

687.053

к 43

ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 687.053.67-52



КИРИЛЛОВ АЛЕКСЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ И УСТРОЙСТВ
ПОЛУАВТОМАТА С МПУ ДЛЯ НАСТРАЧИВАНИЯ НАКЛАДНЫХ
КАРМАНОВ**

Специальность 05.02.13 -

Машины и агрегаты легкой промышленности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Витебск, 1999

687.053.6/7-5

Работа выполнена в

Научный руководитель:

доктор технических наук,
профессор Сункуев Б.С.

Официальные оппоненты:

заслуженный деятель
науки и техники России,
доктор технических наук,
профессор Сторожев В.В.;
кандидат технических наук,
доцент Ольшанский В.И.

Оппонирующая организация:

Опытно-конструкторское бюро
машиностроения г. Витебска

Защита состоится 14 октября 1999 г. в 10 часов на заседании Совета К 02.11.01 по защите диссертаций в Витебском государственном технологическом университете по адресу:

210028, г. Витебск, Московский проспект, 72

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Витебского государственного технологического университета.

Автореферат разослан 8 сентября 1999 г.

Казарновская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ.

В производстве одежды выполняется много операций, связанных со стачиванием по контуру деталей швейных изделий, например, воротников, манжет, клапанов карманов, накладных карманов и т.д. Выполнение этих операций на универсальных швейных машинах характеризуется низкой производительностью, высокой трудоемкостью, низким качеством обработки. Для автоматизации этих операций зарубежными фирмами "Дюркоп", "Адлер", "Пфафф", "Некки", Подольским электромеханическим заводом (Россия) выпускаются специальные полуавтоматы.

Эти полуавтоматы характеризуются узкой специализацией (т.е. предназначены для стачивания только одного вида деталей, например, манжет), высоким уровнем автоматизации вспомогательных приемов, высокой производительностью (до 5-6 изделий в минуту). Однако высокая стоимость этих полуавтоматов делает их неэффективными в современных условиях швейного производства Республики Беларусь и стран СНГ, характеризующихся небольшими партиями пошиваемых изделий, частой сменой их ассортимента, ведущей к изменению размеров и форм деталей.

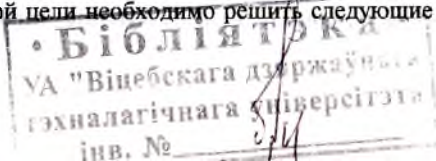
Актуальной является проблема разработки экономически эффективного в условиях мелкосерийного производства полуавтомата, пригодного при смене кассеты для настрачивания по контуру накладных карманов различных размеров и форм. Поэтому в настоящей работе поставлена задача разработки и исследования механизмов и устройств полуавтомата с МПУ, предназначенного для настрачивания по контуру накладных карманов.

СВЯЗЬ РАБОТЫ С КРУПНЫМИ НАУЧНЫМИ ПРОГРАММАМИ, ТЕМАМИ.

Основой для выполнения данной работы была программа по решению Республиканской научно-технической проблемы "Создание и организация производства оборудования, запасных частей и оснастки для предприятий легкой и местной промышленности" (Протокол № 5/123 от 5.12.93), утвержденная 12.02.94 г. Комиссией Президиума Совета Министров Республики Беларусь по вопросам научно-технического прогресса.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Цель данной работы - разработка и исследование механизмов и устройств швейного полуавтомата с МПУ для настрачивания по контуру накладных карманов. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:



- провести аналитическое исследование технико-экономических показателей существующих конструкций полуавтоматов;
- выбрать рациональную структуру полуавтомата исходя из ожидаемого экономического эффекта от внедрения;
- провести теоретические и экспериментальные исследования показателей качества выполнения операции в зависимости от технологических параметров;
- на основе исследований динамики координатного устройства предложить пути повышения производительности полуавтомата;
- разработать макет полуавтомата и конструкцию кассеты для закрепления стачиваемых деталей;
- разработать алгоритмы и программное обеспечение для управления координатным устройством полуавтомата.

ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Объектом исследования является макет швейного полуавтомата с МПУ для настраивания по контуру накладных карманов.

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.

В работе сочетаются теоретические и экспериментальные методы исследования, основные теоретические результаты подтверждены экспериментально. Проведенные исследования базируются на работах отечественных и зарубежных ученых, являясь их продолжением и развитием.

При выполнении теоретических исследований использовались положения теоретической механики, сопротивления материалов, математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теории колебаний, методы программирования и оптимизации. Все необходимые расчеты проведены на ЭВМ с использованием современных программных средств и специально разработанных автором программ.

Обработка результатов экспериментов проводилась с использованием методов планирования эксперимента и математической статистики на ЭВМ. Экспериментальные исследования проведены в научно-исследовательских лабораториях Витебского государственного технологического университета на специально разработанных установках.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- разработана методика выбора оптимальной структуры швейных полуавтоматов с МПУ, основанная на сравнительном анализе множества вариантов структур полуавтоматов одного целевого назначения по критерию экономической эффективности;
- разработаны методики оптимизации показателей качества челночной строчки на контурном полуавтомате: вероятности появления узелковых пере-

плетений, коэффициента утяжки, коэффициента плотности прижатия тканей в шве нитками стежка,

- разработана методика расчета оптимальных по быстрдействию параметров движения каретки координатного устройства при ее старт-стопном движении;

- разработана методика расчета параметров расширенной фазы транспортирования с учетом ограничений на величину деформаций иглы по критерию быстрдействия каретки координатного устройства;

- разработана динамическая модель взаимодействия иглы с материалом при расширении фазы транспортирования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Практическая значимость заключается в следующем:

- определена оптимальная структура полуавтомата для настрачивания по контуру накладных карманов с учетом условий отечественного швейного производства;

- разработаны рекомендации по улучшению качества стачивания на швейном полуавтомате с МПУ для настрачивания по контуру накладных карманов;

- рассчитаны оптимальные параметры движения каретки координатного устройства швейного полуавтомата для настрачивания по контуру накладных карманов, применение которых позволяет увеличить скорость шитья максимально на 25-30%;

- разработаны рекомендации по расширению фазы транспортирования, позволяющие повысить скорость шитья при стачивании легких и средних тканей, применяемых при производстве сорочек, в 2-3 раза;

