РГБ ОД
- 5 ИЮН 2000

На правах рукописи

БЛАТМАН Геннадий Мошекович

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МАЛЫХ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ КОЖЕВЕННО-ГАЛАНТЕРЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Специальность 05.02.13 «Машины и агрегаты (коммунальное хозяйство и бытовое обслуживание)»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

МОСКВА 2000

Работа выполнена в Южно-Российском государственном университете экономики и сервиса.

Научные руководители: кандидат технических наук, профессор
САПРОНОВ А.Г.
доктор технических наук, профессор
ИВАНОВ В.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
КАРАМЫШКИН В.В.

кандидат технических наук, доцент
ПОСЕРЕНИН С.П.

Ведущая организация: **ОАО «Донбытцентр»**

Защита диссертации состоится «9» июня 2000 г. в 10^{00} часов на заседании диссертационного совета К053.04.01 при Московском государственном университете сервиса по адресу: 141220, Московская область, Пушкинский район, пос. Черкизово, ул. Главная, 99.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета сервиса.

Автореферат разослан «8» мая 2000 г

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент

М 564-5-02,0

И.Э. Пашковский

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы обусловлена изменением производственных условий в связи с вхождением отечественной легкой промышленности в рыночные отношения, что предполагает существенные перемены в дальнейших разработках по стратегии и тактике производства. Особое значение приобретают предприятия небольшой мощности, мобильные по своей структуре и номенклатуре выпускаемой продукции. Это позволяет значительно уменьшить затраты на доставку сырья, повышает возможности мониторинга качества на всех этапах жизненного цикла продукции. Таким образом, развиваются предприятия легкой промышленности, связанные с переработкой кожи и изготовлением на следующем этапе производства галантерейных изделий. Вместе с этим получают стимул к развитию предприятия, ранее относящиеся к бытовому обслуживанию населения. В частности, одним из таких условий является и то, что выделка кожи может осуществляться на базе предприятий химчистки. Это резко расширяет число подобных производств и увеличивает конкуренцию галантерейной продукции. Тем более что швейное производство в службе быта является достаточно эффективной и развитой отраслью.

Сложившиеся условия требуют разработки научных основ по созданию технологий и оборудования, учитывающих особенности производств малой мощности, которые способны гарантированно производить высококачественную галантерейную продукцию. При этом следует учитывать все особенности некрупных производств, где отсутствует отлаженная служба качества, нет достаточных средств на проведения глубоких исследований в данном направлении.

Целью работы является создание системы управления качеством при внедрении новых технологий и оборудования, а также разработка мероприятий по техническому обслуживанию машин в процессе их эксплуатации. Это обеспечивает гарантированный выпуск сертифицированной продукции, обладающей конкурентоспособными свойствами и необходимыми потребительскими характеристиками в условиях значительной конъюнктуры.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи исследования:**

- провести анализ технологий и оборудования на предприятиях кожевенных и галантерейных производств;

- выполнить классификацию, систематизацию, типизацию и симплификацию основного оборудования и условий взаимодействия рабочих органов с объектами обработки;
- подготовить технические характеристики на основе статистического материала, собранного в производственных условиях, обеспечивающие проведение анализа типового оборудования в технологической цепочке;
- разработать математические модели, реализованные по условиям гарантированного формирования качества обработки продукции;
- выполнить проектные, конструкторские и технологические проработки полученных расчетным путем рекомендаций;
- сделать лабораторные и опытно-промышленные проверки результатов разработок и внедрить их в действующее производство.

Методы исследований. В работе используются методы статистического анализа, планирования эксперимента, динамики машин, спектральный анализ с применением современной аппаратуры и специально разработанных лабораторных установок. Широко применяется опытно-промышленная проверка по стандартным методикам, а также стендовые испытания экспериментальных образцов.

Достоверность полученных результатов подтверждается:

- использованием современных методов исследования, оборудования и приборов для подготовки и проведения экспериментов, применением ПЭВМ для обработки полученных результатов.
- экспериментальной проверкой разработанных конструкций, технологий, макетов и опытных образцов;
- актами испытаний и промышленных внедрений, а также положительными заключениями научно-технических советов и научных конференций.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- созданы теоретические предпосылки и проведена глобализация отдельных разработок для повышения технического уровня технологического оборудования;
- получены в аналитической форме математические модели для определения оптимального относительного положения основных механизмов швейной машины. Давление механизмов на корпус, являющихся функциями параметров механизмов угла поворота и скорости вращения ведущего вала, представлены в виде тригонометрических полиномов;

- разработаны условия для выбора технологий, обеспечивающих повышение технического уровня рассматриваемых машин;
- экспериментальными методами подтверждены технические возможности по созданию и гарантированному поддержанию стабильных условий работы машины в течение длительного эксплуатационного периода;
- составлен алгоритм решения задачи проектирования основных механизмов швейных машин. Представлены результаты расчетов и проведен анализ возможности регулирования технологических факторов изменении параметров обработки, к которым относятся: длина стежка, толщина сшиваемых материалов, физико-механические свойства нитей.

Практическая значимость работы заключается в передаче рекомендаций на предприятия изготовители соответствующей техники, создании методик расчета и выбора технологических режимов, которые используются на промышленных предприятиях отрасли, а также внедрении ряда разработок в учебный процесс.

Апробация работы и публикации.

Основные положения диссертации отражены в 7 научных публикациях, учебно-методических пособиях и докладывались на заседаниях кафедр Южно-Российского государственного университета экономики и сервиса, Московского государственного университета сервиса и Московского государственного университета дизайна и технологии.

Объем и структура диссертации.

Диссертационная работа содержит 145 листов машинописного текста, 36 рисунков, состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка, включающего 118 источников, и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность НИР, сформулированы ее цель и задачи, определены направления и методы исследования, обоснована достоверность результатов исследований, указана практическая значимость работы, а также раскрыта ее структура и объем.

