

12 09 0 1
МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

ЕРМАКОВ Александр Станиславович

УДК 697.053

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СТЕЖКОБРАЗУЩИХ
МЕХАНИЗМОВ КРАЕОБЪЕМОЧНЫХ УСТРОЙСТВ МАШИН
БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Специальность 05.02.13 - Машины и агрегаты
легкой промышленности

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1991



Работа выполнена в Московском технологическом институте

- Научный руководитель - доктор технических наук, профессор
Паффилов Е.А.
- Научный консультант - кандидат технических наук, доцент
Иванченко В.А.
- Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор
Лопандин И.В.
- кандидат технических наук, доцент
Николаенко А.А.
- Ведущая организация - СКБ Ю производственного объединения
"Промшвеймаш", г. Орша

Защита диссертации состоится "24" 09 1991г. в 12³
час. на заседании специализированного Совета К 050.01.01 Московско-
го технологического института.

Адрес: I4I220, Московская область, ст. Тарасовская, Ярославс-
кой ж.д., пос. Черкизово, ул. Главная, 99.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
технологического института.

Автореферат разослан "23" 09 1991 г.

Ваши отзывы и замечания по автореферату в ДВУХ ЭКЗЕМПЛАРАХ,
ЗАВЕРЕННЫХ ПЕЧАТЬЮ УЧРЕЖДЕНИЯ, просим направлять в специализирован-
ный Совет института.

Ученый секретарь
специализированного Совета

к.т.н., доцент



Н.В.Крычков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из направлений совершенствования производства по изготовлению одежды по индивидуальным заказам на предприятиях бытового обслуживания, а также при домашнем труде и индивидуально-трудовой деятельности человека является применение оборудования, отвечающего специфике его эксплуатации. В условиях частой смены видов и режимов технологических операций швейные машины должны обладать расширенными функциональными возможностями, иметь "обратимость" и "глубокость" конструкции для перехода с одного вида операции на другой.

Обметывание материала, как одна из таких операций, в настоящее время при индивидуальном пошиве изделий выполняется на специальных краеобметочных машинах или машинах, образующих зигзагообразную строчку. Существующие специальные краеобметочные машины имеют невысокую степень загрузки, а обметывание материала зигзагообразной строчкой недостаточно надежно предохраняет край от осыпания. Повышение эффективности и качества выполнения операций обметывания в данных условиях наиболее рационально решать за счет расширения функциональных возможностей краеобметочных машин (выполнение на одной машине различных типов стежков) и создания к универсальным машинам стачивающего стежка съемных краеобметочных устройств: приставок к битовым, агрегатных устройств — к промышленным машинам.

Результаты работы ведущих фирм "Джуки", "Бразер" (Япония), "Штробель" (ФРГ), "Римольди" (Италия) и др. подтверждают целесообразность создания подобных видов краеобметочных устройств машин бытового назначения. Однако, отечественный опыт разработки съемных краеобметочных устройств отсутствует, а выпуск бытовых краеобметочных машин только осваивается в нашей стране.

Специфика образования краеобметочного стежка (ЮС) на швейной

машине в основном отражается на работе механизмов петлеобразующих органов (ПО) и нитеподачи. В краеобметочных устройствах машин бытового назначения эти стежкообразующие механизмы должны: позволять выполнять стабильно КОС с различными размерами при минимальной переналадке механизмов ПО и получать другие типы стежков; размещаться в ограниченной зоне, не препятствуя работе механизмов базовой машины и иметь минимальные габариты и массу. При создании краеобметочных устройств машин бытового назначения необходимо учитывать эти особенности. Кроме того, в настоящее время не в полной мере исследованы особенности процесса образования КОС на краеобметочных устройствах машин бытового назначения и не разработаны методики синтеза их стежкообразующих механизмов.

Разработка стежкообразующих механизмов краеобметочных агрегатных устройств выполнялась в рамках создания машин агрегатного типа по Постановлению СМ СССР № 670 от 16.06.85 г.