- разработаны алгоритмы и программное обеспечение для реализации контуров строчек на полуавтомате.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Ожидаемый годовой экономический эффект от применения одного полуавтомата для настрачивания по контуру накладных карманов составляет 535,5 млн. руб. в ценах на январь 1999 г. Ожидаемый годовой экономический эффект от применения программного обеспечения и рекомендаций по расширению фазы транспортирования в одном полуавтомате ПШ-1 для сборки плоских заготовок верха обуви при доле участия 10% составляет 34,0 млн. руб. в ценах на январь 1999 г.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

Автор защищает:

- методику выбора оптимальной структуры швейных полуавтоматов с МПУ по критерию экономической эффективности;

- методику расчета оптимальных по быстродействию параметров движения каретки координатного устройства при ее старт-стопном движении;
- методику расчета параметров расширенной фазы транспортирования каретки координатного устройства с учетом ограничений на величину деформаций иглы;
- динамическую модель взаимодействия иглы с материалом при расширении фазы транспортирования.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД СОИСКАТЕЛЯ

Соискателем лично:

- разработана методика выбора оптимальной структуры швейных полуавтоматов с МПУ по критерию экономической эффективности;
- определена оптимальная структура полуавтомата для настрачивания по контуру накладных карманов с учетом условий отечественного швейного производства;
- проведена оптимизация показателей качества стачивания на макете швейного полуавтомата с МПУ для настрачивания накладных карманов;
- разработан метод стабилизации показателей качества челночной строчки, выполняемой на швейном полуавтомате с МПУ, для контуров, имеющих сложную форму;
- проведено исследование по выбору оптимального вида коммутации обмоток шаговых электродвигателей;
- разработана методика расчета оптимальных по быстродействию параметров движения каретки координатного устройства при ее старт-стопном движении;
- рассчитаны оптимальные по критерию быстродействия параметры старт-стопного движения каретки координатного устройства швейного полуавтомата для настрачивания по контуру накладных карманов;
- разработана методика оптимизации параметров расширенной фазы транспортирования с учетом ограничений на величину деформаций иглы;
- разработана динамическая модель взаимодействия иглы с материалом при расширении фазы транспортирования;
- разработаны алгоритмы и программное обеспечение для реализации контуров строчек на полуавтомате контурной обработки.

АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ

Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку:

- на научно-технических конференциях студентов, преподавателей и сотрудников ВГТУ 1995-1998 гг;
- на Республиканской научно-технической выставке "Беллегмаш-97" (г. Минск, 1997 г.);

- на Санкт-Петербургской международной научно-технической конференции по машинам и аппаратам легкой и текстильной промышленности 1998 г;
- на заседаниях кафедры “Машины и аппараты легкой промышленности” Витебского государственного технологического университета 1995-1999 гг.
- на заседании Проблемного Совета ВГТУ по специальности 05.02.13, 30 июня 1999 г.

ПУБЛИКАЦИИ.

По результатам диссертации опубликовано 9 печатных работ, в том числе 5 тезисов докладов, 4 статьи, подана заявка на изобретение.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ.

Работа содержит введение, пять глав, выводы по главам и по работе в целом, библиографию и приложения.

Общий объем работы составляет 283 страницы. Объем диссертации составляет 193 страницы, включающих 85 рисунков и 8 таблиц. В работе использовались 128 источника, на которые сделаны ссылки, представленные на 8 страницах. В работе приведены 6 приложений, представленных на 90 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задача исследования, научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе выполнен обзор существующего полуавтоматического оборудования для контурной обработки деталей швейных изделий, в частности накладных карманов. С целью проведения технико-экономического анализа оборудования для обработки накладных карманов было условно выделено 12 типов оборудования, различающегося способом фальцевания заготовки кармана, наличием кипокладчика и числом позиций обработки. Для полуавтоматов различного типа на основании данных хронометрирования проведена разбивка операции по обработке накладного кармана на элементарные и получены зависимости производительности от частоты вращения главного вала шьющей головки. В результате определена степень влияния на производительность таких факторов, как скорость шитья, число позиций обработки, наличие кипокладчика и способа фальцевания заготовки кармана. Установлено, что производительность полуавтоматов для настрачивания накладных карманов может быть существенно повышена за счет совмещения операций фальцевания и настрачивания, применения холодного фальцевания, совершенствования динамических и конструктивных характеристик устройства для транспортирования заготовки в процессе настрачивания. На рис. 1 приведены графики зависимости производи-

тельности проектируемого полуавтомата и полуавтомата 804-2 кл. фирмы “Адлер” в зависимости от частоты вращения главного вала швейной головки.

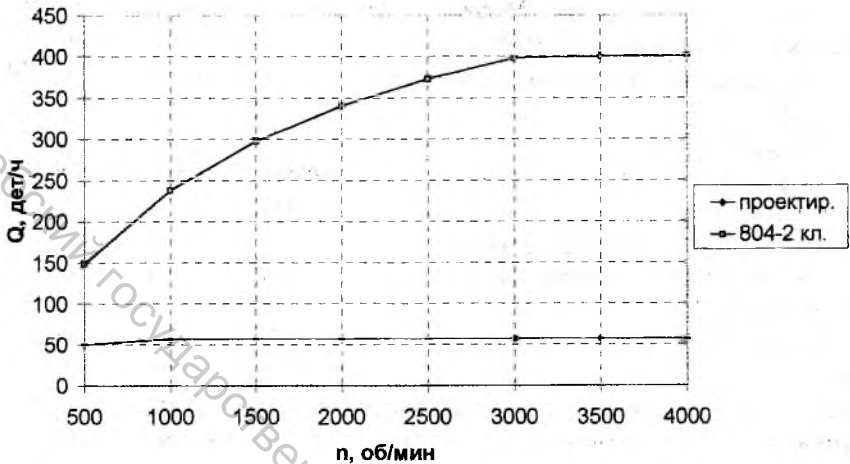


Рис. 1. Производительность оборудования для обработки накладных карманов

Производительность зарубежного аналога выше в 6-7 раз, однако стоимость также выше на порядок, поэтому необходимо для сравнительного анализа этих полуавтоматов выбрать критерий, который бы одновременно учитывал оба этих показателя.