В первой главе выполнено исследование технологического процесса обработки кожгалантерейных изделий. Рассмотрена система управления и приведены основные положения контроля качества на разных стадиях производства, учитывающие особенность кожгалантерейной промышленности. Отмечено, что

в настоящее время широкое развитие получили мелкие предприятия, специфика работы которых состоит в необходимости быстрой оборачиваемости средств и небольших возможностях вложений в производства.

Проведенный анализ показал, что в первую очередь требуется создание прикладных методов повышения работоспособности наиболее быстроизнашивающихся деталей технологических машин. К такой номенклатуре относится: инструмент – спиралевидные ножи в кожевенных машинах; резаки и вырубные плиты в гидравлических прессах, используемых для раскроя материала; стежкообразующие элементы швейных машин.

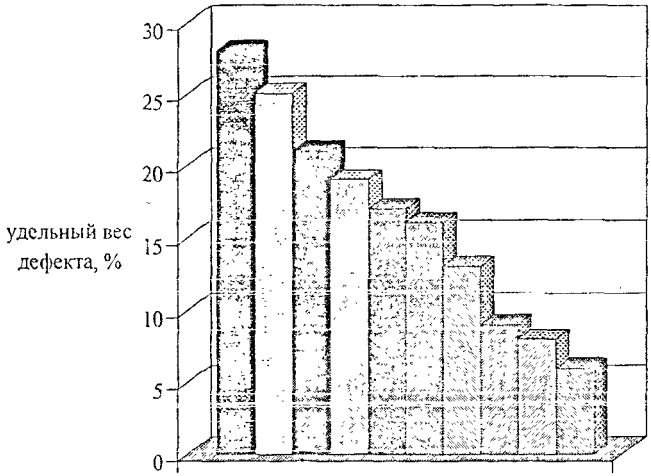
Анализ выхода из строя машин показывает, что 70% этих случаев происходит из-за преждевременного износа деталей или нарушения условий смазки в узлах трения. В кожевенной промышленности имеется большое число рабочих инструментов, характеризующихся малым ресурсом. К ним относятся винтообразные ножи, используемые в строгальных и других кожевенных машинах, долговечность которых примерно 100-200 час.

Далее рассмотрены вопросы формирования качества готовой продукции. Одним из основных показателей качества готовых кож, определяющим степень ее использования, является показатель сортности, который устанавливается в зависимости от количества и величины имеющихся на коже пороков. На рисунках 1 и 2 представлены гистограмма значимости дефектов, образующихся при механической обработке, и степень влияния факторов на формирование качества готовой кожи.

Также исследован этап раскроя кожи и проведен анализ работы вырубного пресса. К наиболее быстроизнашивающимся деталям и узлам, определяющим критические показатели надёжности и долговечности конструкции, относятся: гидронасос, пружина золотника, сварные соединения гидросистемы, изолирующие втулки системы траверсы, напорный золотник, клапан подпитки и др.

Оценка количественных показателей надёжности свидетельствует о значительном резерве по повышению надёжности пресса. Так перекос траверсы пресса ПВГ 18 – 1600 может быть снижен на 30%.

Важное значение имеет стойкость резака при вырубании материалов. Как показывают результаты производственных наблюдений и анализ работ, посвященных данной проблеме, надежность вырубного пресса в значительной степени зависит от условий взаимодействия системы «резак – материал – вырубная



сырьевые пороки	28
отдушистость	25
"лестница"	21
волнистость	19
жесткость	17
прорезы	16
трещины	13
выхваты	9
сдир лица	8
защипы	6

Рисунок 1 – Гистограмма значимости дефектов, образованных при механической обработке кожи

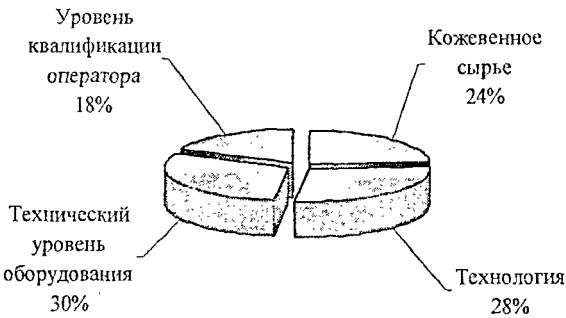


Рисунок 2 – Степень влияния факторов на формирование качества готовой кожи

плита». Так как на одних и тех же прессах, с использованием одной и той же оснастки, происходит вырубание различных материалов, условия взаимодействия указанных элементов могут существенно меняться. Это объясняется многообразием ассортимента используемых в производстве материалов и необходимостью во всех случаях пользоваться режущим инструментом, гарантированно обеспечивающим полное отделение деталей при достижении заданной точности и качестве среза.

Учитывая особенности геометрии вырубного инструмента – резака, который представляет собой достаточно острое режущее лезвие, нужно отметить высокие нагрузки, действующие на его клиновидную часть. Очевидно, что надежность рабочего инструмента и технологической оснастки при ударном воздействии, развиваемым прессами в диапазонах 80-400 кН, имеет одно из первостепенных значений в надежности всего пресса как машинной конструкции.

Наиболее важным следует считать такие условия при вырубании тонких перчаточных кож, текстиля и др. подобных материалов, используемых при изготовлении галантерейных изделий, на прессах тяжелого типа. Особенность малых предприятий приводит к тому, что на них отсутствует вся гамма прессов, более подходящих для обработки каждой разновидности материалов.

Анализ современных технологий изготовления резаков позволил установить, что для обеспечиния их эксплуатационной надёжности, следует выбирать комбинированный профиль в виде сопряжения острозаточенного одностороннего клина с другой частью, прилегающей к вершине, с углом притупления в виде двустороннего клина.

