФ. Результаты расчета сведены в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Качественные показатели обращения с отходами, %

Наименование технологии	Коэффициент замкнутости $B$			Разница
	первичный	после повторного использования	обобщенный	
Существующая технология	75,0	-	75,0	15
Разработанная технология	75,0	15	90,0	

Как следует из таблицы 4.5 показатель замкнутости при внедрении разработанной технологии на 15% выше, чем в существующем режиме работы Костанайской прядильно-трикотажной фабрики.

### **Выводы по четвертому разделу**

1. Дана оценка экологической целесообразности технологии использования отходов швейно-трикотажного производства. Для этого процессы переработки отходов швейно-трикотажного производства, а именно операций измельчения (резки) и разволокнения отходов рассматривались с позиции единого технологического цикла, то есть с позиции технико-экологической и эколого-экономической. Анализ работы современных швейно-трикотажных производств показал, что производство экологически эффективно работает при значениях коэффициента  $K > 0,75$ , а при значениях  $K < 0,4$  производство в экологическом и технологическом плане является не эффективным. Результаты расчетов показали, что при использовании разработанных методов и устройств в швейно-трикотажном производстве коэффициенты, характеризующие технико-экологические уровни функционирования производства, в два раза выше, чем при существующей технологии.

2. Дана оценка экономической целесообразности разработанной технологии использования отходов швейно-трикотажного производства.

Для расчета эколого-экономической оценки внедренной разработки используется коэффициент  $R = K \cdot Z_{пр}$ . Физический смысл коэффициента  $K$  заключается в выражении удельной доли рациональных затрат предприятия на выпуск единицы продукции. Приведенные затраты на производство единицы пряжи рассчитаны как отношение затрат после внедрения разработки к затратам до внедрения. На КПТ фабрике приведенные затраты на производство единицы изделия составляют 0,087 тг ед. пр. Тогда коэффициент, характеризующий эколого-экологический уровень функционирования производства  $R$  до внедрения методов и устройств по переработке отходов швейно-трикотажного производства составил 0,039, а эколого - экономическая оценка внедренной разработки 0,071. Эколого-экономическая эффективность, рассчитанная через экологический ущерб причиненной ОС при внедрении разработанной технологии, составила 654 тенге.

3. Рассчитаны количественные и качественные показатели использования отходов швейно-трикотажного производства. В разделе рассчитан качественный показатель обращения с отходами на примере Костанайской прядильно-трикотажной фабрики.

При существующем режиме работы КТФ образуются до 25% отходов, а возврат на производство из закрыто-швейных отходов и отходов перемотки и вязания осуществляется частично. В результате внедрения разработанной технологии показатель замкнутости использования отходов по сравнению с существующим режимом работы производства возрос на 15%.

## 5. Программа развития производства по выпуску устройств по переработке отходов швейно-трикотажного производства

### 5.1 Маркетинговые исследования рынка потребителей устройств по переработке отходов швейно-трикотажного производства

В рамках исследований проведены маркетинговые исследования рынка возможных производителей и потребителей устройств по переработке отходов швейно-трикотажного производства [119].

Результаты маркетинговых исследований сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты маркетинговых исследований

Название	Назначение	Место нахождения
1	2	3
АО Востокмашзавод	Осуществляет производство машиностроительной продукции, изготовление литейной продукции, буровых инструментов, вакуумного оборудования, обогатительного оборудования	Усть-Каменогорск, РК
Завод горного оборудования	Производство нестандартизированного оборудования, металлоконструкций, металлоизделий и запасных частей для разных отраслей	Степногорск, РК
Павлодарский машиностроительный завод	Выпуск мостовых одно и двухбалочных кранов различного назначения, козловых кранов г/п до 50 тонн (включительно); запасных частей к кранам; грейферов; металлоконструкций различного назначения, в т.ч. строительных	Павлодар, РК
ОАО «Завод «Легмаш»	ОАО «Завод «Легмаш» специализируется на производстве металлоконструкций строительных сборных, конструкций и частей к ним различной области применения, конфигурации и размера: колонны, балки, панели и другие изделия для каркасных сооружений; лестницы, ограждения, площадки и другие конструкции, применяемые в процессе обслуживания зданий и сооружений; сплошные конструкции из листового металла для устройства сооружений с большими пролетами и перекрытий зданий; нестандартные металлические конструкции, изготавливаемые на заказ.	Оршанск, РФ

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3
ОАО «Подольский Механический Завод»	ОАО «Подольский Механический Завод» предоставляет широкий спектр услуг в области металлообработки. Специализируемся на изготовлении деталей по чертежам Заказчика. Производим токарные, фрезерные операции в 3-х, 4-х и 5-ти плоскостях, шлифовальные, расточные, зубообрабатывающие и сверлильные работы на современных станках и станках с ЧПУ. Предлагаем широкий комплекс услуг: резка и гибка металла, гальваника, азотация, термообработка, полировальные, слесарные и сварочные работы, изготовление штампов и пресс-форм, работаем с листовым металлом. Осуществляем сборочные и монтажные работы готовой металлопродукции.	Подольск, РФ
ЗАО «Завод Труд»	ЗАО «Завод Труд» имеет в своем распоряжении оборудование с ЧПУ, оборудование для холодной штамповки, гибочные станки, фрезерный обрабатывающий центр, электроэрозионные станки, гальванический цех.	Нижний Новгород, РФ

В результате маркетинга и анализа выявлены машиностроительные предприятия Казахстана и России, способные выпускать разработанное устройство по переработке отходов швейно-трикотажного производства, состоящее из машины для влажно-тепловой обработки, рамы для фиксации трикотажного полотна, картера с маслом. Проведенные исследования выявили возможность использования имеющихся производственных площадей и кадрового состава механического комплекса. В ходе исследований были выбраны несколько машиностроительных предприятий, на которых можно наладить выпуск устройства по переработке отходов швейно-трикотажного производства.

## **5.2 Экономическое обоснование выпуска устройства по переработке отходов швейно-трикотажного производства**

Настоящий бизнес-план посвящен экономическому обоснованию целесообразности инвестирования в проект по выпуску устройств по переработке отходов швейно-трикотажного производства.

Целью исследований являлось создание технологических условий формирования и устойчивого развития отечественной швейно-трикотажной

отрасли и повышение прибыльности предприятий путем создания вспомогательного оборудования для переработки отходов швейно-трикотажного производства. Для организации стабильного производства необходимы вложения в проект (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Структура инвестиций проекта

Наименование инвестиций	Стоимость, тыс.тенге	Стоимость, тыс.USD	Удельный вес, %
Монтажные работы	135,6	0,405	32,54
Машины и оборудование	148,6	0,439	35,66
Оборотный капитал	132,47	0,391	31,8
итого:	416,67	1,235	100,00

В статье Монтажные работы предполагается установка оборудования, необходимого для изготовления машин. Для нужд производства будут арендованы производственные и складские помещения, в которых предполагается установка необходимого оборудования. Производственная и коммунальная структура будет подключена.

Настоящий бизнес-план посвящен экономическому обоснованию целесообразности инвестирования в проект создания устройства для роспуска и переработки.

В бизнес-плане собрана вся необходимая информация для проведения инвестиционных расчетов, в том числе основные статьи доходов, затрат и капитальных вложений, которые потребуются совершить при реализации проекта. Также представлено описание основных характеристик рынка, включая динамику объема спроса и предложения, а также ценовых показателей. На основе этих показателей сделан прогноз дальнейшего развития рынка в период реализации проекта [30].

С помощью предложенного бизнес-плана потенциальные инвесторы смогут оценить эффективность вложений средств в данный проект, выбрать наиболее эффективную схему финансирования проекта.

Основными источниками данных для проведения расчетов с целью экономического обоснования эффективности проекта стали:

1. «Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов и их отбору для финансирования», методика ЮНИДО (Комитет по промышленному развитию при ООН), модифицированная с учетом специфики проекта.

2. Информация из открытых источников СМИ и Интернета;

3. Результаты проведенных исследований рынка Казахстана;

4. Статистические данные Агентства РК по статистике, аналитические обзоры и пресс-релизы.