Разработана методика выбора оптимальной структуры швейных полуавтоматов с МПУ, основанная на сравнительном анализе множества вариантов структур полуавтоматов одного целевого назначения по критерию экономической эффективности с учетом реальных условий производства, включая необходимость переналадок, объем выпуска изделий, среднюю величину партий изделий. Для сравнительного анализа экономической эффективности полуавтомата по отношению к базисному варианту - автоматизированной швейной машине 31-13+50 класса АО “Орша” - была разработана методика, реализованная на ЭВМ применительно к 12 типам рассматриваемого оборудования. Методика позволяет, исходя из частных показателей сравнительной эффективности вариантов (эксплуатационных, конструктивных и организационных), рассчитать общие показатели (годовой экономический эффект и срок окупаемости капитальных вложений). На рис. 2 отражены графики зависимости годового экономического эффекта для проектируемого полуавтомата и полуавтомата 804-2 кл. фирмы “Адлер” от объема выпуска.

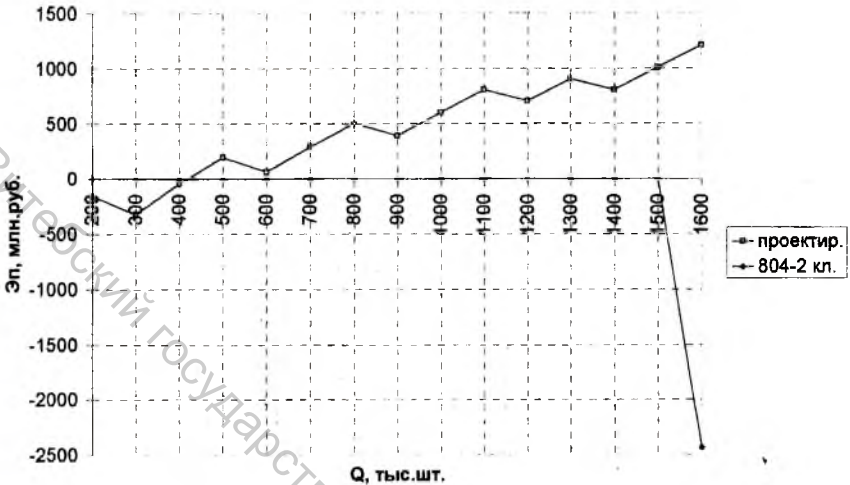


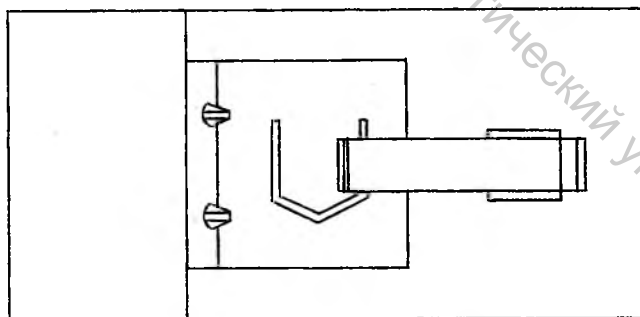
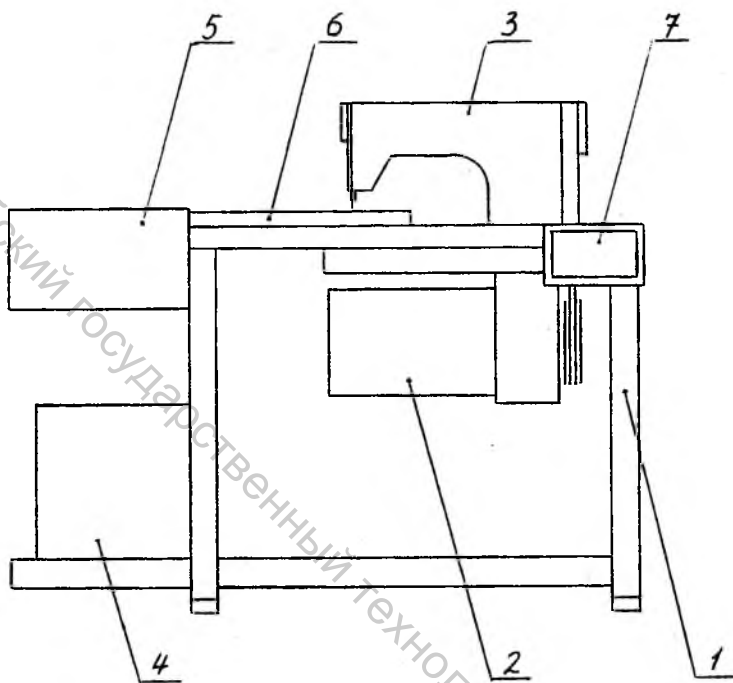
Рис. 2. Зависимость годового экономического эффекта от объема выпуска

Применение зарубежного аналога оказывается невыгодным при любом объеме производства, поскольку получается отрицательный экономический эффект. На основании расчетов выявлен наиболее перспективный в условиях швейных предприятий Республики Беларусь тип оборудования (однопозиционный, с горячим фальцеванием, без кипоукладчика), который был взят за основу при разработке макета полуавтомата, поскольку дает экономический эффект в мелкосерийном производстве с частой сменой ассортимента.

Изготовлен и апробирован макет полуавтомата для настрочивания накладных карманов, включающий швейную головку 31-13+50 кл. АО "Орша", промстол и координатное устройство ПШ-1 (рис. 3). Разработаны и апробированы различные конструкции кассет для удержания полочки и заготовки кармана в процессе транспортирования, в результате выбран оптимальный вариант конструкции (рис. 4). Проведенные предварительные испытания при стачивании легких и средних сорочечных тканей показали работоспособность макета и направления дальнейших экспериментальных и теоретических исследований.