В работах по исследованию процессов вырубания обувных деталей указывается на то, что многие показатели технического уровня пресса зависят от свойств и качества вырубных плит. В настоящее время в прессах используются в основном металлические и полимерные плиты. Их применение обусловлено типом пресса и видом раскраиваемого материала, так как эксплуатационные свойства этих плит существенно различаются между собой. При использовании полимерных плит снижается вибронагружение пресса по сравнению с металлическими плитами, меняются нагрузки, действующие на рабочий инструмент. Поэтому в работах, связанных с исследованиями данной проблемы отмечается, что стойкость резака и надежность самого пресса во многом зависят от демпфирующих свойств вырубной плиты. Весьма существеннным для оценки тех-

нического уровня пресса являются высокие значения вибраций и шума при его работе, которые в области низких и средних частот значительно превосходят допустимые санитарные нормы.

Вторая глава посвящена экспериментальному исследованию работы базовых машин и включает анализ технологий и оборудования в кожгалантерейном производстве.

На различных этапах технологического процесса получения кожгалантерейных изделий используется разнообразное оборудование, существенно отличающиеся принципами взаимодействия рабочего органа с объектами обработки. Это явилось причиной создания большего числа машин с различными функциональными особенностями. Для обеспечения возможностей проведения стандартизации оборудования для максимальной унификации и симплификации требуется подробный анализ, предполагающий создания классификационных признаков. На их основе может быть проведена типизация основного и вспомогательного оборудования, задействованного на различных этапах технологического процесса.

Существующие классификации не представляются исчерпывающими и достаточно объективными, что могло бы позволить на основе их объективной оценки исключить из дальнейшего рассмотрения наименее перспективные варианты и определить наиболее рациональные направления развития соответствующего оборудования. Кроме того, для определенной части технологических машин всегда имеется возможность получения альтернативного решения с точки зрения выбора конкретного варианта.

Большое значение имеет подобный подход и с точки зрения формирования качества готовой продукции, так как создает предпосылки для более эффективного управления качеством на каждой из операций, а также их группирования по сходным признакам и факторам, обеспечивающим качество готовой продукции.

Совершенно необходимым является подобное условие при создании системы управления качеством на кожгалантерейном предприятии.

Анализируя опыт использования различных технических средств можно сформулировать следующие условия их эффективного применения на какой-либо технологической операции: машины должна разрабатываться в комплексе с технологическим процессом и другим оборудованием, обладать надежностью, быстродействием и технологической мобильностью, отвечающим требуемому уровню,

в первую очередь с точки зрения качества выполнения операций. Производствен ный опыт показывает, что не следует ожидать быстрого революционного перев рота в технологиях и все технические вопросы нужно решать с перспективой и плавного внедрения в уже сложившуюся производственную систему.

Далее проведено исследование работы гидросистемы (рисунок 3). Одно из причин, вызывающих снижение технического уровня траверсных прессов следует считать перекос траверсы в процессе вырубания деталей.

Перекос из-за наличия нерастворенного воздуха обусловлен рядом при чин: неполным стравливанием воздуха; наличием воздуха в тупиковых участ ках и его перемешиванием с рабочей жидкостью; переход растворенного воз духа в нерастворенный при резком понижении давления в гидросистеме и др. В рабочей жидкости может содержаться до 6% нерастворенного воздуха. Даль нейшее повышение процентного содержания нерастворенного воздуха в гидро системе пресса ведет к еще большему снижению коэффициентов жесткости ма гистралей дозатор-цилиндры. Вследствие этого перекос траверсы при эксцен тричном приложении нагрузки имеет тенденцию к возрастанию.

Решение экспериментальных задач проводится на основе разработки ме тодики производственных и лабораторных триботехнических испытаний.

Развитие теории избирательного переноса (ИП) привело к созданию но вых конструкционных и смазочных композиционных материалов, реализую щих этот режим в узлах трения машин. Однако высокая стоимость испытаний и изделия чаще всего не позволяет провести несколько таких испытаний, что по вышает вероятность ошибки в выводах. Поэтому, широкое распространение получили установки, имитирующие на образцах из заданных материалов опре деленный режим работы узла трения.

Режим ИП реализуется при трении твердых тел в рабочей среде, которая активно взаимодействует с материалом трущихся деталей. Поэтому при прове дении лабораторных испытаний необходимо учитывать то, что триботехниче ские характеристики определяются для системы: материалы деталей пар трения - смазочная среда. При этом процесс трения сопровождается предельно малыми значениями износа и коэффициента трения.

Кроме того, необходимо учитывать, что сдерживание износа, быстрый выход на режим безызносности не дают прирабатываться испытываемым об разцам, рабочая поверхность которых составляет 1 -3 см^2.