Цель работы — разработка стежкообразующих механизмов краеобметочных устройств машин бытового назначения на основе исследования рабочих процессов и создания методики синтеза механизмов. Для достижения поставленной цели сформулированы и решены следующие задачи:

- обоснование и разработка способов получения КОС на краеобметочных устройствах машин бытового назначения;
- исследование работы ПО при образовании КОС и определение необходимых и достаточных условий для расчета параметров функций положений лезвий ПО;
- исследование процессов подачи ниток и определение требуемого согласования между их подачей и потреблением при образовании КОС
- разработка методики синтеза механизмов ПО и нитеподачи краеобметочных устройств машин бытового назначения;
- разработка стежкообразующих механизмов краеобметочных

устройств машин и практическая реализация результатов расчетов и исследований.

Объект исследований. В качестве объекта исследований выбраны механизмы ПО и нитеподачи швейных краеобметочных машин классов: 797 ПО "Промшвеймаш", МК-1 САЗ, МО-103 фирмы "Джуни", 151-2 ППЗ-23, 8515 фирмы "Текстима" и др., а также вновь разрабатываемых краеобметочных агрегатных устройств и приставок машин.

Методы исследования. При исследовании процессов образования КЭС применялись теоретические и экспериментальные методы. В экспериментальных исследованиях использовались методы электротензометрии и оп্যালлографирования с проверкой качества процесса образования стекла с привлечением аналитических и вероятностных методов.

Теоретические исследования и проектирование механизмов выполнялись на основе положений теории механизмов и машин с применением численных методов на ЭВМ.

Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что в работе впервые:

- определены и представлены в виде неравенств и уравнений условия стабильного образования КЭС, необходимые для расчета функций положений лезвий ПО краеобметочных устройств машин;
- разработана методика расчета функций положений лезвий ПО на основе минимизации ускорений движений их лезвий с учетом соблюдения ограниченной зоны под перемещении лезвий и условий стабильного образования КЭС при минимальных и максимальных размерах;
- разработана методика оптимизационного синтеза петлеобразующих механизмов краеобметочных устройств машин по функциям положений лезвий ПО с использованием штрафных функций, назначаемых при превышении допустимых габаритов и размеров звеньев механизмов

и других параметров, и с последующим уточнением кинематических размеров звеньев механизмов при минимизации ускорения движений лезвий ПО и соблюдении условий стабильного образования стежка;

- установлены требования к согласованию функций подачи и потребления ниток в основных периодах формирования краеобметочного стежка;

- предложена методика оптимизационного синтеза механизма подачи игольной нитки по диаграммам согласования функций подачи и потребления нитки с использованием штрафных функций, назначаемых при несоответствии по знаку значений действительной и требуемой диаграмм согласования в основных периодах формирования переплетения игольной нитки в краеобметочном стежке;

- разработан способ определять характеристики использования нитки (а.с. № 1227740).

Практическая ценность. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработаны алгоритмы и программы расчетов на ЭВМ кинематических размеров механизмов ПО и нитоподачи краеобметочных устройств машин бытового назначения. Разработаны технические решения конструкций агрегатных устройств к универсальной промышленной швейной машине (а.с. № 133874 и № 1668505, положительное решение по заявке № 4322690/12). При установке агрегатного устройства на платформе машина выполняет краеобметочные стежки, а при его удалении - стежки базовой машины.

Разработан новый вид пятиниточного стачивающе-обметочного стежка, образуемого на базе челночного стежка (положительное решение ВНИИПЭ по заявке № 4272515/12), и предложена конструкция устройства для его формирования на бытовой швейной машине челночного типа.

Разработан стенд для исследования процесса подачи нитки на

швейных машинах по диаграммам натяжения и использования (согласования функций подачи и потребления) нитки.

Рекомендации по обеспечению стабильного образования стежка за счет соблюдения условий взаимодействия ПО, согласования подачи и потребления нитки и соответствующих размеров и форм лезвий ПО могут быть использованы для конструирования и при эксплуатации краеобметочных устройств машин бытового назначения.

Реализация результатов работы. Результаты экспериментальных и теоретических исследований, разработанные алгоритмы и программы для ЭВМ по расчету механизмов ПО и нитеподачи легли в основу:

- создания экспериментальных образцов агрегатных устройств КЭС к швейной машине кл. 2022-А ПО "Промшвеймаш";
- совершенствования конструкций бытовых краеобметочных машин кл. МШК-1 САЗ г. Смоленска и кл. 151-1 ПЗ-23 г. Вологды;
- модернизации конструкции приставки "Оверлок" Полтавского филиала СКБ ПО "Промшвеймаш" к бытовым швейным машинам.