При проведении расчетов с целью оценки эффективности инвестиций применялся метод дисконтированных денежных потоков (FCF).

Концепция проекта – данный проект реализуется «с нуля»; местоположение – г. Рудный, удобное местоположение (близость к транспортной инфраструктуре – автомобильной и железнодорожной). Вид продукции – устройство для роспуска и обработки повторно используемой пряжи.

Приобретение оборудования по участкам:

участок сварки (полуавтомат ТС – 1 шт.);

участок сборки (подъемник – 1 шт; лебедка – 1 шт.);

участок покраски и контроля (покрасочный аппарат – 1 шт.);

Согласно Программе производства максимальная годовая выработка по данному проекту составляет 12 единиц оборудования. Этот объем продукции составляет плановый объем выпуска (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – План реализации и доходов предприятия

План реализации	2018	2019	2020	2021
Номинальный годовой объем выработки продукции в год, %	100%	100%	125%	150%
Цена реализации единицы продукции, тыс. тенге	1100	1100	1100	1100
Объем реализации, шт. в год	5	8	10	12
Доходы от продаж, тыс. тенге	5500	8800	11000	13200

Согласно маркетинговому плану описан рынок продукции (услуг).

Для определения возможностей и рисков активного продвижения продукции на рынке проведен SWOT-анализ, результаты которого представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – SWOT-анализ

Сильные стороны	Количественная оценка	Слабые стороны	Количественная оценка
1	2	3	4
выработана стратегия конкурентной борьбы	5	несбалансированные производственные мощности	3
гибкий подход к потребностям предприятий швейно-трикотажного производства	5	неразвитая система управления	1
наличие современной технологии производства	5	слабая кадровая политика	2
Угрозы		Возможности	



Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4
ужесточение требований по лицензированию деятельности	1	эффективное использование прогрессивных производственных технологий	5
существенная зависимость финансового состояния от внешних факторов	2	совершенствование качества производимых услуг	4
вход на рынок более крупных компаний	2	увеличение номенклатуры и объема товарной продукции, услуг	5
		расширение деятельности	5
		упрощение налогового режима для ТОО	5
		финансовая поддержка индивидуального предпринимательства и юридических лиц в рамках государственной программы поддержки моногородов	5

Принцип ценообразования основывается на снижении издержек как постоянных, так и переменных.

Предприятие использует затратный метод ценообразования, но, кроме того, ориентируется на ситуацию на рынке, учитывая цены конкурентов.

Согласно исследованиям, цены на импортное оборудование будут выглядеть следующим образом. Представленные цены получены в результате исследования рынка комплектующих и запасных частей. Контрактные цены будут окончательно установлены после обсуждения с индивидуальными производителями в каждом отдельном случае. Стоимость интеллектуальной собственности учтена в ценах устройств.

В качестве рекламных средств будут использованы: периодические местные печатные издания; радио; наружная реклама (указатели, стенды).

Предлагаемый дифференцированный подход является оптимальным, поскольку в случае каких-либо изменений на рынке, компания может более оперативно реагировать на них.

Также для большей эффективности рекламы и укрепления имиджа компании планируется иметь:

- четкое определение и полное выполнение обязательств;
- постоянное присутствие на рынке;
- работа с потенциальными клиентами;
- напоминание о себе;
- удобная и развитая инфраструктура;
- присутствие рекламных щитов, вывесок, знаков, указателей.
- участие в выставках, презентациях.

Разработанная стратегия маркетинга позволит предприятию достичь выполнения поставленных маркетинговых целей и закрепить свое положение на рынке.

Для реализации проекта необходимо помещение площадью от 60м<sup>2</sup>. В рамках проекта планируется аренда помещения площадью 95 м<sup>2</sup>.

Производственное помещение, соответствует требованиям «Санитарно-эпидемиологические требования к объектам коммунального назначения» Утверждены Постановлением Правительства Республики Казахстан от 17 января 2012 года № 94: обеспечено подведение коммуникаций горячего и холодного водоснабжения, канализации, освещения, вентиляции, отопления. Выделенные электрические мощности соответствуют заданным значениям.

Приобретение и наладка оборудования запланирована на 1 квартал 2018 года.

Требования к помещению цеха сборки и изготовления.

Арендуемое помещение разделено на следующие участки: складское помещение, участок сварки, участок сборки, электроучасток, участок покраски и контроля, административно-бытовые помещения (туалет, раздевалки, комната для приема пищи).

В помещение должны быть следующие инженерные коммуникации: электроэнергия - напряжение 220 Вт, мощность 10-15 кВт; водоснабжение (холодное и горячее); канализация; отопление; вентиляция - приточно-вытяжная с кратностью обмена 10-15; освещение осветительные приборы полугерметичного исполнения; освещенность до 750 люкс.

При реализации проекта важным моментом является приобретение хорошего оборудования, так как от этого зависит качество собранного устройства по переработке вторичного сырья. В таблице 5.5 указана программа приобретения оборудования.

Таблица 5.5 – Программа приобретения оборудования

Наименование	Цена, тенге	Кол-во, шт	Сумма, тенге
1	2	3	4
Участок сварки			
Полуавтомат ТС	324943,852	1	324943,852
Участок сборки			

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4
Подъемник	942263,653	1	942263,653
Лебедка	615702,434	1	615702,434
ИТОГО	1882910		450 840

Приобретение оборудования запланировано на 1 квартал 2018 года.

Производственная структура предприятия имеет следующий вид, представленный ниже (рисунок 5.1).

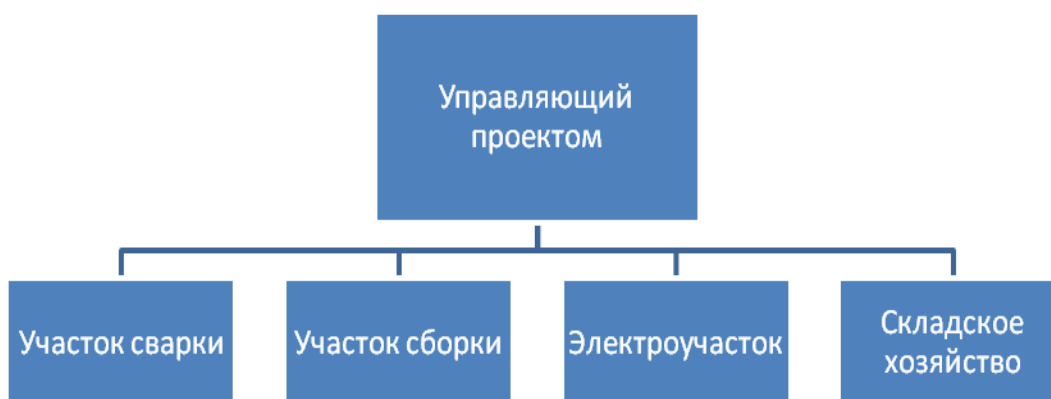


Рисунок 5.1 – Производственная структура

Приведенную структуру управления персоналом можно отнести к линейной (таблица 5.6). Она позволяет директору оперативно управлять работой предприятия и находиться в курсе событий.

Таблица 5.6 – Штатное расписание предприятия

Должность	Количество, чел.	Оклад, тенге	Часовая тарифная ставка, тенге
Управляющий проектом	1	50000	-
Мастер участка сварки	1	34495	-
Кладовщик	1	34495	-
Сварщик	1	-	420
Сборщик	1	-	403
Электрик	1	-	450
Покрасчик	1	-	360
Контролер	1	-	410
Итого	8	118990	-

С каждым работником заключаются индивидуальный трудовой договор, в котором устанавливаются их права и обязанности, расписаны внутренний распорядок рабочего дня и оснащение рабочего места.

Общий штат сотрудников будет составлять 8 человек (рисунок 5.2).