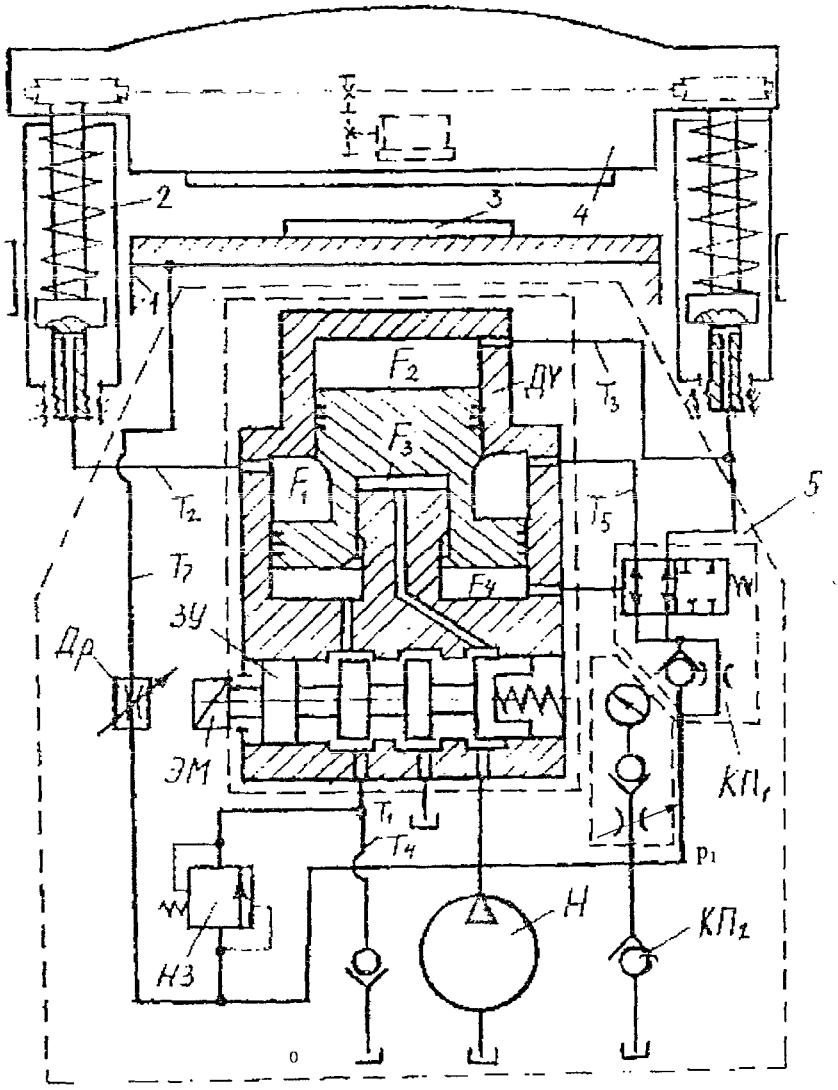


Рисунок 3 – Принципиальная схема пресса ПВГ-18-2-О

Разработаны методики определения оптимального соотношения составляющих компонентов смазочных сред и их концентраций, оценки эффективности действия присадок, вводимых в целях инициирования избирательного переноса при трении.

Ряд исследователей считает, что наиболее целесообразной формой образцов для испытаний подшипниковых и смазочных материалов являются сегменты, контактирующие с контртелом, имеющим форму в виде ролика. Эта форма обеспечивает постоянство давления по площади контакта, а условия контактирования приближаются к условиям в реальном подшипнике, так как каждая точка контртела последовательно контактирует с образцом и выходит из контакта. Испытания по этой схеме проводят на машине трения СМЦ-2.

Отличительной особенностью метода является применение испытуемых образцов с небольшими рабочими поверхностями (2...16 мм^2), что позволяет проводить испытания при больших удельных нагрузках и малом тепловыделении, и максимально избежать влияния конструктивных факторов и вязкости смазочной среды.

Устанавливаемая данным методом частота вращения подвижного образца (50 с$^{-1}$) обеспечивает проведение испытаний при скорости скольжения 2 м/с, находящейся в диапазоне наиболее распространенных в технике скоростей скольжения трущихся материалов узлов трения с вращательным движением деталей. Образцы изготавливаются из тех материалов, которые применяются для деталей машин и инструмента.

Рекомендуется использование образцов с характеристиками шероховатости поверхности и твердости, соответствующими технологии изготовления деталей узлов трения машин, для которых предназначены испытуемые материалы. Если при испытании возникают большие остаточные деформации, образуются наплывы и заусенцы, допускается определение линейного износа взвешиванием образцов с погрешностью не более 0,001 г до и после испытаний.

Избыточное давление предусмотрено программой испытаний. При использовании хладагента выдерживают давление от 1×10^5 до 2×10^5 Па в течение 10-15 мин. Затем проводят вторичное вакуумирование и заполнение рабочей камеры хладагентом до создания давления от 1×10^5 до 10×10^5 Па в зависимости от программы испытаний. Число повторных испытаний выбирают по ГОСТ 11.004-74. Испытания повторяют не менее 5 раз. Средний суммарный

линейный износ (h) подвижного и неподвижного образцов определяют по записи регистрирующего прибора по формуле

$$\sum h = l_n K_h - \Delta h_T \Delta T,$$

где l_n - показания прибора на ленте; K_h - чувствительность прибора при изменении износа образцов; Δh_T - изменение линейного размера образцов при нагреве (охлаждении) на 1°С; ΔT - изменение температуры образцов за время испытаний.

При определении износа взвешиванием суммарный линейный износ определяют по формуле

$$\sum h = \frac{G_{n_1} - G_{n_2}}{\rho_n A_{a_n}} + \frac{G_{H_1} - G_{H_2}}{\rho_H A_{a_H}},$$

где G_{n_1} и G_{n_2} - масса подвижного образца до и после испытаний; G_{H_1}, и G_{H_2} - масса неподвижного образца до и после испытаний; ρ_H и ρ_n - плотность материалов неподвижного и подвижного образцов; A_{a_n} и A_{a_H} - площадь номинальной поверхности трения подвижного и неподвижного образцов.

Среднюю интенсивность изнашивания определяют по формуле

$$I = \sum h / S,$$

где S- путь трения.

При возвратно-поступательном движении образцов

$$I = \sum h / (2br),$$

где b - длина хода образца; r - время испытаний.

При вращательном движении образцов

$$h = \sum h / (2 \times 10^6 r).$$

Среднее значение момента трения определяют по записи на ленте регистрирующего прибора как

$$M_{TP} = l_M K_M,$$

где l_M - показания прибора на ленте; K_M - чувствительность прибора при измерении момента трения.

Среднее значение силы трения определяют по ленте регистрирующего прибора при испытаниях с возвратно-поступательным движением по формуле

$$F_{TP} = l_F / 2K_F,$$

где l_F - разность показаний прибора, соответствующих значениям силы трения в точках с максимальной скоростью скольжения прямого и обратного ходов подвижного образца; K_F - чувствительность прибора при измерении силы трения.

Вычисляют значение коэффициента трения образцов в периоды установившейся скорости изнашивания при постоянных значениях температуры образцов и смазочного материала по формулам

$$f = M_{TP} / \left(6{,}5 \times 10^{-3} P\right) \quad \text{и} \quad f = F_{TP} / P$$

Для определяемых параметров трения применяют следующую степень округления полученных результатов: для износа - до 0,5 мкм; для коэффициента трения - до 0,001; для температуры - до 1°С.