На ИВЦ СКБ ПО "Промшвеймаш" используется методика расчета параметров механизмов ПО при формировании КЭС.

Годовой экономический эффект от внедрения агрегатного устройства КЭС составил 213 руб. на одну машину, бытовой краеобметочной машины кл. 151-2 ПЗ г. Вологды, выполняющий двух- и трехниточный КЭС, равен 18 тыс. руб. на годовую программу выпуска 40 тыс. штук и методика расчета параметров механизмов ПО при формировании КЭС составила 313 руб. на одну разрабатываемую машину.

Апробация. Основные научные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на:

- научно-технических семинарах в Московском доме научно-технической пропаганды им. Ф.Э.Дзержинского, Москва, 1984, 1987, 1989 и 1990 г.г.;

- республиканской научно-технической конференции "Научно-технический прогресс в сфере услуг", Уфа, 1986 г.;

- научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава сотрудников и аспирантов МТИ, Москва, 1983-1991 г.г.

Публикация. По теме диссертации опубликовано 17 печатных работ, из них 4 авторских свидетельства на изобретение и получены 2 положительных решения ВНИИПИЗ по заявкам на изобретение.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов и результатов. В приложениях представлены программы и результаты расчетов на ЭЕМ функций положений лезвий ПО и их механизмов, диаграмм потребления и оптимизации параметров механизмов подачи игольной нитки, расчеты экономической эффективности и акты внедрения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и поставлены основные задачи, даны сведения о научной новизне, практической ценности и реализации результатов исследований.

В I главе рассмотрены технологические особенности эксплуатации швейных машин на предприятиях пошива изделий по индивидуальным заказам населения. Установлено, что расширение функциональных возможностей существующих швейных машин, возможно за счет разработки краеобметочных агрегатных устройств - к их промышленным вариантам, краеобметочных приставок - к бытовым машинам стачивающего стежка, а также - совершенствования бытовых краеобметочных машин.

Научные основы проектирования стежкообразующих механизмов и их рабочих органов, образующих обметочные стежки, изложены в работах Подухина В.П., Петрова Н.С., Хасанова Р.Ш. и др. Исследование рабочих процессов и разработка подобных механизмов, образующих другие типы стежков, представлены в работах Компсарова А.И., Гусакова С.И.,

Зака И.С., Лопандина И.В., Гарбарука В.Н., Вальшикова Н.В., Рейбарха Л.Б., Бурмистрова А.Г., Николаенко А.А., Пящикова В.А., Иванченко В.А. и др.

Показано, что выполненные исследования не позволяют на всех периодах и для особых условий образования ЮС на краеобметочных устройствах машин бытового назначения определять параметры перемещений ПО и подачи ниток и выполнять разработку их стежкообразующих механизмов.

с

На основании аналитического обзора установлено, что для разработки механизмов ПО и нитоподачи краеобметочных устройств машин бытового назначения необходимо проведение комплекса теоретических и экспериментальных исследований, направленных на углубленное изучение процессов образования ЮС на машинах стачивающего стежка и на бытовых краеобметочных машинах, и разработка методик синтеза стежкообразующих механизмов с учетом особенностей их работы.

Во II главе выполнены теоретические и экспериментальные исследования рабочих процессов образования ЮС на швейных машинах с целью определения необходимых условий и требований к расчету параметров исходных характеристик к синтезу стежкообразующих механизмов.

Анализ известных способов обметывания края материала на швейных машинах с помощью дополнительных устройств показал, что наиболее рациональными способами являются образование ЮС: трехниточного с использованием иглы базовой машины и применением дополнительно двух петлятелей; двухниточного с использованием иглы базовой машины и применением дополнительно петлятеля; а также — на базе челночного стежка при использовании иглы и челнока машины и применении дополнительно двух петлятелей. Предложено образование ЮС на машинах двухниточного цепного стежка выполнять с использованием же петлятеля и применением дополнительно одного верхнего петлятеля (а.с. № 1668605).

Разработан способ и предложен пятиконтурный стачивающе-обметочный стеклок, формируемый на базе челночного (положительное решение по заявке № 4272515).