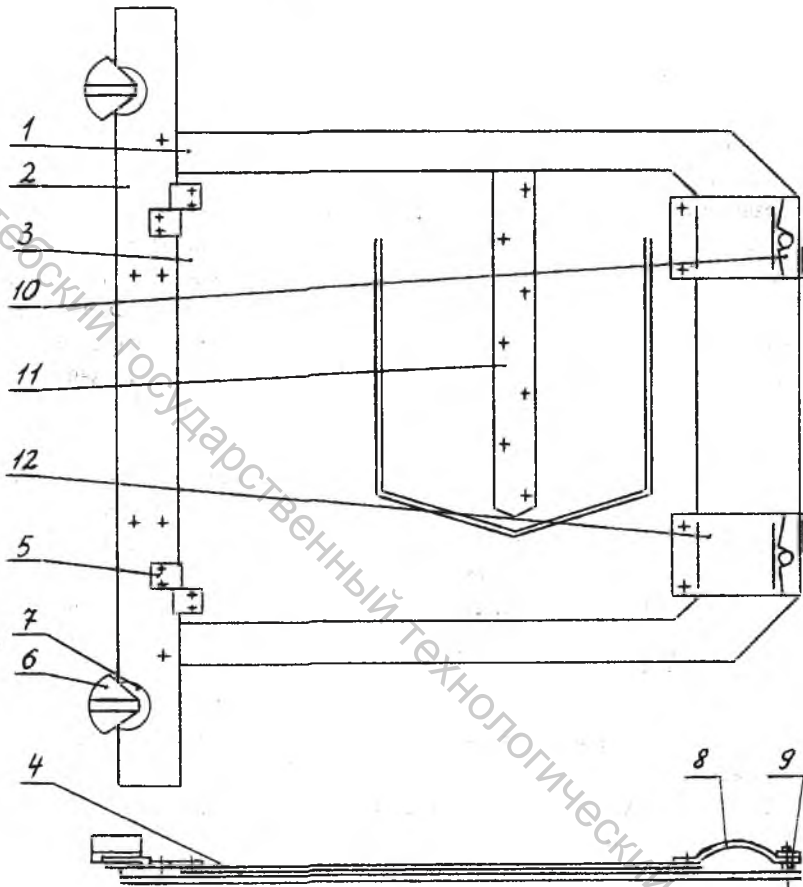
Вторая глава посвящена проблеме повышения качества выполнения операции на полуавтомате, необходимость рассмотрения которой связана с существенным различием в условиях стежкообразования на универсальной швейной машине и полуавтомате. Выполнен аналитический обзор показателей качества челночной строчки, методов их измерения и оценки, а также факторов, влияющих на качество строчки применительно к полуавтомату.

Важной особенностью швейного полуавтомата с МПУ с координатным устройством перемещения деталей является образование строчки в различных



- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1 - промстол | 5 - координатное устройство |
| 2 - автоматизированный привод | 6 - кассета |
| 3 - швейная головка | 7 - пульт управления |
| 4 - блок МПУ | |

Рис. 3. Общий вид полуавтомата для настрочивания накладных карманов



- 1 - основание
 2 - планка
 3, 4 - пластины
 5 - шарнирная петля
 6 - сектор

- 7 - цилиндр
 8 - хомут
 9 - фиксатор
 10 - защелка

Рис. 4. Общий вид кассеты

направлениях по отношению к оси швейной головки, что влияет на вид переплетения нитей в стежке и существенно отражается на качественных показателях строчки. Проблеме анализа качественных показателей челночной строчки в зависимости от направления перемещения стачиваемых деталей посвящены работы Сторожева В.В., Комиссарова А.И., Червякова Ф.И. и др. В данной работе исследовались качественные показатели челночной строчки применительно к полуавтомату с координатным устройством перемещения стачиваемых деталей при различных режимах транспортирования (старт-стопном и непрерывном). Проведен обзор исследований по способам устранения отрицательного влияния узелковых переплетений и предложен способ применительно к полуавтоматам для контурной обработки деталей швейных изделий при перемещении их координатным устройством, заключающийся в смене направления обхода контура или повороте кассеты на определенный угол по отношению к оси швейной головки, что позволяет свести к минимуму вероятность появления узелковых переплетений.

Проведено сравнительное экспериментальное исследование выбранных показателей качества (длины верхней l_v и нижней l_n нити, коэффициента утяжки k_y и коэффициента плотности прижатия тканей в шве нитками стежка $k_{пл}$) в зависимости от направления перемещения стачиваемых материалов, в результате чего установлено, что при старт-стопном и непрерывном режимах движения различия показателей качества незначительны. Это позволяет говорить о возможности применения непрерывного режима транспортирования на полуавтомате.

Метод комплексного исследования показателей качества челночной строчки с применением математического планирования эксперимента, который применялся в данной работе, впервые предложен Ольшанским В.И. Новизна проведенных исследований заключается в оптимизации показателей качества применительно к полуавтомату с МПУ при непрерывном режиме движения каретки координатного устройства. Для этого проведено исследование влияния на качественные показатели челночной строчки (коэффициента утяжки k_y и коэффициента плотности прижатия тканей в шве нитками стежка $k_{пл}$) таких регулируемых параметров полуавтомата, как длина стежка $l_{ст}$, натяжение верхней T_v и нижней T_n нити и усилие компенсационной пружины T_k . Проведен полнофакторный эксперимент и получены регрессионные модели вида $k_y = k_y(l_{ст}, T_v, T_n, T_k)$; $k_{пл} = k_{пл}(l_{ст}, T_v, T_n, T_k)$.

Рассчитаны коэффициенты регрессионных моделей. Выполнена проверка адекватности коэффициентов и самой модели.

С учетом двух условий $k_y = 1$ и $k_{пл} \rightarrow \min$ была решена задача определения для заданной длины стежка значений T_v, T_n, T_k .

Приведенные во второй главе рекомендации позволяют улучшить такие качественные показатели челночной строчки, как стабильность вида переплетения, расположение узелков переплетения в стачиваемом пакете, плотность прижатия тканей в шве нитками стежка.

Третья глава направлена на решение проблемы повышения скорости шитья полуавтомата, которая ограничена в настоящее время быстродействием координатного устройства. Намечено 3 пути решения этой проблемы, которые позволяют повысить скорость шитья с 1200 ст/мин до 3000 ст/мин и более:

- выбор оптимального вида коммутации обмоток шаговых электродвигателей;
- выбор оптимальных параметров движения каретки координатного устройства;
- расширение фазы транспортирования.

Для выбора оптимального вида коммутации было проведено экспериментальное исследование на макете полуавтомата, которое выявило зависимость предельных скоростных режимов работы координатного устройства от закона нарастания напряжения в обмотках шаговых электродвигателей, электрического дробления основного шага и числа импульсов при разгоне до максимальной скорости. В результате установлено, что для достижения максимального быстродействия следует применять закон нарастания напряжения в обмотках $U=U_m \operatorname{tg} \varphi$ вместо $U=U_m \sin \varphi$ и использовать электрическое дробление основного шага. Так, максимальное повышение скорости каретки составляет 58% при дроблении основного шага на 8 и 41% при применении закона $U=U_m \operatorname{tg} \varphi$. Число импульсов при разгоне (которое обратно пропорционально угловому ускорению ротора) следует подбирать оптимальным для обеспечения минимального времени транспортирования для заданной длины стежка. Для теоретического обоснования этого положения было проведено соответствующее исследование, при котором была поставлена задача минимизации целевой функции

$$t_{\text{тр}} = \begin{cases} \frac{l_{\text{ст}} u}{\omega} + \frac{\omega}{\varepsilon}, & \text{если } \omega \in [\omega_{\text{мин}}, \omega_0] \\ 2\sqrt{\frac{l_{\text{ст}} u}{\varepsilon}}, & \text{если } \omega \in [\omega_0, \omega_{\text{макс}}] \end{cases} \rightarrow \min,$$

где $t_{\text{тр}}$ - время перемещения каретки на величину стежка $l_{\text{ст}}$,

u - общее передаточное число от вала шагового электродвигателя к каретке,

ω , ε - угловые скорость и ускорение вала ШД,

$\omega_{\text{мин}}$, $\omega_{\text{макс}}$ - минимальное и максимальное значение угловой скорости механической характеристики ШД,

ω_0 - угловая скорость, соответствующая переходу от закона движения в виде треугольника к закону движения в виде трапеции.