Рассчитывают среднее значение определяемых параметров как среднее арифметическое значений, полученных в каждом испытании.

По средним значениям определяемых параметров строят графики зависимости износа образцов от времени испытаний и от концентрации присадки в смазочном материале, причем для построения последних используют логарифмическую координатную сетку.

Проводят сравнительный анализ триботехнических характеристик системы: трущиеся материалы – смазочный материал, исходя из условия, что лучшими свойствами обладают те сочетания, которые обеспечивают минимальное время выхода на установившийся режим трения при минимальных интенсивности изнашивания и коэффициенте трения. При этом увеличивается возможность конструкционных и смазочных материалов образовывать на поверхности трения защитную металлическую пленку.

Производственные испытания кожевенных машин проводились на Ростовском, Таганрогском кожевенных заводах и Шахтинском кожгалантерейном предприятии в штатных условиях. Максимальный уровень вибраций зарегистрирован в частотном диапазоне 3,5-4,0 кГц. Затем уровень вибраций в более высокочастотном спектре убывает практически до 0, имея некоторые выбросы на частотах 6 и 8 кГц, т.е. через каждые 2 кГц. На средних частотах дискретные значения, которые по своей величине на 10-20 дБ меньше максимальных, имеются на частотах: 250, 1000, 1750, 3000, 3750 Гц. В низкочастотном спектре ха-

рактерны одинаковые по величине (около 40 дБ) пики на частотах: 25, 50, 75, 100, 125, 150, 190, 200, 225, 230, 275, 300, 325, 360, 375, 425, 480, 500 Гц, что в основном соответствует оборотной частоте 25 Гц. При рабочем и холостом режимах вибрации практически не меняются. Хотя общий уровень их в холостом режиме несколько выше, что вызвано, как и в других аналогичных случаях, демпфирующей способностью полуфабриката.

Методика проведения эксперимента при исследовании виброакустического поля пресса основана на рекомендациях завода-изготовителя прессов – Орловского машиностроительного завода и разработчика – Орловского НИИ-ЛЕГМАШа. Дальнейшие исследовагия проведены на базе стандартных методик и положений, поэтому подробно не рассматриваются. Регистрирующие датчики вибраций устанавливаются на ударнике и станине пресса, обеспечивая получение объективной картины в анализе акустического поля и дополняются введением микрофона, осуществляющего запись воздушного шума.

Анализ виброакустического поля при работе пресса ПВГ-18 свидетельствует об его существенном изменении в процессе вырубания. Временной характер процесса определяется пятью пиками, проявляющимися как при регистрации вибраций, так и звукового давления, хотя в последнем случае и менее выражено, что объясняется наложением шумового фона, создаваемого отдельными элементами системы и другим оборудованием в цехе.

При сравнении вибрационной нагруженности прессов типа ПВГ – 18 и ПВГ – 8, можно видеть, что спектральный состав сигнала, получаемого от подвижной части (ударника, траверсы), достаточно сходен для обоих прессов, в то время как спектры неподвижной части – станины различны, что можно объяснить существенными отличиями конструкций и в большей части проявляется на станине, чем на ударнике.

В третьей главе выполнена разработка средств управления машинами лёгкой промышленности, используемых для производства кожгалантерейных изделий. Это потребовало проектирования для них специальных приводов, органически являющихся составными элементами таких систем. Анализ оборудования в процессе его эксплуатации показал, что наиболее приемлемы пневматические, гидравлические и комбинированные приводы. Однако специфика оборудования и принятая технология требуют использования схем и конструкций несколько отличающихся от стандартных, что не позволяет в желаемой ме-

ре применять для их описания математические модели, используемые для приводов, в данной работе, представляется целесообразным. В этой связи теоретический аспект вопроса рассмотрим в общем виде применительно ко всем разработанным приводам, а конкретное приложение, в качестве иллюстрации, дадим на примере двух характерных схем.

Разработаны пневматические приводы, которые работают при сравнительно невысоких давлениях питания /0,4…0,5 МПа/, вследствие чего переходный процесс в таких приводах предполагает возможность двух режимов истечения рабочего агента – надкритического и подкритического. Ввиду этого заполнение нагнетательной полости пневмоцилиндра и опорожнение его выхлопной полости при неизменных объёмах этих полостей осуществляется вначале в надкритическом, а затем в подкритическом режимах. При этом промежутки времени осуществления того или иного режима ощутимо различаются для полостей из-за весьма существенного различия их начальных объёмов. Модель привода осложняется и тем обстоятельством, что момент начала изменения объёмов полостей (момент трогания поршня) может наступить и до смены режима истечения рабочего агента в какой-либо полости, либо в обеих полостях.

С помощью уравнения Сен-Венана – Ванцеля можно найти расход, путем разложения в ряд правой части уравнения. Если отбросить все члены уравнения, сохранив только первые, то ошибка вычислений составит не более 10%, что является вполне допустимым для практических целей. Ввиду использования дросселирования время заполнения и опорожнения сравнительно велико, поэтому температурой газа можно пренебречь и после соответствующих преобразований для надкритического режима истечения газа можно найти выражения, описывающие изменения давлений в полостях и промежуток времени, в течение которого данные выражения справедливы. Параметры нагнетательной полости обозначим индексом «*Н*», а выхлопной «*В*». Тогда указанные уравнения запишем следующим образом

$$P_H = P_A + P_П \mu_H f_H F t \sqrt{R} T_H Y_H \sqrt{2}$$

$$Y_t \le Y_H \sqrt{2}\left[0{,}5(28) P_H - P_A\right] / P_П \mu_H f_H \sqrt{R} T_H$$

$$P_B = P_П / \exp\left(\mu_B f_B \sqrt{R} T_B Y_B \sqrt{2}\right)$$

$$Y_t \le Y_B \sqrt{2} \ln\left[0{,}5(28) P_П / P_A\right] \mu_B f_B \sqrt{R} T_B$$

Здесь $P_П$ – давление питания, P_A - атмосферное давление; μ - коэффициент расхода через нагнетательный (выхлопной) дроссель; f - эффективное сечение этого дросселя; Y - объем полости; R - универсальная газовая постоянная, T – температура рабочего агента.