В данных способах образования ЮС игла может совершать перемещение перпендикулярно к поверхности игольной пластины ($V_u=1$) или под углом α_0 к вертикали ($V_u=2$). В результате анализа существующих компоновок установлено влияние на величины ходов остриев ПО размеров их лезвий и угла наклона друг к другу плоскостей перемещения остриев. Представлены уравнения расположения плоскостей перемещения острия и глазка петлителей в принятой системе координат

XYZ (см. рис.) с началом в точке O , расположенной на пересечении траектории иглы с поверхностью игольной пластины, и координатными осями, направленными: OX - вдоль платформы (перпендикулярно к движению материала); OY - вверх, перпендикулярно к поверхности игольной пластины и OZ - по направлению продвижения материала.

Дальнейшее исследование механизмов ПО связано с анализом возможных траекторий перемещения остриев ПО. Установлено, что координаты X_i, Y_i острия ПО могут быть определены уравнениями линий:

прямой - при поступательном движении ПО под углом γ к горизонтالي (оси OX):

$$\begin{aligned} X_i &= S_i \cdot \cos \gamma, \\ Y_i &= S_i \cdot \sin \gamma; \end{aligned} \quad (1)$$

части окружности - при закреплении лезвия ПО на державке, совершающей возвратно-поворотные движения вокруг оси $O_n(X_{O_n}; Y_{O_n})$ при удалении на величину R_n его острия от оси O_n :

$$\begin{aligned} X_i &= X_{O_n} + R_n \cdot \cos \psi_i, \\ Y_i &= Y_{O_n} + R_n \cdot \sin \psi_i; \end{aligned} \quad (2)$$

части эллипса - при закреплении лезвия ПО на шатуне:

$$\begin{aligned} X_i &= X_{O_B} + A \cdot \cos \psi_i, \\ Y_i &= Y_{O_B} + B \cdot \sin \psi_i; \end{aligned} \quad (3)$$

где S_i, Ψ_i - функции, описывающие закон перемещения рабочих органов вдоль траекторий;

A, B - малая и большая полуоси эллипса;

X_{0B}, Y_{0B} - координаты центра эллипса.

Гармонический анализ законов перемещения ПО показал, что наиболее значимыми являются первые две гармоники и поэтому функцию движения $\Psi_i(S_i)$ можно представить уравнением:

$$\Psi_i = \Psi_0 + \Psi_1 \cdot \cos(\Psi_i + \Psi_0) + \Psi_2 \cdot \sin(2\Psi_i + \Psi_0). \quad (4)$$

где Ψ_0, Ψ_1 и Ψ_2 - коэффициенты уравнения;

Ψ_0 - начальный фазовый угол;

Ψ_i - текущее значение угла поворота главного вала машины.

Значения коэффициентов, входящих в уравнения (1 ... 4) зависят от конкретных условий реализации процесса образования КЭС.

Исследование работы каждого ПО, участвующего в образовании трехниточного КЭС, показало, что наиболее существенное влияние на параметры их перемещения оказывают: размеры и форма свободной зоны под движением петлителей, условия выполнения моментов захвата и схода ниток, а также дополнительно принятые требования к взаимному перемещению лезвий ПО перед захватом петли.

Так, при выносе нитки $B.W$ верхнего петлителя (см. рис.) на траектории движения иглы, ее острье $E(0; S_E)$ должно пройти выше нитки на величину гарантированного зазора δ . Наибольшая величина подъема S_E острия иглы над игольной платиной требуется при максимальных параметрах стежка: ширине $b_{ст, max}$, толщине $t_{ст, max}$ и длине $l_{ст, max}$. Выход нитки $B.W$ петлителя на траекторию иглы возможен при смещении узла $W(X_w, Y_w, Z_w)$ по направлению транспортирования материала от координатной плоскости XOY как минимум на величину $Z_w_{пред}$, которая при компоновке $V_0=1$ равна $X_w \cdot \operatorname{tg} \alpha$, где α - угол между плосо-

костями перемещения остриев петлителей; а при $V_u = 2 - Z_{w_{пред}} = Y_w \cdot \sin \alpha_0$.