Разработана методика расчета оптимальных по быстродействию скорости и ускорения каретки координатного устройства макета полуавтомата при старто-стопном режиме движения, при которых скорость шитья повышается на 6-37%. При этом были определены для различных значений $l_{ст}$ следующие зависимости (рис. 5), которые показывают, насколько уменьшается $t_{тр}$ при задании оптимальных значений ω и ε для заданной $l_{ст}$ (при существующем способе $\omega = \text{const}$ и $\varepsilon = \text{const}$ для всех $l_{ст}$).

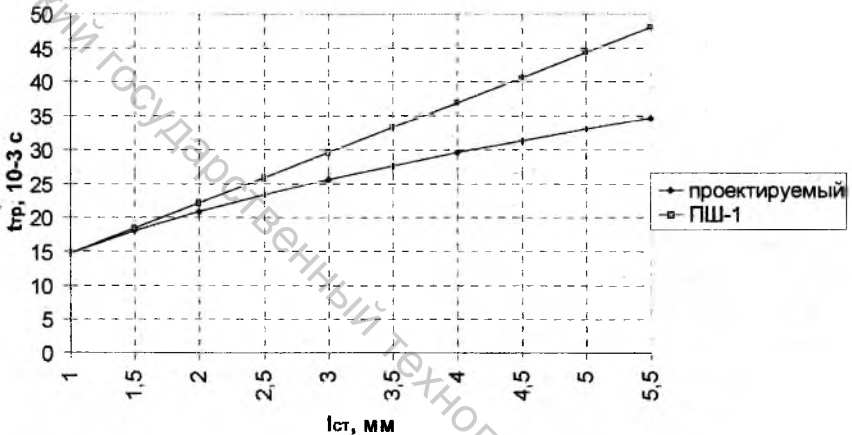


Рис. 5. Зависимость времени транспортирования от длины стежка

Однако наиболее эффективным способом повышения производительности полуавтомата оказалось расширение фазы транспортирования. Решена задача определения оптимального по быстродействию закона движения каретки с соблюдением двух ограничительных условий: прочность иглы и деформация иглы в момент захвата петли-напуска носиком челнока. Разработана программа на ЭВМ, позволяющая рассчитать угол поворота главного вала, соответствующий началу транспортирования с учетом этих условий. Предлагаемая методика позволяет повысить скорость шитья при стачивании легких тканей до 3000 ст/мин и более. Рекомендации по расширению фазы транспортирования позволили при стачивании заготовок из натуральной кожи повысить скоростной режим опытного образца полуавтомата ПШ-1 с 900 ст/мин до 1300 ст/мин.

В четвертой главе проведено исследование взаимодействия иглы с материалом при расширении фазы транспортирования.

Проведен анализ работ Жукова В.В., Полухина В.П., Соколова В.Н., Новгородцева В.А. и др., посвященных исследованию взаимодействия иглы с материалом при его непрерывном перемещении. Показана необходимость дальней-

ших исследований динамики процесса взаимодействия иглы с материалом, в том числе поперечных колебаний иглы, оказывающих отрицательное влияние на процесс стачивания.

Разработана математическая модель процесса, которая заключается в том, что игла до момента выхода из материала испытывает воздействия со стороны материала, совершая при этом вынужденные колебания и к моменту выхода отклоняясь на определенную величину. После выхода из материала игла совершает свободные затухающие колебания, которые к моменту следующего прокола должны практически полностью прекратиться. Несоблюдение этого условия может привести к нарастанию амплитуды колебаний и поломке иглы. Уравнение вынужденных колебаний иглы с учетом затухания представлено в виде:

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \rho F \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \mu EI \frac{\partial^3 y}{\partial t \partial x^3} = f(x, t),$$

где y - прогиб балки в любом заданном сечении x ,

E - модуль упругости материала иглы 1 рода,

I - момент инерции сечения балки,

ρ - плотность материала,

F - площадь поперечного сечения балки,

μ - коэффициент затухания.

Закон изменения распределенной нагрузки принят в виде

$$f(x, t) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < l - \delta \\ \frac{pt}{t_n}, & \text{при } l - \delta \leq x \leq l \end{cases},$$

где l - длина острия,

δ - толщина материала,

p - величина распределенной нагрузки в момент выхода иглы из материала,

t_n - время перемещения каретки при нахождении иглы в материале.

Решение этого уравнения получено в виде:

$$1) \text{ при } \frac{\mu^2 \omega^2}{4} - 1 > 0$$

$$y = \sum_{i=1}^{\infty} X_i(x) \left[\left(e^{-\frac{\mu \omega_i^2 t}{2}} \right) \left(A_i e^{\frac{\omega_i \gamma_i t}{2}} + B_i e^{-\frac{\omega_i \gamma_i t}{2}} \right) - \frac{C(\mu - t)}{\omega_i^2} \right],$$

$$\text{где } A_k = \frac{1}{2} \left[\frac{2C_1 \omega_k^2 + C_2 (\gamma_1 \omega_k^3 + \mu \omega_k^4) +}{C(\mu^2 \omega_k^2 + \mu \gamma_1 \omega_k - 2)} \right] / (\gamma_1 \omega_k^3);$$

$$B_k = -\frac{1}{2} \left[\frac{2C_1 \omega_k^2 + C_2 (-\gamma_1 \omega_k^3 + \mu \omega_k^4) +}{C(\mu^2 \omega_k^2 - \mu \gamma_1 \omega_k - 2)} \right] / (\gamma_1 \omega_k^3);$$