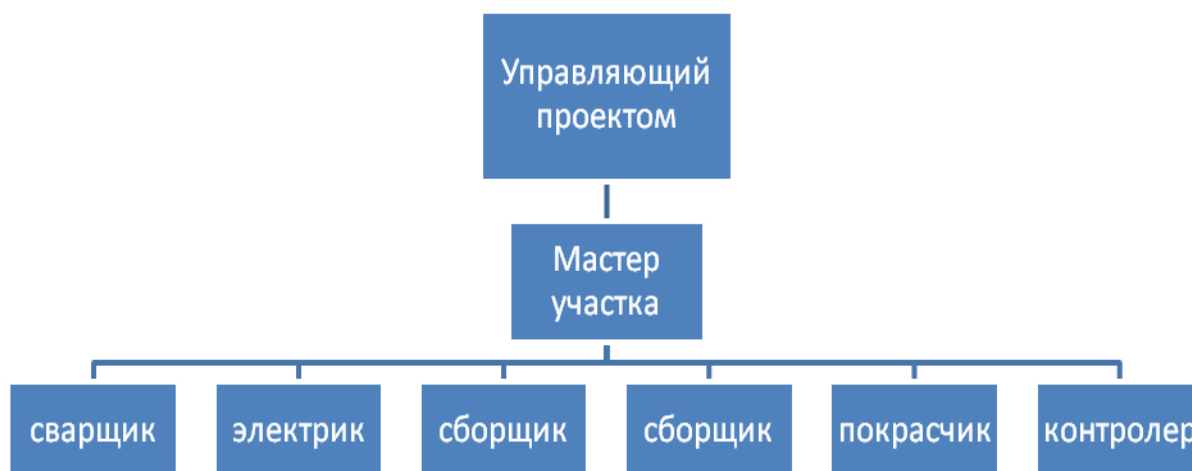


Рисунок 5.2 – Организационная структура

Предпочтение при наборе персонала будет отдаваться квалифицированным специалистам с опытом работы в данной сфере, как минимум 1 год.

Прединвестиционная стадия инвестиционного проекта – до 1 квартала 1 года. Прединвестиционная стадия включает следующие виды деятельности: исследование рынков сбыта товаров, продукции, работ, услуг (далее – продукция) и их сегментов, сырьевых зон, балансов производства и потребления, определения возможных клиентов, создание клиентской базы; подготовку исходных данных, необходимых для выполнения финансово-экономических расчетов инвестиционного проекта; определение схемы и источников финансирования инвестиционного проекта; поиск инвесторов.

На прединвестиционной стадии принимается окончательное решение (заказчиком, инвестором и иными заинтересованными лицами) о целесообразности реализации инвестиционного проекта и разработке бизнес-плана.

Производятся изыскательные работы и подготовка проектно-сметной документации, заключение договоров поставки оборудования и реализации продукции.

Инвестиционная стадия инвестиционного проекта: закупка и транспортировка оборудования, строительно-монтажные работы, монтаж оборудования, пусконаладочные работы и запуск производства в эксплуатацию (планируется осуществить с января 1 года по июнь 1 года включительно).

Календарный график реализации инвестиционного проекта представлен ниже (таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Календарный план реализации проекта

Мероприятия / Месяц	Объем инвестиций (тыс. тенге)	2018			
		1	2	3	4
Преинвестиционная стадия инвестиционного проекта					
Аренда помещения	790	√			
Закупка, транспортировка, монтаж оборудования, пусконаладочные работы	416,67	√			
Дислокация, набор и обучение персонала			√		
Закуп оборотных фондов	234,28			√	
Выход на проектную мощность					√
Всего	1440,95				

Производственные расходы представлены в таблицах 5.8-5.14.

Таблица 5.8 – Эксплуатационные расходы, тенге

Текущие затраты в тенге	2018	2019	2020	2021	Итого
Расходы на материалы и комплектующие	4033331,1	8371919,8	9074752,4	9543307,44	31023310,7
Зарплата основного производственного персонала	2969289,6	5938579,2	5938579,2	5938579,2	20785027,3
Социальный налог и социальные отчисления	326621,9	653243,7	653243,7	653243,7	2286353
Медицинские отчисления	29692,9	59385,8	59385,8	59385,8	207850,3
Аренда	790000	790000	790000	790000	3160000
Электроэнергия	165 721	165 721	165 721	165 721	662 885
Амортизация	282436,5	282436,5	282436,5	282436,5	1129745,9
Текущий ремонт оборудования	25291,4	101165,5	101165,5	101165,5	328 788
Административные расходы	1037167,9	123706,9	1282426	1327782,7	3 771 084
Итого	9659552,3	16486158,4	18347710,1	18861621,8 4	63355042,6 4

Таблица 5.9 – Расшифровка расходов на материалы и комплектующие

Расходы на материалы и комплектующие	Сумма за расчетный год	2018	2019	2020	2021
Программа выпуска		5	8	10	12
Электродвигатель	12560	62800	100480	125600	150720
Вентилятор	11700	58500	93600	117000	140400
Нагревательный элемент	7720	38600	61760	77200	92640
Рама для навешивания детали	1830	9150	14640	18300	21960
Картер	500	2500	4000	5000	6000
Стол	9857,5	49287,5	78860	98575	118290
Бобины	2688	13440	21504	26880	32256
Итого	46855,5	234277,5	1171387,7	1874220,3	2342775,3

Таблица 5.10 – Расшифровка к заработной плате предприятия

Зарплата основного производственного персонала	Сумма за расчетный год	2018	2019	2020	2021
Программа выпуска		5	8	10	12
Управляющий проектом	1 698 600,00	849300	1 698 600,00	1 698 600,00	1 698 600,00
Мастер участка сварки	413 940,00	206970	413 940,00	413 940,00	413 940,00
Кладовщик	1 270 524,30	635262,2	1 270 524,30	1 270 524,30	1 270 524,30
Сварщик	511 141,80	255570,9	511 141,80	511 141,80	511 141,80
Сборщик	511 082,52	255541,3	511 082,52	511 082,52	511 082,52
Электрик	511 082,52	255541,3	511 082,52	511 082,52	511 082,52
Покрасчик	511 082,52	255541,3	511 082,52	511 082,52	511 082,52
Контролер	511 082,52	255541,3	511 082,52	511 082,52	511 082,52
Итого	5938579,2	2969290	5938579,2	5938579,2	5938579,2

Таблица 5.11 – Расчет годового фонда заработной платы предприятия

Наименование оборудования	Численность, чел.			Тарифная ставка, тенге/час	Оклад, тенге	Эффективный фонд	Прямая зарплата, тенге/год·чел.	Основная зарплата, тенге/год*чел	Дополнительная зарплата, тенге/год·чел	Фонд оплаты труда, тенге/год*чел	Общий фонд оплаты труда, тенге/год
	явочная, Няв	Коэффициент списочного состава, ксс	списочная, Нсп								
Управляющий проектом	1	1,14	1		50000	221	1 440 000,00	1 440 000,00	50 000,00	1 490 000,00	1 698 600,00
Мастер участка	1	1,14	1		34495	221	1 200 000,00	1 200 000,00	34 495,00	14 400 000,00	413 940,00
Кладовщик	1	1,14	1		34495	221	1 080 000,00	1 080 000,00	34 495,00	1 114 495,00	1 270 524,30
Сварщик	1	1,14	1	420		221	413 880,00	413 880,00	34 490,00	448 370,00	511 141,80
Сборщик	1	1,14	1	403		221	413 832,00	413 832,00	34 486,00	448 318,00	511 082,52
Электрик	1	1,14	1	450		221	413 832,00	413 832,00	34 486,00	448 318,00	511 082,52
Покрасчик	1	1,14	1	360		221	413 832,00	413 832,00	34 486,00	448 318,00	511 082,52
Контролер	1	1,14	1	410		221	413 832,00	413 832,00	34 486,00	448 318,00	511 082,52
Итого					118990	1768	5789208	5789208	291424	19246137	5938579,2

Таблица 5.12 – Расчет затрат на электроэнергию

Наименование оборудования	Количество оборудования	Суммарная установленная мощность, кВт	Число часов использования, час	Потребленная электроэнергия, кВт час	Цена электроэнергии, тенге	Стоимость электроэнергии, тенге
Полуавтомат ТС	1	2,5	1768	4124,7	15	61870
Подъемник	1	2,7	1768	4787,7	15	71815
Лебедка	1	1,5	1768	2652	15	32035
Итого	3	6,7	5304	11564	45	165720

Таблица 5.13 – Расшифровка затрат на электроэнергию

Электроэнергия	Сумма за расчетный год	2018	2019	2020	2021
Программа выпуска		5	8	10	12
Полуавтомат ТС	61870	61870	61870	61870	61870
Подъемник	71815	71815	71815	71815	71815
Лебедка	32035	32035	32035	32035	32035
Итого	165720	165720	165720	165720	165720

Таблица 5.14 – Расчет амортизации

Наименование объектов	Стоимость, тенге	Норма амортизации	Амортизационные отчисления
Полуавтомат ТС	324943,852	15	48742
Подъемник	942263,653	15	141340
Лебедка	615702,434	15	92355
ИТОГО	1882910	45	282436

В настоящем бизнес-плане анализируются финансовые результаты хозяйственной деятельности за 4 года при использовании привлекаемых заемных средств в сумме 416670 тенге. Единицей расчета инвестиционного анализа принята казахстанская валюта – KZT (казахстанский тенге).