При обходе острия $D(X_2; Y_2)$ нижнего петлителя лезвия иглы, перед захватом игольной нитки, оно должно пройти по внешней кривой иглы, длиной $l_{дв}$, на расстоянии $\Delta h_0 \pm l_{дв}/2$ от верхней грани ее ушка $E_0(0; S_{E_0})$, т.е. при $Y_D > S_{E_0}$ $Y_D - S_{E_0} < \Delta h_0 \pm l_{дв}/2$; или ниже ушка E_0 на величину Δh_1 , где между острием D и лезвием иглы соблюдается такой же гарантированный зазор δ , как и на уровне внешней кривой иглы, т.е. при $Y_D < S_{E_0}$ $S_{E_0} - Y_D \geq \Delta h_1$.

Для предотвращения искажения формы игольной петли острием нижнего петлителя ему необходимо отклониться как минимум на величину $R_n = k_{n_{max}} \cdot \sin \beta'$, где β' - максимально-возможный угол отклонения плоскости петли от координатной плоскости ZOY ; $k_{n_{max}}$ - максимально-возможная ширина петли.

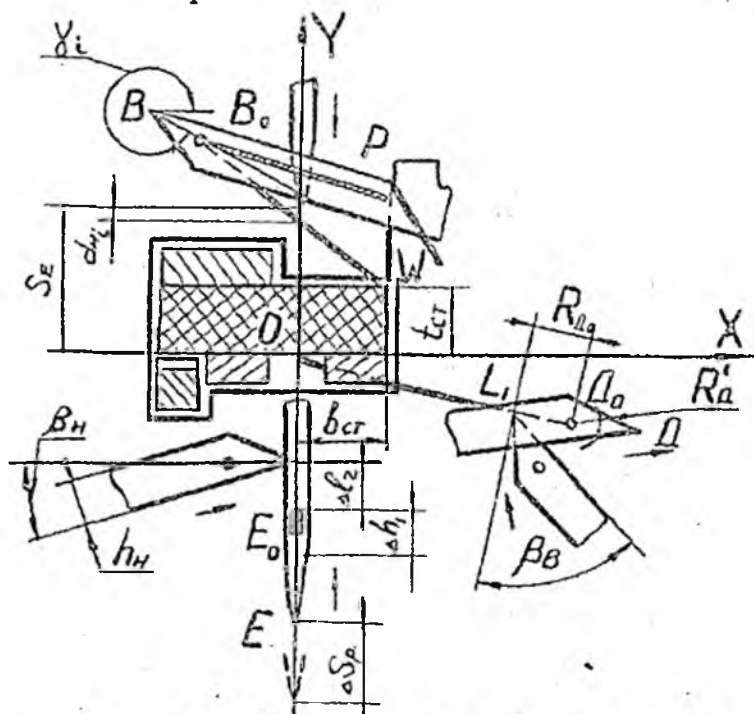


Рис. Расчетные схемы к определению условий захвата ниток ПО

Захват игольной петли носиком нижнего петлителя будет выполнен надежно, если угол β_n между нижней кромкой петлителя и перпендикуляром к координатной плоскости ZOY (см. рис.) будет ниже допустимого значения $\beta_{n\text{доп}}$.

Для соблюдения гарантированного зазора δ между петлителями при движении в обратном направлении (по отношению к моменту захвата нитки $ОД_0$) острие B верхнего петлителя должно пройти или во время выемки на лезвии нижнего петлителя на расстоянии $R_{D_0} \pm \Delta R_{D_0}$ от завязки D_0 , как и в момент захвата; или перед глазком D_c , отклоняясь от него как минимум на величину R'_d .

В момент захвата нитки $ОД_0$ нижнего петлителя острием B (X_B, Y_B) скорость его перемещения $V_{от.в}$ относительно лезвия нижнего петлителя для надежности захвата и отсутствия поломки лезвий петлителей должна быть выше минимального ее значения $V_{от.в\text{доп}} = h_n \cdot K_x / 2 \cdot \Delta R_{D_0}$, где h_n - высота лезвия петлителя; K_x - коэффициент, учитывающий ориентацию лезвия нижнего петлителя и его нитки $ОД_0$ относительно координатной оси OX (при $Y_{D_0} > 0$ $K_x < 1$, а при $Y_{D_0} \leq 0$ $K_x \geq 1$).