Полученные выражения описывают изменения давлений в полостях в функции времени, при этом определяется промежуток времени, в течение которого данные выражения справедливы.

Поскольку момент трогания поршня может наступить до перехода истечения рабочего агента в какой либо полости, либо в обеих полостях, в подкритический режим, вышеприведенные уравнения следует дополнить следующим неравенством

$$P_H F_H - P_B F_H \le N_{сум},$$

где F - эффективная площадь поршня, $N_{сум}$ - сила сопротивления на штоке, включающая технологическую нагрузку, силу трения в уплотнениях пневмоцилиндра и силу трения в кинематической цепи «шток-рабочий орган».

Аналогичным образом можно получить уравнения для подкритического режима. Эти уравнения решаются обычными методами на ПЭВМ, что позволяет получить рациональные параметры пневмопривода. Также представляет определенный интерес вопрос регулирования скорости движения поршня в установившемся режиме. Такое регулирование можно осуществлять путем изменения эффективного сечения дросселя, установленного в нагнетательной, либо выхлопной части магистрали.

Для определения рационального варианта рассмотрим случай установки дросселя в нагнетательной магистрали. С учетом вышеизложенного дифференциальное уравнение состояния газа примет вид

$$P_H F_H \, dx/dt = RT_H \, dQ/dt$$

При подкритическом и надкритическом режимах истечения газа это уравнение может быть преобразовано следующим образом

$$u = \mu_H f_H \sqrt{2RT_H}\left(P_H - P_H\right)/F_H P_H \,,\; u = \mu_H f_H P_П \sqrt{RT_H}/F_H P_H \cdot 2$$

Полученные аналогичным образом выражения, определяющие скорость поршня при установке дросселя в выхлопной части магистрали, имеют следующий вид для подкритического и надкритического режимов:

$$u = \mu_B f_B \sqrt{2RT_B} P_A \left(P_B - P_A\right)/F_B P_B \,,\; u = \mu_H f_B \sqrt{RT_B}/F_B \cdot 2$$

Очевидно, что в первых трех случаях привод оказывается нежестким, а в последнем скорость зависит только от эффективного сечения дросселя, т.е. привод оказывается жестким. Таким образом, регулирование скорости установившегося движения дросселя целесообразно осуществлять изменением сечения дросселя, устанавливаемого в выхлопной магистрали, обеспечивая надкритический режим истечения газов из нее.

В четвертой главе при практической реализации разработок исследована износостойкость деталей швейных машин и реализация эффекта избирательного переноса.

Непрерывный рост сложности конструкции машин, повышение их производительности за счет ужесточения условий эксплуатации, выдвинули на первый план задачу обеспечения высокой надежности этого оборудования.

Формула частного коэффициента технического использования характеризует надежность машины

$$K_{TU} = \frac{1}{1 + Q_m \sum T_{nbi}}$$

где Q_m - теоретическая производительность швейной машины; $\sum T_{nbi}$ - время восстановления машины после i-го отказа.

Таким образом, коэффициент технического использования швейной машины учитывает вне цикловые потери времени (nb) и характеризует уровень технического совершенства машины.

Классификация отказов и связанных с ними простоев отражена в таблице 1.

Таблица 1

Классификация отказов швейных машин

I группа		II группа	
Специфические, для каждого типа швейных машин		Общие, свойственные всем типам швейных маш и возникающие в узлах, механизмах машиностр тельного назначения	
Явные	Скрытые	Явные	Скрытые
Проявляются в виде поломки или разладки рабочих органов машины /поломка игл, разладка нитепритягивателя/	Проявляются косвенно: в виде обрыва нити, неутяжка или пропуска стежков, срыва пришиваемых пуговиц	Поломки и заклинивание зубчатых передач, заедание механических элементов, обрыв приводного ремня	Абразивный, коррози ный и эрозионный из усталостное разруше износ поверхносте муфт...

Современные швейные машины отличаются высокой точностью изготовления наиболее ответственных сопряжений, высокими скоростями движения и частотой вращения рабочих органов, значительными усилиями, развивающимися в процессе работы.

Установлено, что интенсивность изнашивания деталей машин, являющаяся основной характеристикой их износостойкости, подчиняется при полужидкостном трении следующей зависимости

$$J = KP[1 - N\eta\vartheta l/(hP)] = KP(1 - C),$$

где: K - konst, зависящая от условий работы и свойств материала; P - давление в контакте; N - коэффициент, отражающий влияние гидродинамического давления в масляном слое; η - вязкость масла; ϑ - скорость скольжения трущихся поверхностей; h - наименьшая толщина масляного слоя; $C = N\eta\vartheta l / Np$, параметр, характеризующий долю общей нагрузки на трущуюся пару, передающуюся через слой масла.

Из приведенной зависимости следует, что для повышения срока службы деталей узлов трения необходимо снижать удельную нагрузку на поверхности контакта и усовершенствовать систему смазки. Состояние и свойства поверхностей трущихся деталей машин оказывают значительное влияние на их способность сопротивляться износу. Состояние поверхности определяют микронеровности (шероховатость) и их направление, волнистость, а свойства - физико-механические показатели металла в тонких поверхностных слоях.

Большое влияние на износостойкость трущихся деталей швейных машин оказывает правильное применение смазочных композиций и тщательный уход за узлами трения. Защитное действие смазочных масел от интенсивного износа трущихся деталей зависит от свойств поверхностного слоя металла, его влияния на адсорбционную способность масла, наличия в металле пор, каналов, шероховатости, а также от возможного возникновения химических реакций с маслом при нормальной и повышенной температуре, способа подвода, количества и качества смазки, условий трения, температурных условий в зоне трения.