$$1) \text{ при } \frac{\mu^2 \omega^2}{4} - 1 \leq 0$$

$$y = \sum_{i=1}^{\infty} X_i(x) \left[\left(e^{-\frac{\mu \omega_i^2 t}{2}} \right) \left(A_i \sin \frac{\omega_i \gamma_2 t}{2} + B_i \cos \frac{\omega_i \gamma_2 t}{2} \right) - \frac{C(\mu - t)}{\omega_i^2} \right],$$

$$\text{где } A_k = \frac{1}{2} [2C_1 \omega_k^2 + C_2 \mu \omega_k^4 + C(\mu^2 \omega_k^2 - 2)] / (\gamma_2 \omega_k^3);$$

$$B_k = C_2 + \frac{C\mu}{\omega_k^2},$$

с учетом обозначений

$$C = \frac{\rho \int_{1-\delta}^1 X_k(x) dx}{\rho F t_n \int_0^1 X_k^2(x) dx}; \quad C_1 = \frac{\int_0^1 y_0(x) X_k(x) dx}{\int_0^1 X_k^2(x) dx}; \quad C_2 = \frac{\int_0^1 V_0(x) X_k(x) dx}{\int_0^1 X_k^2(x) dx};$$

$$\gamma_1 = \sqrt{\mu^2 \omega^2 - 4}; \quad \gamma_2 = \sqrt{4 - \mu^2 \omega^2},$$

где ω_i - собственная частота, соответствующая i -му тону,

$X_i(x)$ - собственные формы,

$y_0(x)$, $V_0(x)$ - начальные условия.

Для расчета прогибов и скоростей точек иглы был разработан алгоритм и составлена программа на ЭВМ. Результаты расчета показывают, что динамикой процесса взаимодействия иглы с материалом можно пренебречь при скорости швейной машины до 3000 ст/мин. Начальные условия для расчета свободных колебаний иглы можно принять, исходя из условий ее статического нагружения в момент выхода из материала.

Уравнение свободных колебаний иглы после выхода ее из материала

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \rho F \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \mu EI \frac{\partial^3 y}{\partial t \partial x^4} = 0.$$

Решение этого уравнения имеет вид

$$1) \text{ при } \frac{\mu^2 \omega^2}{4} - 1 > 0 \quad y = \sum_{i=1}^{\infty} X_i(x) \left(e^{-\frac{\mu \omega_i^2 t}{2}} \right) \left(A_i e^{\frac{\omega_i \gamma_1 t}{2}} + B_i e^{-\frac{\omega_i \gamma_1 t}{2}} \right),$$

$$\text{где } A_k = \frac{2C_2 + C_1 \omega_k (\mu \omega_k + \gamma_1)}{2\omega_k \gamma_1}; \quad B_k = \frac{-2C_2 + C_1 \omega_k (-\mu \omega_k + \gamma_1)}{2\omega_k \gamma_1},$$

$$2) \text{ при } \frac{\mu^2 \omega^2}{4} - 1 \leq 0 \quad y = \sum_{i=1}^{\infty} X_i(x) e^{-\frac{\mu \omega_i^2 t}{2}} \left(A_i \sin \frac{\omega_i \gamma_2 t}{2} + B_i \cos \frac{\omega_i \gamma_2 t}{2} \right),$$

$$\text{где } A_k = \frac{2C_2 + \mu \omega_k^2 C_1}{\omega_k \gamma_2}; \quad B_k = C_1.$$

В результате расчетов на ЭВМ и экспериментальных исследований установлено, что колебания иглы практически прекращаются к моменту следующего прокола при скорости шитья до 3000 ст/мин. Для проверки достоверности принятых математических моделей колебаний иглы были проведены экспериментальные исследования по определению низших собственных частот для игл различных типоразмеров. Исследования проводились на экспериментальной установке с использованием фотодатчика. Значения низших частот, полученные экспериментально, сравнивались с теоретическими, при этом погрешность не превысила 6%.

В пятой главе выполнен обзор работ по аппроксимации контуров деталей и их сечений, а также контуров строчек, использующихся в легкой промышленности. Для решения поставленных при автоматизированной разработке управляющих программ задач рекомендован линейно-круговой метод аппроксимации контуров челночной строчки.

При аппроксимации контура челночной строчки возникает ряд специфических требований, предъявляемых к расположению стежков на контурах: линия строчки должна располагаться эквидистантно контуру стачиваемых деталей; контур строчки может состоять из нескольких элементарных, перемещение между которыми происходит при нахождении иглы в крайнем верхнем положении; начальная и конечная точки каждого элементарного контура располагаются на некотором расстоянии от края детали для предотвращения поломки иглы при попадании ее в кассету; в начале и конце каждого контура необходимо выполнение закрепки; в точках излома контура необходимо осуществлять корректировку длины стежка с тем, чтобы уколы попадали на точки излома; необходимо предотвратить накопление погрешности аппроксимации при определении числа управляющих импульсов.

Исходя из этого, были решены задачи определения координат опорных точек контура строчки, координат точек прокола при разбивке контура строчки на стежки, длины и числа стежков, числа управляющих импульсов, подаваемых на обмотки шаговых электродвигателей.

Составлены алгоритмы и программа расчета, позволяющая в интерактивном режиме создавать файл, содержащий информацию о строчке и обрабатываемый микропроцессорной системой управления полуавтоматом.

Программное обеспечение прошло тестирование и апробацию при разработке управляющих программ на полуавтомате ПШ-1 для сборки плоских заготовок верха обуви и на макете полуавтомата для настрачивания накладных карманов. Внедрение прикладной программы перемещений кассеты для отладки и проведения испытаний опытного образца полуавтомата ПШ-1 позволило повысить точность прокладывания соединительных строчек относительно краев деталей обуви до $\pm 0,2$ мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана методика выбора оптимальной структуры швейных полуавтоматов с МПУ, основанная на сравнительном анализе множества вариантов структур полуавтоматов одного целевого назначения по критерию экономической эффективности [2, 7]. Предложен оптимальный вариант структуры полуавтомата для настрочивания накладных карманов с учетом условий отечественного швейного производства, включающего швейную головку 31-13+50 класса АО "Орша", промстол и координатное устройство ПШ-1. Изготовлен макет полуавтомата оптимальной структуры, проведены его испытания при стачивании сорочечных тканей при старт-стопном и непрерывном режимах движения, которые показали его работоспособность.