Угол β_B (см. рис.) между перпендикуляром, восстановленным к нитке $ОД_0$ в точке L , выхода острия B на плоскость петли $ОД_0$ и верхней кромкой лезвия верхнего петлителя, не должен быть более допустимого его значения $\beta_{B\text{доп}} = \Pi_{пр.\text{max}}$, где $\Pi_{пр.\text{max}}$ - значение угла β_B , при котором возможно соскальзывание нитки с носика петлителя.

На стабильность образования стежка влияют форма и размеры лезвия ПО. Наличие выступа P (см. рис.) на лезвии верхнего петлителя на расстоянии $X_P = b_{ст.\text{max}}$ в момент захвата его нитки B_0W иглой и отклонения его на угол $\alpha_n \geq \arctan(\frac{b_{ст.\text{min}}}{b_{ст.\text{max}}})$ от координатной плоскости YOX в направлении транспортирования материала позволяет увеличить размер петли нитки B_0W и повысить стабильность образования стежка.

Таким образом, выполненными исследованиями были определены условия стабильного образования КСС, которые могут быть использованы для расчета значений коэффициентов уравнений (1...4), определяющих исходную характеристику к синтезу механизмов ПО.

- Для определения требований к согласованию подачи и потребления ниток при образовании стежка на краеобметочных устройствах машины проводились экспериментальные исследования натяжения ниток на всех этапах образования КСС и влиянии на них величин подачи и потребления ниток. На разработанном для исследования стенде регистрировались диаграммы натяжения $T(\varphi)$ и согласования $Q(\varphi)$ функций подачи и потребления ниток при фиксировании степени затяжки их в стежке. Для проведения исследований разработан способ определения характеристики использования нитки (а.с. № 1227740), при котором действительная диаграмма согласования (использования) нитки $Q(\varphi)$ определяется как разность между величинами запаса нитки $\sum_{i=1}^n h_i(\varphi)$ на n -ом количестве участков ($n \geq 1$) и потреблением с бобины $L_s(\varphi)$:

$$Q(\varphi) = \sum_{i=1}^n h_i(\varphi) - L_s(\varphi). \quad (5)$$

В результате выполненных исследований определены общие требования к согласованию подачи и потребления ниток при образовании КСС: недостаток в подаче нитки, соответствующий наименьшему значению диаграммы согласования $Q(\varphi)$ и равный приблизительно расходу нитки на один стежок, должен происходить для ниток петлителей при достижении лезвий их ПО своих крайних нижних положений, а для игольной нитки - по окончании перемещения материала; в моменты сброса игольной петли с лезвия петлителя и при окрашении ее и других петель ниток необходимо наличие недостатка в их подаче; стабильность захвата иглой нитки петлителя также требует создания в этот момент недостатка в ее подаче, т.е. $Q(\varphi) < 0$, в начальный

момент проведения нитки ПО в петлю захваченной нитки или через материал необходимо создание избытка в ее подаче, т.е. $Q(\varphi) > 0$.

Установленные требования могут быть использованы при определении рациональных диаграмм согласования $Q(\varphi)$ функции подачи и потребления ниток, необходимых для синтеза их механизмов подачи.

В III главе представлена разработка основных характеристик для проектирования механизмов ПО и нитеподачи: функций положений ПО и соотношения между диаграммами подачи и потребления нитки, устанавливаемого через диаграмму согласования (использования) ниток.

Функции положения лезвия ПО определяют положения лезвия в зависимости от изменения угла φ поворота главного вала машины и состоят из выражений $X_i = f_x(\varphi_i)$, $Y_i = f_y(\varphi_i)$, представленных в уравнениях (1...4) и зависимости $\gamma_i = f_\gamma(\varphi_i)$, которая для соответствующих видов траекторий равна:

- прямой линии $\gamma_i = \gamma_0$;

- части окружности $\gamma_i = \varphi_i + V' \cdot \pi / 2$, $V' = 1$, но если $2\pi > \varphi_i > \pi$, то для нижнего петлителя $V' = -1$, а для верхнего петлителя $V' = 1$, если $0 < \varphi_i < \pi$;

- части эллипса $\gamma_i = \gamma_{min} + \frac{\gamma_{max} - \gamma_{min}}{\varphi_{max} - \varphi_{min}} (\varphi_i - \varphi_{min})$,

где γ_0 - постоянный угол наклона к оси OX линии, проходящей через острие и глазок лезвия ПО (см. рис.);

γ_{min} , γ_{max} - минимальный и максимальный угол наклона лезвия ПО к оси абсцисс OX ;

φ_{min} , φ_{max} - минимальное и максимальное значения функции движения (уравнение 4).