В зависимости от вида смазочного материала, материалов, участвующих в работе пары и условий трения механизм формирования сервовитной пленки различен.

Формирование сервовитной пленки в паре «сталь-сталь» при работе с металлоплакирующими смазочными материалами, содержащими мелкие частицы

бронзы, меди, свинца, происходит следующим образом. В паре «сталь-сталь» поверхности деталей покрываются тонкой пленкой, состоящей из металла применяемых порошков. В процессе работы порошки частично растворяются в смазочном материале и в результате восстановления окисных пленок прочно схватываются со сталью, образуя сервовитную пленку. Такие пленки пластичных материалов пористы и содержат в порах смазочный материал. Коэффициент трения при высоких нагрузках снижается, а стальные поверхности не изнашиваются. При трении сдвиг поверхности трения происходит внутри образующихся пленок по диффузионно-вакансионному механизму.

Металлполимерные соединения позволяют реализовать эффект ИП, увеличить долговечность трущегося узла. Создание смазочных композиций с требуемыми комплексами свойств, обеспечивающих реализацию эффекта безызносности - задача исключительно сложная. Модификатор, входящий в состав смазочного материала, обеспечивает реализацию данного эффекта, и выбор такого модификатора является решающим шагом при создании материалов. Более широкое использование металлов, входящих в состав смазочных материалов может быть в том случае, если получать растворы, где металлы находятся в виде ионов или молекул. Такие материалы способны проходить через фильтрующие системы и быть стабильными во времени. Такая реакция носит окислительно-восстановительный характер.

$$Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$$

Таким образом, принимая во внимание действие эффективных микрокатодов, можно полагать, что восстановленные из жидких металлополимеров, введенных в смазочные материалы медь, никель, свинец и др. элементы, образуют с железом гальванические пары:

$$Fe - Cu;\ Fe - Ni;\ Fe - Pb$$

В основном используется в виде присадок или наполнителей порошки чистой меди или оксид меди.

Узлы трения швейных и обувных машин изготовляют из термообработанных сталей и чугуна и смазывают маловязкими минеральными маслами. Условия работы машин не позволяют обильно смазывать трущиеся детали, т.к. это вызывает загрязнение деталей изделия. Поэтому чаще всего применяют периодическое смазывание.

Анализ тенденций развития смазывания и существующие разработки в области триботехники, химии, металлургии позволяют сделать прогноз дальнейшего совершенствования смазывания:

- уменьшение номенклатуры минеральных смазочных материалов, разработка смазочных материалов, наносимых на поверхность трения один раз за весь ресурс узла трения;

- уменьшение номенклатуры конструкционных материалов, значительное сниженне доли цветных металлов и повышение доли композиционных материалов с регулируемым рельефом;

- разработка и создание адаптивных смазочных устройств, которые будут представлять собой смазочный питатель, управляемый чувствительным элементом, реагирующим на изменение основных триботехнический параметров пары трения коэффициента трения и интенсивности изнашивания;

- модификация новых смазочных композиций, обеспечивающих реализацию эффекта ИП.

Минимальный износ в зоне трения обеспечивает эффект избирательного переноса. Его можно представить, как самопроизвольное образование в зоне контакта поверхностей тонкой металлической медной пленки, имеющей низкое сопротивление сдвигу и не накапливающей дислокаций при деформации.

Попытки получить и сохранить длительное время смазку с равномерно распределённым по всему объему медным порошком не привели к успеху, т.к. со временем медь выпадает в осадок. Особенности смазки многих машин лёгкой промышленности, предусматривающие в системе смазки капиллярные трубки и фильтрующие элементы, ещё больше снижают эффективность полученной смазки, т.к. медь не доходит до зоны трения.

Среди большого числа швейных машин, наибольший удельный вес принадлежит универсальным швейным машинам, поэтому в качестве объекта экспериментальных исследований была выбрана универсальная швейная машина 97-А класса с централизованной системой подачи смазки. В течение 12 месяцев велось наблюдение за группой машин на Новосибирском предприятии "Швейбыт". Машины, которые были взяты под наблюдение, были использованы на пошиве женских х/б халатов и постельного белья.

Под наблюдение были взяты две группы швейных машин, по 12 в каждой:

- опытная группа, в которой применялась предложенная смазочная композиция;
- контрольная группа, которая смазывалась стандартным индустриальным маслом И-20.

Таблица 2

Замены деталей швейных машин в опытной и контрольной группах за период 12 месяцев

НАИМЕНОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ	ЗАМЕНЫ	
	опытная группа	контрольная группа
1. Челночный комплект	24	32
2. Подшипник шатуна игловодителя	2	4
3. Механизм двигателя ткани	3	5
4. Палец шпуледержателя	1	2
5. Игловодитель	3	5
6.Палец нитепритягивателя	1	2
Повышение износостойкости деталей в опытной группе, %	1 - 25%; 2 - 50%; 3 - 40%; 4 - 50% ; 5 - 40%; 6 - 50%.	

Таблица 3

Уровень вибраций и шума швейных машин в контрольной и опытной группах

Объекты исследований	Ускорение вибраций					Уровень шума, дБ	Амплитуда Вибраций рукава
	т 1	т 2	т 3	т 4	т 5		
Опытная группа	12,0	11,0	9,0	6,5	10,0	71	0,26
Контрольная группа	18,0	17,5	12,3	7,0	16,0	82	0,35

Методика проведения эксперимента составлена на основании требования ГОСТ 8.055-73 "Методика выполнения измерений для определения шумовых характеристик", ГОСТ 2700-218-74 "Шумовые характеристики. Методы определения". Учтено существование утвержденных санитарных норм и правил при работе с инструментами, механизмами и оборудованием, создающем вибрацию - СН 626-76 и санитарных норм проектирования промышленных предприятий СН-245-71.