2. На основании проведенного экспериментального исследования на полуавтомате по определению вероятности появления узелковых переплетений в зависимости от направления строчки предложен способ уменьшения вероятности появления узелковых переплетений. Разработаны алгоритм и программное обеспечение, позволяющее определить угол поворота кассеты, при котором вероятность появления узелковых переплетений для данного контура минимальна [5, 8].

3. Для непрерывного режима движения кассеты проведено исследование влияния длины стежка, натяжения верхней и нижней нити и усилия компенсационной пружины на коэффициент утяжки и коэффициент плотности прижатия тканей в шве нитками стежка. Рассчитаны коэффициенты соответствующих регрессионных моделей и проверена их адекватность. В результате исследования полученных моделей установлены значения исследуемых факторов, позволяющие одновременно обеспечить оптимальные значения выбранных показателей качества [8].

4. Разработана методика расчета оптимальных по быстродействию параметров движения каретки координатного устройства при ее старт-стопном движении, при которых скорость шитья на полуавтомате повышается на 37% [6]. Обоснована возможность расширения фазы транспортирования на полуавтомате, разработана методика расчета параметров расширенной фазы транспортирования с учетом ограничений на величину деформаций иглы. Предлагаемая методика позволяет повысить скорость шитья при стачивании легких тканей до 3000 ст/мин и более [1]. Рекомендации по расширению фазы транспортирования позволили повысить скоростной режим опытного образца полуавтомата ПШ-1 с 900 ст/мин до 1300 ст/мин.

5. Разработана динамическая модель взаимодействия иглы с материалом при расширении фазы транспортирования. Разработаны методики расчета свободных затухающих колебаний иглы при нахождении ее над материалом и вы-

нужденных колебаний иглы при нахождении ее в материале, со стороны которого действует переменная во времени распределенная нагрузка [4].

6. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что колебания иглы при скорости шитья до 3000 ст/мин практически прекращаются к моменту следующего прокола и, следовательно, не оказывают отрицательного влияния на качество стачивания [9].

7. Разработаны алгоритмы и подпрограммы определения координат точек прокола материала иглой, расположенных на аппроксимированных контурах, эквидистантных краям стачиваемых деталях [2].

8. Разработаны прикладные программы перемещений кассеты для полуавтомата контурной обработки, которые прошли тестирование и апробацию при проведении предварительных и приемо-сдаточных испытаний полуавтомата ПШ-1 в Опытно-конструкторском бюро машиностроения г. Витебска [2].

Основное содержание работы отражено в публикациях:

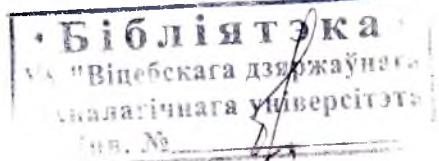
1. Кириллов А.Г., Сункуев Б.С. Исследование режимов движения каретки координатного устройства швейного полуавтомата с МПУ // Тезисы докладов ХХІХ научно-технической и научно-методической конференции преподавателей и студентов ВГТУ. - Витебск, ВГТУ, 1996. - с. 44.

2. Разработка и исследование работы швейного полуавтомата с микропроцессорным управлением для сборки плоских заготовок верха обуви / Сункуев Б.С, Беликов С.А., Кириллов А.Г. и др. // Сборник статей ХХХ научно-технической конференции "Совершенствование технологических процессов и организации производства в легкой промышленности и машиностроении". - Витебск, ВГТУ, 1997. - с. 102-106.

3. Кириллов А.Г., Сункуев Б.С., Андреев Б.П. Выбор оптимальной структуры полуавтомата с МПУ для настрочивания накладных карманов // Сборник статей ХХХ научно-технической конференции "Совершенствование технологических процессов и организации производства в легкой промышленности и машиностроении". - Витебск, ВГТУ, 1997.-с. 107-110.

4. Кириллов А.Г., Федосеев Г.Н. Исследование колебаний иглы при непрерывном перемещении материала в швейных полуавтоматах. // Сборник статей ХХХІ научно-технической конференции. - Витебск, ВГТУ, 1998, с. 93-96.

5. Кириллов А.Г. Исследование показателей качества челночной строчки на швейном контурном полуавтомате // Тезисы докладов конференции, посвященной 60-летию механического факультета СПГУТД - С.-Пб., СПГУТД, 1998, с. 68.



6. Кириллов А.Г. Повышение быстродействия координатного устройства швейного полуавтомата // Тезисы докладов конференции, посвященной 60-летию механического факультета СПГУТД. - С.-Пб., СПГУТД, 1998, с. 68.

7. Научные проблемы разработки швейных полуавтоматов с микропроцессорным управлением / Сункуев Б.С, Беликов С.А., Кириллов А.Г. и др. // Тезисы докладов конференции, посвященной 60-летию механического факультета СПГУТД. - С.-Пб., СПГУТД, 1998, с. 68.

8. Кириллов А.Г. Определение показателей качества строчки на полуавтомате для настраивания накладных карманов // Тезисы докладов XXXI научно-технической конференции преподавателей и сотрудников ВГТУ. - Витебск, ВГТУ, 1998. - с. 37.

9. Кириллов А.Г., Радкевич А.В. Исследование поперечных колебаний иглы при расширении фазы транспортирования в швейных полуавтоматах // Вестник ВГТУ. - Витебск, ВГТУ, 1999.

10. Заявка N 970622. Швейный полуавтомат / Сункуев Б.С, Беликов С.А., Кириллов А.Г. и др. - Заявл.11.02.98.

Кірылаў Аляксей Генадзьевіч

РАСПРАЦОЎКА І ДАСЛЕДВАННЕ МЕХАНІЗМАЎ І ЎСТРОЙСТВАЎ ПАЎАЎТАМАТА З МПК ДЛЯ НАШЫВАННЯ НАКЛАДНЫХ КІШЭНЯЎ

Паўаўтамат, накладны кішэнь, контурная апрацоўка, даследванне, распрацоўка, прадукцыйнасць, эфектыўнасць, якасць, эксперымент, мадэль, алгарытм.

Аб'ектам даследвання з'яўляецца макет швейнага паўаўтамата для нашывання па контуру накладных кішэняў.

Мэта работы: распрацоўка і даследванне механізмаў і ўстройстваў паўаўтамата з МПК для нашывання па контуру накладных кішэняў.