В качестве целевой функции E_c для оптимизации вектора варьируемых параметров $\bar{X} = (X_{0n}, Y_{0n}, R_n, \varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_0, \gamma_{min}, \gamma_{max}, X_{0a}, Y_{0a}, A, B, \dots)$ функции положений лезвий ПО $X_i = f_x(\varphi_i)$, $Y_i = f_y(\varphi_i)$ и $\gamma_i = f_\gamma(\varphi_i)$ принято выражение

$$E_{\Sigma} = \max (q_n a_{n \max}, q_B a_{B \max}, q_U a_{U \max}) + \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^{n_j} F_{j,l}, \quad (6)$$

где $a_{U \max}, a_{B \max}, a_{n \max}$ - максимальные значения аналогов ускорения движения острия ПО (иглы, верхнего и нижнего петлителей соответственно); q_U, q_B и q_n - весовые коэффициенты, учитывающие допустимость соотношений максимальных значений ускорений движений ПО; $F_{j,l}$ - штрафная функция для j -го основного момента взаимодействия ПО l -го ограничения; m - количество моментов взаимодействия ПО; n_j - количество ограничений по каждому j -му моменту.

Штрафные функции $F_{j,l}$ назначались при нарушении условий взаимодействия ПО в моментах захвата и схода и при отсутствии гарантированного зазора между лезвиями ПО и материалом, деталями машины. В качестве метода оптимизации в работе принят поиск по деформируемому многограннику.

В расчете задавались следующие исходные параметры: начальные значения варьируемых параметров функции положений, максимальные и минимальные размеры стежка; размеры зоны, захватываемой материалом и деталями машины в плоскости движения петлителей; расстояния от острия до глазка и от острия до окончания лезвия ПО и др.

Проверка требуемых условий взаимодействия ПО в основных моментах процесса производилась на двух уровнях, где на первом - определялось наличие момента, а на втором - выполнение образования и захвата петли (схода петли), а также соударения лезвий между собой.

Момент захвата ниток характеризуется следующими условиями на первом уровне:

1) входом острия ПО, захватывающего нитку, на плоскость петли, т.е. $d_{n_i}, d_{n_{i+1}} < 0$, где d_{n_i} и $d_{n_{i+1}}$ - расстояния от плоскости петли до острия перед и после захвата петли;

2) перемещением острия ПО с определенной скоростью $V_{отн}$, т.е.

когда $V_{от.} > V_{от.гон.}$, где $V_{от.гон.}$ - минимальная относительная скорость перемещения ПО;

3) минимальным отклонением $d_{н.мин}$ острья ПО от плоскости петли перед ее захватом, $d_{н.мин} > d_{н.х.}$, где $d_{н.х.}$ - минимально-необходимое отклонение острья ПО от плоскости петли;

на в т о р о м уровне:

1) образованием петли необходимой формы, обеспечиваемое перемещением ΔS_p глазка ПО, несущего нитку, а именно: для формирования игольной петли $\Delta S_{ср.} - \Delta S \leq \Delta S_p \leq \Delta S_{ср.} + \Delta S$, где $\Delta S_{ср.} \pm \Delta S$ - необходимый подъем иглы от крайнего нижнего положения для образования петли игольной нитки; а для формирования петель из ниток петлителей перемещением ΔS_p лезвия к своим крайним положениям, $\Delta S_p \leq 0$ (для верхнего петлителя - к крайнему левому положению, а для нижнего петлителя - к крайнему правому положению), но при отклонении от них не более допустимой величины $\Delta S_{гон.}, \Delta S_p \leq \Delta S_{гон.}$;