При исследовании оборудования определяются ряд вибрационных характеристик:

1. Шумовые параметры
   - октавные уровни звуковой мощности,
   - октавные уровни звукового давления.
2. Вибрационные параметры
   - уровень вибрации,
   - уровень виброскорости.

Параметры шума оборудования определяются по ГОСТ 8.055-75, где измерительные точки расположены на расстоянии 1 метра от наружного контура машины. Датчики вибраций устанавливаются непосредственно на источниках вибрации и шума, а при невозможности такой установки - на корпусе машины, поблизости от генераторов шума и вибраций. Измерения проводились в производственных условиях. Параметры вибрации оборудования определяются согласно ГОСТ 12.01.003-76, а также в точках, где вибрация влияет на качество выпускаемой продукции и надежность самого оборудования.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Производство галантерейных изделий из кожевенных материалов является одним из перспективных путей развития мелких и средних производств, способных обеспечить занятость населения и заполнить рынок высококачественной продукцией, конкурирующей с импортными товарами. Выпуск конкурентоспособной продукции, сопровождаемой сертификатом соответствия, достигается при использовании предлагаемых в работе методик квалиметрической оценки продукции с реализацией разработанных расчетных методов совершенствования оборудования и современных технологий.
2. Гарантирование стабильно высокого качества кожгалантерейной продукции требует внедрение новых технологий, адаптированных под мелкие партии товара и установки соответствующего оборудования. Разработанные прикладные методики повышения работоспособности рабочих органов технологических машин ориентированы на решение задач диссертации как инфраструктурные составляющие процесса создания современного оборудования в кибернетической постановке данной проблемы.

3. Качество готовой продукции формируется на всех стадиях технологического процесса, основными из которых являются операции по мездрению, строганию, шлифованию и мягчению кожи на последовательных этапах ее механической обработки, а также раскрой и сшивание деталей на следующих стадиях производства кожгалантерейных изделий.
4. Максимально высокое качество обработки кожевенных материалов на машинах валичного типа достигается, как правило, на рабочих скоростях, составляющих примерно 0,75 максимальных скоростей транспортировани. Некоторое снижение производительности по этой причине компенсируется гарантированием более высокого качества изделия, что при введении квалиметрической оценки является более значимым и предпочтительным в ранге действующих приоритетов.
5. Износ технологического оборудования при достижении экспериментально и статистически определяемых значений для каждой из деталей и узлов, проявляется в практически значимом снижении качества обработки. Разработаны методики оценки текущего состояния типового для отрасли оборудования, позволяющие предотвратить его работу при достижении критических величин износа отдельных деталей, определяющих работоспособное состояние машины. Применение методов упрочнения наиболее быстроизнашивающихся деталей позволяет модифицировать конструкцию, обосновать точностные требования и разработать соответствующее технологическое обеспечение. Разработаны принципы нормирования точности изготовления рабочих органов и других качествообразующих деталей по их функциональному признаку с учетом производственных, эксплуатационных и сертификационных требований к готовой продукции по заданному техническому ресурсу.
6. Сертифицирование кожгалантерейной продукции обеспечивается при внедрении разработанных программ по стандартизации и системы качества на предприятиях малых мощностей, связанных с выпуском кожгалантерейной продукции. Подготовлены технические условия и созданы предпосылки для гармонизации проводимых работ со стандартами ИСО 9000.
7. Разработанные методики расчета гидросистемы траверсного пресса, пневматического привода машин легкой промышленности, конструктивных параметров валичных машин для обработки кожи способны существенно повысить технический уровень соответствующего оборудования и стабилизировать во времени качество обрабатываемой продукции.

8. Выполненные исследования по совершенствованию системы смазки узлов трения рассматриваемых машин обеспечили получение реального экономического эффекта, выразившегося в снижении износа пар трения, что обусловило сокращение использования запасных частей и уменьшение ремонтных затрат.
9. Изучение динамики машин, задействованных в рассматриваемой технологической цепочке, позволило определить перечень возможных мероприятий, являющихся наиболее перспективными с точки зрения их использования на мелких и средних предприятиях, занятых изготовлением кожгалантерейной продукции.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1 Блатман Г.М., Тимошкова Н.В., Хоменко Л.Я. Совершенствование оплаты и стимулирование труда работников в условиях хозрасчета и самофинансирования. Изд. РГУ. Ростов-на-Дону. 1990. 72 с.

2 Блатман Г.М. Установка для промывки внутренних полостей холодильных агрегатов при ремонте. Сб.научных трудов ДГАС. Шахты.1996 .с.29-33.

3 Блатман Г.М. Способы охлаждения герметичных компрессов бытовых холодильников. Сб. научных трудов ДГАС. Шахты.1996. с.18-21.

4 Блатман Г.М. Рабочие процессы герметичного компрессора.Сб.научных трудов ДГАС. Шахты 1996. С.22-28.

5 Сапронов А.Г., Блатман Г.М., Горцевской А.Г., Иванов В.А. Исследование динамики гидропневмоприводов вырубочных прессов. Депонирована в ВИНИТИ. 2000. 14 с.

6 Радин Ю.В., Блатман Г.М., Сапронов А.Г. К разработке критериев для оценки технического уровня швейных машин. – В кн. Образование и наука при совершенствовании оборудования и технологий легкой промышленности. М. МГУДТ. С.32-34.

7 Сапронов А.Г., Радин Ю.В., Блатман Г.М. Система качества на швейном предприятии. – В кн. Образование и наука при совершенствовании оборудования и технологий легкой промышленности. М . МГУДТ.с.35-37.

Отдельные положения выполненных научных работ использованы в учебном процессе и вошли в учебно-методические разработки:

- методические указания для студентов заочного факультета (ШТИБО, Шахты. 1989. 24 с.);
- методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Бытовые машины и приборы» (ШТИБО, Шахты. 1994. 14с.);
- учебное пособие по дипломному проектированию для студентов специальности 23.03 и 17.07. (Гриф УМО вузов сервиса. ДГАС. Шахты. 136 с. Участие автора 70 процентов).