Инвестиционный анализ проводился на компьютере, и является профессиональным программным продуктом, поэтому результаты расчетов представляет собой совокупность согласованных друг с другом таблиц, отражающих различные финансовые и экономические характеристики проекта, являясь финансово-экономической моделью данного инвестиционного проекта. В разделе приводятся таблицы финансового моделирования проекта с комментариями и пояснениями к ним.



Проект рассчитывался исходя из следующих условий:

- 1) сумма инвестиционных вложений - 416670 тенге;
- 2) расчетный срок жизни проекта - 4 года.

В финансовом плане все расчеты проведены с учетом следующих предпосылок и допущений:

за основу расчетов по ставкам налогов и нормативов была взята нормы Налогового Кодекса;

в качестве интервала планирования принят проектный период - 4 года, представленный в поквартальной разбивке в первый год.

экономические и финансовые расчеты настоящего проекта произведены в постоянных ценах, сложившихся на момент составления настоящего бизнес-плана.

способ расчета предполагает пропорциональное увеличение затрат и доходов за счет инфляционных процессов.

При построении модели использовались «Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов и их отбору для финансирования», а также методика ЮНИДО (Комитет по промышленному развитию при ООН), модифицированная с учетом специфики проекта.

Финансовый план содержит три наиболее важных формы: отчет о прибылях и убытках; отчет о движении наличности; баланс предприятия.

Данные в отчете о прибылях и убытках представлены за 4 года (таблица 5.15). Он отражает операционную деятельность предприятия за определенный период времени, т.е. отражает покрытие производственных затрат доходами от реализации устройства для переработки отходов швейно-трикотажного производства и определяет объем полученной прибыли.

Таблица 5.15 – Отчет о прибылях и убытках, тыс тенге

Отчет о прибылях и убытках	2018	2019	2020	2021	Итого
1	2	3	4	5	6
Выручка (нетто)	5500000	8800000	11000000	13200000	38 500 000
Себестоимость оказанных услуг	4033331,1	8371919,8	9074752,4	9543307,44	31023310,7
материалы и комплектующие	234277,5	1171387,7	1874220,3	2342775,3	5622660,8
Оплата труда	2969289,6	5938579,2	5938579,2	5938579,2	20785027,3
налоги, относимые на текущие затраты	356314,8	712629,5	712629,5	712629,5	2494203,3
амортизация	282436,5	282436,5	282436,5	282436,5	1129745,9
Электроэнергия	165 721	165 721	165 721	165 721	662 885
Текущий ремонт оборудования	25291,4	101165,5	101165,5	101165,5	328 788
Валовая прибыль	1466668,8	428080,2	1925247,6	3656692,6	7 476 689
Административные расходы	1037167,9	123706,9	1282426	1327782,7	3 771 084
Прибыль (от продаж)	429500,9	304373,3	642821,6	2328909,9	3 705 606

Продолжение таблицы 5.15

1	2	3	4	5	6
Прибыль доналогообложения	429500,9	304373,3	642821,6	2328909,9	3 705 606
налогнаприбыль	85900,2	60874,7	128564,3	465781,9	741 121
Чистая прибыль (убыток)	343600,8	243498,7	514257,3	1863127,9	2 964 485
Нераспределенная прибыль	343600,8	243498,7	514257,3	1863127,9	2 964 485
тоже, нарастающим итогом	343600,8	587099,4	1101356,7	2964485	2 964 485

Отчет о движении наличности используется для определения текущего остатка денежных средств на расчетном счете предприятия и приведен в таблице 5.16. Этот остаток формируется за счет прихода денежных средств и расхода денежных средств (затрат на производство продукции и услуг, общих издержек предприятия, затрат на инвестиции, обслуживание и погашение займов, выплаты дивидендов, налоговых и др. выплат).

Таблица 5.16 – Отчет о движении денежных средств

Отчет о движении денежных средств	2018	2019	2020	2021
Остаток на начало года	0,0	-489,73	-246,23	268,02
Поступления от продаж	5500,0	8800,0	11 000,0	13200,0
Затраты на материалы и комплектующие	234,28	1171,39	1874,22	2342,78
Зарплата	2969,29	5938,58	5938,58	5938,58
Налоги	356,31	712,63	712,63	712,63
амортизация	282,44	282,44	282,44	282,44
Электроэнергия	165,72	165,72	165,72	165,72
Текущий ремонт оборудования	25,29	101,17	101,17	101,17
Административные расходы	1037,2	123,71	1282,4	1327,8
Налог на прибыль	85,9	60,87	128,56	465,78
Итого выплаты	5156,4	8559,5	10485,74	11336,87
Денежные потоки от операционной деятельности	343,6	243,5	514,26	1863,13
Инвестиции в оборудование и другие активы	-416,67			
Денежные потоки от инвестиционной деятельности	-416,67			
Денежные потоки от финансовой деятельности	-	-	-	-
Суммарный денежный поток за период	-489,73	243,5	514,26	1863,13
Денежные средства на конец периода	-489,73	-246,23	268,02	2131,15

В таблице 5.17 представлена эффективность инвестиций проекта.

Таблица 5.17 – Эффективность инвестиций

Эффективность инвестиций	ед.	2018	2019	2020	2021
Валюта расчетов	тенге				
Годовая ставка дисконтирования:	%	14%	14%	14%	14%
Денежные потоки от операционной деятельности	тенге	343,6	243,5	514,26	1863,13
Денежные потоки от инвестиционной деятельности	тенге	-416,67			
Чистый денежный поток	тенге	-73,07	243,5	514,26	1863,13
Дисконтированный чистый денежный поток	тенге	-64,1	187,4	347,1	1103,12
Дисконтированный поток нарастающим итогом	тенге	-64,1	123,3	470,4	1573,52
Простой срок окупаемости	лет				
Чистая приведенная стоимость (NPV)	тенге	-	-	-	1573,52
Дисконтированный срок окупаемости (PBP)	лет	-	-	-	3,4
Внутренняя норма рентабельности (IRR)	%	-	-	-	6%
Норма доходности полных инвестиционных затрат	%	-	-	-	83%

Дисконтированный денежный поток сохраняет положительное значение, что свидетельствует об осуществимости проекта. Чистая прибыль уже в 2021 г. составит 2 964 485 тенге (таблица 5.18-5.19).

Таблица 5.18 – Показатели деятельности бизнеса

Показатели	Значение показателей в тыс. тенге (за 4 года)
Объем продаж с нарастающим итогом	38500
Чистая стоимость денежных потоков (NPV)	1938
Чистая прибыль с нарастающим итогом	2964,5

Таблица 5.19 – Финансовый анализ

Показатели	Значение показателей в % (за 4 года)
Рентабельность активов (отношение чистой прибыли к стоимости активов)	9,8
Рентабельность собственного капитала (отношение чистой прибыли к сумм собственного капитала)	3,01
Прибыльность продаж (отношение чистой прибыли к выручке нетто)	14,1

Внутренняя норма доходности (IRR) находится на высоком уровне и составляет 6 % годовых (таблица 5.20).