Даследванне механізмаў і ўстройстваў паўаўтамата для нашывання накладных кішэняў грунтавалася на працах айчынных і замежных вучоных. Пры выкананні тэарэтычных даследванняў выкарыстоўваліся палажэнні тэарэтычнай механікі, супраціўлення матэрыялаў, матэматычнага аналізу, тэорыі дыферэнцыяльных ураўненняў, тэорыі хістанняў, метады праграмавання і аптымізацыі. Апрацоўка рэзультатаў эксперыментаў праводзілася з выкарыстаннем метадаў планавання эксперыменту і матэматычнай статыстыкі на ЭВМ.

У выніку даследванняў распрацавана метадыка выбару аптымальнай структуры паўаўтаматаў з МПК па крытэрыю эканамічнай эфектыўнасці; прапанаваны аптымальны варыянт структуры паўаўтамата для нашывання накладных кішэняў; выраблены макет паўаўтамата аптымальнай структуры; прапанаваны спосаб змяншэння імавернасці з'яўлення вузельчыкавых перапляценняў для паўаўтаматаў з МПК; праведзена комплекснае даследванне паказчыкаў якасці пры бесперапынным рэжыме руху карэтка каардынатнага ўстройства макета паўаўтамата; распрацавана метадыка разліку аптымальных па хуткадзейнасці параметраў руху карэтка каардынатнага ўстройства пры яе старт-стопным руху; абгрунтавана магчымасць пашырэння фазы транспартавання на паўаўтамаце; распрацавана метадыка разліку параметраў пашыранай фазы транспартавання; распрацавана дынамічная мадэль узаемадзеяння іголка з матэрыялам пры пашырэнні фазы транспартавання; распрацаваны прыкладныя праграмы перамяшчэння касеты для паўаўтамата контурнай апрацоўкі.

Вынікі працы выкарыстоўваліся пры распрацоўке паўаўтамата ПШ-1 у Вольна-канструктарскаму бюро машынабудавання г. Віцебска.

Кириллов Алексей Геннадьевич

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ И УСТРОЙСТВ
ПОЛУАВТОМАТА С МПУ ДЛЯ НАСТРАЧИВАНИЯ НАКЛАДНЫХ
КАРМАНОВ

Полуавтомат, накладной карман, контурная обработка, исследование, разработка, производительность, эффективность, качество, эксперимент, модель, алгоритм.

Объектом исследования является макет швейного полуавтомата с МПУ для настрочивания по контуру накладных карманов.

Цель работы - разработка и исследование механизмов и устройств швейного полуавтомата с МПУ для настрочивания по контуру накладных карманов.

Исследование механизмов и устройств полуавтомата для настрочивания накладных карманов основывалась на работах отечественных и зарубежных ученых. При выполнении теоретических исследований использовались положения теоретической механики, сопротивления материалов, математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теории колебаний, методы программирования и оптимизации. Обработка результатов экспериментов проводилась с использованием методов планирования эксперимента и математической статистики на ЭВМ.

В результате исследований разработана методика выбора оптимальной структуры швейных полуавтоматов с МПУ по критерию экономической эффективности; предложен оптимальный вариант структуры полуавтомата для настрочивания накладных карманов; изготовлен макет полуавтомата оптимальной структуры; предложен способ уменьшения вероятности появления узелковых переплетений для полуавтоматов с МПУ; проведено комплексное исследование показателей качества при непрерывном режиме движения каретки координатного устройства макета полуавтомата; разработана методика расчета оптимальных по быстрдействию параметров движения каретки координатного устройства при ее старт-стопном движении; обоснована возможность расширения фазы транспортирования на полуавтомате; разработана методика расчета параметров расширенной фазы транспортирования; разработана динамическая модель взаимодействия иглы с материалом при расширении фазы транспортирования; разработаны прикладные программы перемещений кассеты для полуавтомата контурной обработки.

Результаты работы использовались при разработке полуавтомата ППП-1 в Опытном-конструкторском бюро машиностроения г. Витебска.

SUMMARY

Kirilov Akexey Genadievich

THE DEVELOPMENT AND RESEARCH OF MECHANISMS AND DEVICES OF THE HALF-AUTOMATIC MICROPROCESSOR-CONTROLLED POCKET MACHINE

The half-automatic machine, superimposed pocket, contour processing, research, development, productivity, efficiency, quality, experiment, model, algorithm.

Object of research is the breadboard model of the sewing half-automatic machine with MPC for sewing on a contour of superimposed pockets.

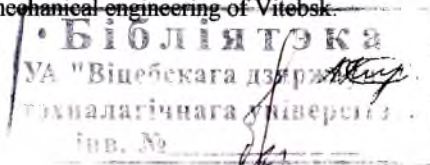
The work purpose is the development and research of mechanisms and devices of the half-automatic machine with MPC for sewing on a contour of superimposed pockets.

Research of mechanisms and devices of the half-automatic machine for sewing of superimposed pockets was based at works by domestic and foreign scientist. Theoretical researches were used up positions of the classical mechanic, resistance of materials, mathematical analysis, theory of the differential equations, theory of fluctuations, programming and optimization methods.

The experimental researches were conducted with application of experiment mathematical planning methods and mathematical statistics on the computer.

As a result of researches the method of the choice of optimum structure of sewing half-automatic machines with MPC by criterion of an economic efficiency is developed; the optimum variant of structure of the half-automatic machine for sewing of superimposed pockets is proposed; the breadboard model of the half-automatic machine of optimum structure is made; the way of reduction of probability of occurrence of interlacings with knots for the half-automatic machines with MPC is offered; the complex research of parameters of quality with a continuous regime of the carriage of the coordinate device of a breadboard model of the half-automatic machine is executed; the method of account optimum on speed of parameters of a movement of the carriage of the coordinate device is developed with its start-stop movement; the possibility of expansion of a phase of transportation on the half-automatic machine is reasonable; the method of account of parameters of the extended phase of transportation is developed; the dynamic model of interaction of a needle with a material is developed with expansion of a phase of transportation; the applied programs of movings of the cartridge for the half-automatic machine of contour processing are developed.

The results of work were used by development of the half-automatic machine PH-1 in is Skilled-design a bureau of mechanical engineering of Vitebsk.



Витебский государственный технологический университет

КИРИЛЛОВ АЛЕКСЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ

Разработка и исследование механизмов и устройств полуавтомата с МПУ для настраивания накладных карманов

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Подписано в печать 2.09.99 г. Формат 60x84/16. Печать ксероксная.
Уч.-изд. л. 1,5. Усл. печ. л. 1,4. Тираж 60 экз. Заказ 420. Бесплатно.

Отпечатано на ризографе ВГТУ.
210028, г. Витебск, Московский проспект, 72