Таблица 5.20 – Инвестиционный анализ

Показатели	Значение показателей в тыс. тенге (за 4 года)
Объем инвестиций	416,67
Ставка дисконта	14%
Простой срок окупаемости, год	1,5
Дисконтированный срок окупаемости, год	3,4
Стоимость создаваемого бизнеса (NPV)	1573,52
Внутренняя норма доходности (IRR, доходность эквивалентных инвестиций)	6%

Это обусловлено высокой рентабельностью продаж и оборачиваемостью активов, которые позволяют генерировать большую величину денежного потока, при относительно низком уровне инвестиционных затрат (рисунок 5.3).

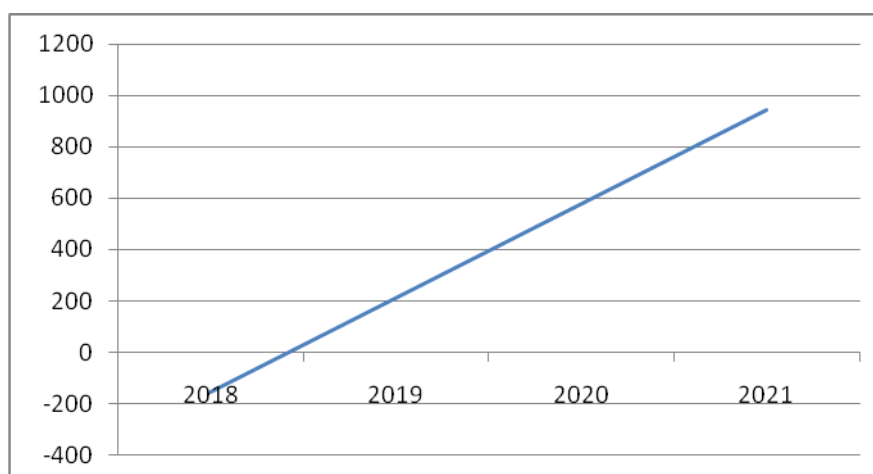


Рисунок 5.3 – Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом

Период окупаемости проекта без учета дисконтирования – 1,5 года, а с учетом дисконтирования – 3,4 года, что является достаточно высоким

показателем эффективности проекта. Анализ показателей эффективности инвестиций настоящего проекта позволяет сделать вывод, что при прогнозируемых объемах реализации, капитальных вложениях, ценах на услуги и производственных издержках проект является надежным и рентабельным.

Успешная реализация настоящего проекта создает благоприятные перспективы для упрочения позиций предприятия на рынке по основным показателям, получения и увеличения в дальнейшем объемов чистой прибыли. Проведенное маркетинговое исследование показывает наличие благоприятных тенденций развития рынка, что позволит инициатору проекта реализовать его в кратчайшие сроки и достичь планируемых показателей финансово-хозяйственной деятельности.

Проведенные финансовые расчеты по проекту, анализ полученных значений показателей коммерческой эффективности инвестиций для проекта позволяют охарактеризовать проект как высокодоходный, с умеренным уровнем риска, высокой рентабельностью текущей деятельности и низким сроком окупаемости. Таким образом, проект эффективен, рентабелен, окупается в достаточно короткий срок и может рассматриваться как выгодное размещение инвестиций.

Проект является коммерчески привлекательным предприятием для всех его участников. Эффект от реализации данного проекта на социальную сферу отражается следующими показателями: количество создаваемых рабочих мест – 8; обеспечение предприятий вспомогательным оборудованием для переработки отходов швейно-трикотажного производства; налоги и платежи в фонды – 741121 тенге. На всех этапах реализации проекта вредное воздействие на окружающую среду отсутствует, поэтому отсутствует необходимость разработки экологических показателей.

Анализ показателей эффективности инвестиций настоящего проекта позволяет сделать вывод, что при прогнозируемых объемах реализации, капитальных вложениях, ценах на услуги и производственных издержках проект является надежным и рентабельным.

Успешная реализация настоящего проекта создает благоприятные перспективы для упрочения позиций предприятия на рынке по основным показателям, получения и увеличения в дальнейшем объемов чистой прибыли.

Проведенное маркетинговое исследование показывает наличие благоприятных тенденций развития рынка, что позволит инициатору проекта реализовать его в кратчайшие сроки и достичь планируемых показателей финансово-хозяйственной деятельности (таблица 5.20).

### **Выводы по пятому разделу**

1. Проведенное маркетинговое исследование показывает наличие благоприятных тенденций развития рынка, что позволит инициатору проекта реализовать его в кратчайшие сроки и достичь планируемых показателей финансово-хозяйственной деятельности. В бизнес-плане собрана вся необходимая информация для проведения инвестиционных расчетов, которые потребуются совершить при реализации проекта. Также представлено описание

основных характеристик рынка Казахстана, включая динамику ценовых показателей. На основе чего сделан прогноз дальнейшего развития рынка в период реализации проекта.

2. Разработан бизнес-план экономического обоснования целесообразности инвестирования проекта по выпуску устройства по переработке отходов швейно-трикотажного производства. Дисконтированный денежный поток сохраняет положительное значение, что свидетельствует об осуществимости проекта. Чистая прибыль уже в 2021 г. составит 2964,5 тыс.тенге при объеме продаж 35 устройств для переработки нити повторного использования. Внутренняя норма доходности составляет 6 % годовых. Это обусловлено высокой рентабельностью продаж и оборачиваемостью активов, которые позволяют генерировать большую величину денежного потока, при относительно низком уровне инвестиционных затрат. Период окупаемости проекта без учета дисконтирования составляет 1,5 года, а с учетом дисконтирования – 3,4 года, что является достаточно высоким показателем эффективности проекта. Анализ показателей эффективности инвестиций настоящего проекта позволяет сделать вывод, что при прогнозируемых объемах реализации, капитальных вложениях, ценах на услуги и производственных издержках проект является надежным и рентабельным. Таким образом, проект эффективен, рентабелен, окупается в достаточно короткий срок и может рассматриваться как выгодное размещение инвестиций.

3. Разработана программа развития. Согласно разработанной программе развития годовой объем выработки продукции к 2021г. по сравнению с 2018г. предполагается увеличить на 18%. При этом цена реализации единицы продукции практически остается постоянной и составит в среднем 1100,12 тыс.тенге. Доход от продаж к 2021 году увеличится на 7703 тыс. тенге или на 35 %. Общее количество реализованных устройств к 2021 году достигнет 95 штук, и это позволит получить к концу отчетного года 7897,47 тыс.тенге чистой прибыли

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Проанализированы виды и характеристика отходов швейно-трикотажного производства, современное состояние технологий переработки отходов и их воздействие на окружающую среду. В трикотажной промышленности в зависимости от технологического процесса отходы составляют до 25%. Из образовавшихся отходов 10% идет на переработку, а остальные вывозятся на полигон ТБО. На полигонах ТБО протекает биохимическое разложение, которое вызывает генерацию таких вредных газов, как углекислый, аммиак. Сероводород и их концентрация в сотни раз превышает фоновую. Используемые трикотажные отходы на трикотажных фабриках перерабатываются в нетканые материалы различного назначения. Данные технологические процессы производства сопровождаются интенсивным выделением вредных веществ, которые загрязняют рабочую зону и ОС, вызывая ухудшение условий работы людей и оборудования.

2 Теоретически проанализировано 19 устройств для переработки отходов пряжи трикотажного производства, рассмотрены их положительные и отрицательные стороны. Экспериментально обоснован выбор двух устройств для переработки отходов пряжи швейно-трикотажного производства: устройство для разматывания деталей трикотажных изделий, которое можно использовать также для разматывания пряжи со срывов купонов и устройство для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи. В результате внедрения разработанного оборудования и выбранных методов было установлено улучшение состояния рабочей зоны трудящихся, концентрация текстильной пыли в производственном помещении снизилась на 50%.

3 Проведено экспериментальное исследование влияния влажно-тепловой обработки пряжи повторного использования на ее физико-механические свойства и на стабильность процесса вязания. Результаты исследований показали, что фактическая влажность всех видов пряжи после влажно-тепловой обработки повысилась, приблизилась к стандартным значениям. Крутка уменьшилась, но осталась в пределах допускаемых стандартом, а прочность пряжи увеличилась: шерстяной – на 6,25%, смешанной – на 16%. Извитость пряжи всех видов полностью исчезла. После влажно-тепловой обработки произошла незначительная усадка: шерстяной пряжи – на 2,5%, смешанной – на 2,1%. Проведены промышленные испытания исследования основных свойств трикотажных полотен из повторно используемой пряжи. Выявлено, что качество полученного трикотажного полотна из повторно используемой пряжи соответствует требованиям стандартов.

4 Дана оценка экологической целесообразности технологии использования отходов швейно-трикотажного производства. Для этого процессы переработки, операций измельчения (резки) и разволокнения отходов рассматривались с позиции единого технологического цикла, то есть с позиции технико-экологической и эколого-экономической. Анализ работы современных швейно-трикотажных производств показал, что производство экологически эффективно работает при значениях коэффициента  $K > 0,75$ , а при значениях

$K < 0,4$  производство в экологическом и технологическом плане является не эффективным. Выполнена эколого-экономическая эффективность разработанных методов и устройств по использованию отходов швейно-трикотажного производства. Для расчета эколого-экономической оценки внедренной разработки используется коэффициент  $R = K \cdot Z_{пр}$ , выражающий удельную долю рациональных затрат предприятия на выпуск единицы продукции. Приведенные затраты на производство единицы пряжи рассчитаны как отношение затрат после внедрения разработки к затратам до внедрения. Рассчитаны количественные и качественные показатели использования отходов швейно-трикотажного производства. В разделе рассчитан качественный показатель обращения с отходами на примере Костанайской прядильно-трикотажной фабрики.

5 Разработан бизнес-план экономического обоснования целесообразности инвестирования проекта по выпуску устройства по переработке отходов швейно-трикотажного производства. Дисконтированный денежный поток сохраняет положительное значение, что свидетельствует об осуществимости проекта. Чистая прибыль уже в 2021 г. составит 2964,5 тыс. тенге при объеме продаж 35 устройств для переработки нити повторного использования. Внутренняя норма доходности составляет 6% годовых. Это обусловлено высокой рентабельностью продаж и оборачиваемостью активов, которые позволяют генерировать большую величину денежного потока, при относительно низком уровне инвестиционных затрат. Период окупаемости проекта без учета дисконтирования составляет 1,5 года, а с учетом дисконтирования – 3,4 года, что является достаточно высоким показателем эффективности проекта. Анализ показателей эффективности инвестиций настоящего проекта позволяет сделать вывод, что при прогнозируемых объемах реализации, капитальных вложениях, ценах на услуги и производственных издержках проект является надежным и рентабельным. Таким образом, проект эффективен, рентабелен, окупается в достаточно короткий срок и может рассматриваться как выгодное размещение инвестиций.

6 Проведенное маркетинговое исследование показывает наличие благоприятных тенденций развития рынка, что позволит инициатору проекта реализовать его в кратчайшие сроки и достичь планируемых показателей финансово-хозяйственной деятельности. В бизнес-плане собрана вся необходимая информация для проведения инвестиционных расчетов, которые потребуются совершить при реализации проекта. Также представлено описание основных характеристик рынка Казахстана, включая динамику ценовых показателей. На основе чего сделан прогноз дальнейшего развития рынка в период реализации проекта. Согласно Программе развития данного производства до 2025 года количество устройств предполагается увеличить до 95 штук, что позволит получить 7897,47 тыс. тенге прибыли.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Экологический кодекс Республики Казахстан. – Алматы: Юрист, 2007. – 172 с.
- 2 Никитин Г.Н., Пантелькин А.А., Тряпицин М.З. Отходы производства легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 117 с.
- 3 Кадникова О.Ю., Шалдыкова Б.А. Управление процессом переработки отходов как фактор эколого-экономического развития предприятий швейно-трикотажной промышленности // Международный двуязычный научный журнал «Наука и Мир» № 3 (31). – Волгоград, 2016. – С. 54 - 56.
- 4 Исаева Л.К. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты. – М.: ВНИИПИ. – 1997. – Т. 1. – 510 с.
- 5 Урумова А.Г. Использование и переработка угаров и вторичного сырья в БНР // Текстильная промышленность. – 1978. – № 2. – С. 38-40.
- 6 ГОСТ 25916-83. Ресурсы материальные вторичные термины и определения. – М., 1983. – 25 с.
- 7 Авирова С.М. Переработка текстильных отходов // Текстильная промышленность. – 1975. – № 2. – С. 41-43.
- 8 Измествьева Л.К. Технология изготовления швейных изделий. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 510 с.
- 9 Сметанин Н.И. Использование отходов текстильного производства // Текстильная промышленность. – 1980. – № 4. – С. 48-51.
- 10 Фринлянд А.А., Никитин Г.Н. Дополнительная продукция из отходов трикотажного производства. – М.: Легкая индустрия, 1995. – 212 с.
- 11 Юркова В.А., Ефимова А.К. О переработке и использовании угаров в прядильном производстве // Технология текстильной промышленности.- М., 1979. – № 1. – С. 112-114.
- 12 Иманкулова А. С., Молдоканова, А. И. Исследование текстильных и швейных отходов на предприятиях г. Бишкека. 2012.- с.26
- 13 Лебедев Н.А. Текстильные волокнистые отходы в производстве по переработке отходов химических волокон // Текстильная промышленность. – 1994. – № 5. – С. 19-21.
- 14 Лебедев Н.А. Использование отходов натуральных волокон в прядении // Текстильная промышленность. – 1994. – № 5. – С. 20-23.
- 15 Лебедев Н.А. Смешанная пряжа с вложением регенерированных волокон // Текстильная промышленность. – 1994. – № 7. – С. 30-32
- 16 Орлова З.М., Юркова В.А. Современные способы прядения хлопка низких сортов и отходов производства. – Иваново, 1981. – С. 5-33.
- 17 Петров Л.К. Разработка экологически эффективной технологии по использованию гребенных очесов шерстяного производства: автореф. ... канд. техн. наук. – Кострома: Костромской НИИ легкой промышленности, 2002. – 22 с.
- 18 Смирнова М.А. Технология получения шерсти с отходов шкур овец. – Иваново, 1992. – С. 15-46.

- 19 Мюнстерманн У. Новое оборудование фирмы Fleissner для производства нетканых материалов // Текстильная промышленность. – 2008. – № 5. – С. 28-30
- 20 Вацпл А. Современная переработка отходов трикотажного производства // Текстильная промышленность. – 2008. – № 5. – С. 32-35
- 21 Фомиченкова Л.Н. Современные геотекстильные материалы на отечественном рынке // Текстильная промышленность. – 2008. – № 1. – С. 32-36
- 22 Азимова Ш. Г. Анализ особенности трикотажных полотен и использования их отходов при производстве швейно-трикотажных изделий // Молодой ученый. — 2015. - №9. – с. 139-142
- 23 Бобович Б. Б., Девяткин В. В. Переработка отходов производства и потребления - М.: Интернет Инжиниринг, 2000.- с. 496
- 24 Электронный ресурс- <http://www.findpatent.ru/patent.html>
- 25 Электронный ресурс - <http://www.legprom.kg>. Бахтиярова М.Статьи, новости, аналитика.<http://www.kp.ru> 28.07.2015
- 26 Кадникова О.Ю. Рециклинг отходов трикотажного производства // Приоритетные направления развития образования и науки: II Междунар. науч.– практ. конф. - Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 154-156.
- 27 Кадникова О.Ю. Исследование свойств трикотажного полотна из повторно используемой пряжи // Международный двуязычный научный журнал «Наука и Мир» № 6 (46) – г.Волгоград, 2017. – С. 33-35.
- 28 Грант С.Н. Организация рационального использования материалов в швейной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1981.
- 29 Голицын А.Н. Основы промышленной экологии. – М., 2002. – 45 с.
- 30 Калинушкин М.П., Грачев Ю.Г. Вакуумная пылеуборка на предприятиях легкой промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – С. 5-7.
- 31 ГОСТ 12.1.005-76. Воздух рабочей зоны. – М., 1976. – 20 с.
- 32 Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. – М., 1974.
- 33 Орынбаева У.А. Разработка экологически эффективной технологии очистки пылевых выбросов текстильных производств: дис. ... канд. техн. наук. – Тараз: ТарГУ, 2008. – 126 с.
- 34 Вайсман Я.И., Петрой В.Ю. Полигоны депонирования твердых и бытовых отходов: учебное пособие, – Пермь, 2001. – 133 с.
- 35 Сафронов.П.А. Мониторинг окружающей среды // [www.GosKomEcology](http://www.GosKomEcology). М., 2005. – 9 с.
- 36 Мараджапов Б.И. Разработка технологии переработки отходов кожевенно-обувного производства для получения кожеподобных материалов: дис. .... канд. техн. наук. – Тараз: ТарГУ, 2007. – 116 с.
- 37 Кадникова О.Ю., Омарбеков Т. Эколого-экономическое обоснование ущерба окружающей среде от отходов швейно-трикотажного производства // Современный научный вестник. ТОО Уралнаука. – 2010. – №4. – С. 75-82.
- 38 Петканова Н.Н., Урумова Д.Г., Чернев В.П. Переработка текстильных отходов и вторичного сырья. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 10 с.

39 Зырянов С.В. Разработка технологии и разволокнения из вторичного сырья: дис.,к.т.н.- СПб, 2004.-258с.

40 Goodland, R. J. A. Imperatives for environmental sustainability: decries / R. J. A. Goodland, HE. Daly, J. Kellenberg. - p. 105.

41 Serageldm. I. (Eds). Making Development Sustainable. From Concepts to Action.- Occasional Paper Series. № 2. The World Bank. Washington: D.C., 1994. – p. 340.

42 Olga Kadnikova, Gulnara Altynbayeva, Arman Aidarkhanov, Bagit Shaldykova, Botagoz Nurmuchambetova. Improving the Technology of Processing Sewing and Knitwear Production Waste // Energy Procedia.– 2017. – Vol. 113.– P. 488–493

43 Артемов А. В., Олшанский, О. М, Современные экологические проблемы текстильной промышленности// Экология и промышленность России, 2002.- с.84

44 Сафронов П. А. Мониторинг окружающей среды// [www.GosKomEcology](http://www.GosKomEcology). М., 2005. – 9 с.

45 Петканова Н. Н., Урумова, Д. Г., Чернев, В. П. Переработка текстильных отходов и вторичного сырья. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – с. 10.

46 А.С. 316627 СССР. Кл 65 Н 49/20 Устройство для размотки нити. / Свиридов А.М.; опубл. 1968. – 2 с.: ил.

47 А.С. 602457 СССР. Кл 65 В 59/40 Устройство для размотки материала. / Рашитдинов С.С., Арутюнов А.Г.; опубл. 1975. – 2 с.: ил.

48 А.С. 2660529/12 СССР Устройство для размотки нитивидного материала. / Жданов С.М.; опубл. 01.09.78. – 2 с.: ил.

49 А.С. 798011 СССР Устройство для размотки нитивидного материала. / Веклич П.П.; опубл. 30.01.1980. – 2 с.: ил.

50 А.С. 1632902 СССР. Кл В 65 Н54/04 Устройство для размотки нитивидного материала. / Зайцев Л.М.; опубл. 1991. – 2 с.: ил.

51 А.С. 1632910 СССР. Кл В 65 Н54/04 Устройство для размотки длинномерного материала. / Святов Е.Г.; опубл. 1991. – 2 с.: ил.

52 А.С. 1632905 СССР. Кл В 65 Н54/04 Устройство для распускания изделий с кругловязальных машин. / Киселев В.И, Позднеев И.В., Ремпе Д.А.; опубл. 1991. – 2 с.: ил.

53 А.С. 223985 СССР. Кл Д04 В 19/00 Приспособление для надевания срывов. / Соломин Л.Г.; опубл. 1967. – 2 с.: ил.

54 А.С. 749957 СССР. Кл Д04 В 19/00 Машина для роспуска срыва с многосистемной кругловязальной машины. / Загорный Е.С.; опубл. 1980. – 2 с.: ил.

55 А.С. 351949 СССР. Кл Д04 В 19/00 Приспособление для надевания срывов трикотажных полотен. / Шмелев К.А.; опубл. 1973. – 2 с.: ил

56 А.С. 351949 СССР. Кл Д04 В 19/00 Механизмы наматывания. / Васильевым Е.А., Ремне Д.А.; опубл. 1980. – 2 с.: ил.

57 А.С. 454299 СССР. Кл Д04 В 19/00 Станок для роспуска трикотажного полотна. / Семенов О.Л.; опубл. 1974. – 2 с.: ил.

58 А.С. 33314 РК. Устройство для разматывания деталей трикотажных изделий. / Абдугапарова Ж.А., Панченко И.А., Усенбекова А.А.; опубл.22.06.2000. – 3 с.

59 Абдугапарова Ж.А., Бердыханов В. Рациональное использование сырья в производстве изделий верхнего трикотажа // наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030: сб. тр. Междунар. конф. – Тараз, 2001. – С. 547-549

60 Абдугапарова Ж.А. Пропаривающее-сушильное устройство для восстановления физико-механических свойств пряжи повторного использования // Наука и образование Южного Казахстана. – 2000. – № 20. – С. 92-94.

61 А.С. 33318 РК. Устройство для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи. Кл 5F27В 3/00 / Абдугапарова Ж.А., Омарбекулы Т., Панченко И.А., Усенбекова А.А.; опубл. 22.06.2000. – 3 с.

62 Кадникова, О.Ю. Разработка устройства для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи. //Наука и Мир. — 2015. №8(24).– С. 37-39.

63 Olga Kadnikova, Gulnara Altynbayeva, Arman Aidarkhanov, Bagit Shaldykova, Botagoz Nurmuchambetova Potential analysis of implementation of developed technology for processing of sewing and knitting fabrics // Energy Procedia.— 2017. — Vol. 128. — P. 411-417

64 Наземцев А.С., Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации: учебное пособие, М.: Форум, 2004, 240 с.

65 Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. Мягков В.Д. и др., Л.: Машиностроение, 1982.– ч.1.

66 Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. Мягков В.Д. и др., Л.: Машиностроение, 1982.– ч.2.

67 Дунаев П.Ф., Леликов О.П., Варламова Л.П. Допуски и посадки. Обоснование выбора.- М.: Высшая школа, 1984. – 220 с.

68 Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Фролов Н.М., Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.-М.: Машиностроение, 1987.-240с.

69 Дунаев П.Ф., Леликов О.П., Конструирование узлов и деталей машин.- М.: Высшая школа, 1985.-356 с.

70 Калмыкова Е.А., Лобацкая О.В. Материаловедение швейного производства. – Минск: Высшая школа, 2001. – 340 с.

71 Галынкер И.И. Справочник по подготовке и раскрою материалов при производстве одежды. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 272 с.

72 Коблякова А.И. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению. – М.: Легкая индустрия, 1986. – 30 с.

73 Савостицкий Л.А., Амирова Э.К. Материаловедение швейного производства: учебное пособие. – М.: Изд. центр «Академия», 2000. – 240 с.

74 ГОСТ 6611.1-73. Методы определения физико-механических показателей для шерстяных и смешанных нитей. – М., 1973. – 22 с.

75 Крагельским И.В. и Моисеенко М.М. Разработка ресурсосберегающей технологии двухванного хромового дубления в присутствии дубящих солей титана: дис. канд. техн. наук. – Тараз: ТарГУ, 2009. – 100 с.

- 76 Хвальковский Н.В. Разработка безотходной технологии получения перчаточной-галантерейной кожи из шкурок кролика домашнего: дис. канд. техн. наук. – Тараз: ТарГУ, 2009. – 126 с.
- 77 Коблякова А.И. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению. – М.: Легкая индустрия, 1986. – 30 с.
- 78 Бузов Б.А. Лабораторный практикум по материаловедению швейного производства. – М.: Легкая индустрия, 1979. – С. 44-46.
- 79 Бузов Б.А. Материаловедение швейного производства. – М.: Легкая индустрия, 1978. – С. 15-49.
- 80 Стельмашенко В.И., Розаренова Т.В. Материаловедение швейного производства: учебник для ВУЗов. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 224 с.
- 81 Мальцева Е.П. Материаловедение швейного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1983. – 240 с.
- 82 Пожидаев Н.Н., Павлова А.И., Ковальский А.Г. Материаловедение швейного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1959. – 340 с.
- 83 ГОСТ 6611.0-73. Методы проведения испытаний шерстяных нитей. – М., 1973. – 20с.
- 84 ГОСТ 6611.4-73. Методы проведения испытаний смешанных нитей. – М., 1973. – 24 с.
- 85 Кадникова О.Ю. Анализ современного состояния технологии переработки текстильных отходов подготовительно–раскройного производства // Парадигма современной науки – путь к гармонии социально-гуманитарных и научно-технических аспектов цивилизации: материалы Междунар. науч.-практ. конф. ЧелГУ. – Челябинск, 2009. – Т. 3. – С. 260-264
- 86 Кадникова О.Ю. Мониторинг отходов швейных предприятий // Вестн. науки КСТУ им. академика З. Алдамжар. – Костанай, 2009. – №4. – С. 108-115.
- 87 Плеханов Ф.М., Плеханов А.Ф. Прядение: прошлое и настоящее. – Иваново: Ивановская газета, 2000. – С. 224-226
- 88 Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М., 1991 – С. 12-16.
- 89 Бадалов К.И., Бондарчук М.М. Обоснование выбора скоростных режимов плосковязальных машин. – М.: РИО МГТУ, 2003.
- 90 Бадалов К.И., Бондарчук М.М. Обоснование выбора скоростных режимов плосковязальных машин. – М.: РИО МГТУ, 2003.
- 91 Омарбеков Т., Кадникова О.Ю. Исследование влияния влажно-тепловой обработки пряжи повторного использования на ее физико-механические свойства и на стабильность процесса вязания // Вестн. ТарГУ им. М.Х. Дулати. – Тараз, 2010. – №3.1. – С. 36-41
- 92 Карасев, А.И. Теория вероятности и математическая статистика. – М.: Статистика, 1979. – 279 с.
- 93 Карасев, А.И. Теория вероятности и математическая статистика. – М.: Статистика, 1979. – 279 с.
- 94 Кремер Н.Ш., Теория вероятностей и математическая статистика.: учебное пособие для вузов - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с

- 95 Виноградов Ю.С., Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности./ Ю.С. Виноградов – М.: Легкая индустрия, 1970. – 312с
- 96 Степанов М.Н., Статистическая обработка результатов механических испытаний. – М.: Машиностроение, 1972. – 230 с.
- 97 Виноградов Ю.С., Математическая статистика и теория вероятностей в текстильной и швейной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1968. – 266с.
- 98 Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников. – М.: Наука, 1974. – 840 с
- 99 Артемов А.В., Олшанский О.М, Артемов А.В. Современные экологические проблемы текстильной промышленности // [www. Textile Club](http://www.TextileClub)
- 100 Галынкер И.И. Справочник по подготовке и раскрою материалов при производстве одежды. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 272 с.
- 101 Кадникова О.Ю. Мониторинг отходов швейных предприятий // Вестн. науки КСТУ им. академика З. Алдамжар. – Костанай, 2009. – №4. – С. 108-115.
- 102 Стадницкий Г.Г. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.
- 103 Медведева О.Е. Методические рекомендации по осуществлению эколого-экономической оценки эффективности проектов намечаемой хозяйственной деятельности. [www.esopolicy.ru/MetRecEff](http://www.esopolicy.ru/MetRecEff).
- 104 Кадникова О.Ю., Омарбеков Т. Оценка экологической целесообразности технологии использования отходов швейно-трикотажного производства // Природопользование и проблемы антропосферы: Вестн. ТарГУ им. М.Х. Дулати. – Тараз: Тараз университеті, 2010. – №4.1. – С. 45-50.
- 105 Рекус И.Г., Шорина О.С Основы экологии рационального природопользования: учебное пособие. – М.: Изд-во МГУП, 2001. – 146 с.
- 106 Мазур И.И., Молдованов О.И., Ишимов В.Н. Инженерная экология. – М.: Высш. шк., 1996. – Т. 1. – 637 с.
- 107 Нурмухамбетова Б.Т. Разработка технологии использования отходов при производстве пряжи хлопкового типа (на примере АО «Макта»): автореф. ... канд. техн. наук. – Тараз: ТарГУ, 2007. – 24 с.
- 108 Радионов В.А. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценка экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М.: Экономика, 1986. – 96 с.
- 109 Пугачев Е.А. Методы и средства защиты окружающей природной среды в легкой промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 240 с.
- 110 Комаров В.И., Мапуселова Т.А. Инженерная экология производства легкой промышленности // Инженерная экология. – 1997. – №3. – С. 17-22.
- 111 Кириллов В.М. Теория и практика оценки экологической безопасности действующих и проектируемых предприятий: автореф. ... докт. техн. наук. – С.-Пб., 1992. – 42 с.

112 ГОСТ 17.2.3.02.-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленных предприятий.

113 Шевчук А.В. Экономика природопользования (теория и практика). – М.: НИИ-Природа, 2000. – 368 с.

114 Закон Республики Казахстан об охране окружающей среды. – Алматы: Жеті жарғы, 1998. – 95 с.

115 Шевчук А.В. Экономика природопользования (теория и практика). – М.: НИИ-Природа, 2000. – 368 с.

116 Баев К.В., Драшук Т.В. Переработка текстильных отходов // Текстильная промышленность. – 1978. – №2. – С. 38-40.

117 Иванов Б.С., Старовойтов В.В. Обращение с отходами и его информационное обеспечение // Инженерная экология. – 2001. – №1. – С 45-47.

118 Джакипбекова Н.О. Научные основы рационального использования сырья и промышленных отходов в процессах стабилизации и флокуляции дисперсных систем: дис. ... докт. техн. наук. – Тараз: ТарГУ, 2002. – 257 с.

119 Дюсембекова Ж.М. Маркетинговые исследования // Уч.пособие. – Алматы: Экономика. - 2005. – 320 с.

120 Пелих А.С., Кизилова Т.Г., Пронченко А.Г. Бизнес-план или как организовать собственный бизнес. – 2-е изд., перераб. и доп. // М.: «Ось-89». - 2003. – 96 с

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Рудненский индустриальный институт

Рассмотрена на заседании кафедры СиСМ  
Протокол № \_\_\_\_\_ 2017г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.А. Мирюк

Одобрена на заседании МК ФЭиС  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2017г.  
Председатель МКФ \_\_\_\_\_ О.А. Акмалова

УТВЕРЖДЕНО И РЕКОМЕНДОВАНО к изданию  
на заседании УМС  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2017г.  
Председатель УМС \_\_\_\_\_ Л.Л. Божко

Кафедра строительства и строительного материаловедения

О.Ю. Кадникова

МОНОГРАФИЯ

«Методы и устройства переработки отходов швейно – трикотажной  
промышленности»

ISBN 978 – 601 – 7554 – 40 – 8

Рудный 2017



**Кадникова Ольга Юрьевна**

**МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ШВЕЙНО –  
ТРИКОТАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Монография**

Подписано в печать \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2017

Тираж 20 экз. Формат 21х30/2. Бумага листовая для ксероксной техники.

Печать Riso. Объем \_\_\_\_\_ печ.л. Заказ № \_\_\_\_\_

Издание Рудненского индустриального института

Типография РИИ

г. Рудный, ул. 50 лет Октября, 58