2) попаданием острья ПО в петлю на определенном расстоянии Δl_2 от глазка, из которого выходит нитка петли, т.е. $z_g - \Delta z_g \leq \Delta l_2 \leq z_g + \Delta z_g$, или от нитки (для захвата нитки верхнего петлителя), т.е. $\Delta l_2 > z_{g.мин.}$, где $z_g \pm \Delta z_g$ - расстояние, на котором петля имеет максимальную ширину. $z_{g.мин.}$ - минимальное отклонение нитки от острья ПО, при котором возможен ее захват;

3) отсутствием соскальзывания петли с лезвия ПО при ее захвате ($\beta_n < \beta_{гон.}$ - для момента захвата игольной нитки и $\beta_v \leq \beta_{гон.}$ - для момента захвата нитки нижнего петлителя);

4) отсутствием соударения между ПО при обратном, по отношению к моменту захвата петли, их перемещении, когда острие ПО должно проходить на расстоянии l_c от глазка ПО, образующего петлю, т.е. $l_c \geq l'_{мин.}$, где $l'_{мин.}$ - минимально-допустимое приближение острья ПО к глазку другого ПО.

Моменты схода нитки с лезвия ПО характеризуются условиями:

- 1) направлением перемещения ПО, обеспечивающим соскальзывание петли с его лезвия;
- 2) возможностью соскальзывания с острия ПО, т.е. $\eta < \eta_{\text{пр. max}}$ где η – угол между ниткой и гранью лезвия ПО, удерживающей петлю;
- 3) отсутствием повторного захвата сброшенной петли, т.е. $\varphi_{\text{кр}} > \varphi_{\text{сб}} + \Delta \varphi_{\text{сб. min}}$ где $\varphi_{\text{кр}}$ и $\varphi_{\text{сб}}$ – углы соответственно, определяющие перемещение петлителя в крайнее положение и к моменту схода нитки с лезвия ПО; $\Delta \varphi_{\text{сб. min}}$ – минимально-допустимый интервал между сбросом и достижением петлителя своего положения.

Последовательность выполнения основных моментов образования КОС выдерживалась проверкой условий их осуществления только на определенных диапазонах изменения угла φ поворота главного вала. Исключение поломки лезвий петлителей от соударения с краем материала и деталями машины, образующими ограниченную зону, обеспечивалось соблюдением гарантированного зазора между ними.

По предложенной методике с использованием разработанных программ расчетов на ЭВМ, определены параметры функций положений лезвий ПО для стабильного образования КОС ($\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} F_{j,i} = 0$) на универсальной машине кл. 2022А "Промшвеймаш" с использованием агрегатного устройства (вариант компоновки ПО $V_0=1$) и на бытовой краеобметочной машине кл. МВК-1 СА3 (вариант компоновки ПО $V_0=2$).

Для определения диаграммы согласования $Q(\varphi_i)$, принятой в качестве исходной характеристики для синтеза механизмов подачи нитки, разработаны алгоритмы расчета функций подачи и потребления. Функции подачи $P(\varphi_i)$ и потребления $L(\varphi_i)$ устанавливаются в зависимости от значений угла φ_i поворота главного вала изменение длины нитки соответственно на участках: глазок ПО – регулятор натяжения и глазок ПО – окончание сформированного стежка. Положение игольной нитки на лезвии.

петлителя устанавливалось из нахождения минимального периметра ее петли с учетом форм и размеров лезвия петлителя. Функция потребления $L(\varphi_i)$ иглольной нитки определялась отдельно по участкам, где ее длина изменяется под воздействием перемещающихся иглы или петлителя.

Диаграмма согласования $Q(\varphi_i)$ функций подачи $P(\varphi_i)$ и потребления $L(\varphi_i)$ нитки устанавливается для i -го угла φ_i поворота главного вала изменение общей ее длины $\sum_{j=1}^{n_i} \ell_j(\varphi_i)$ на n_i -м количестве j -х прямолинейных участков от регулятора натяжения до затянутого стежка с момента начала ее отсчета угла $\varphi_i = \varphi_0$ и $n_i = n_0$:

$$Q(\varphi_i) = \sum_{j=1}^{n_i} \ell_j(\varphi_i) - \sum_{j=1}^{n_0} \ell_j(\varphi_0), \quad (7)$$

или

$$Q(\varphi_i) = P(\varphi_i) + L(\varphi_i) - (P(\varphi_0) + L(\varphi_0)). \quad (8)$$

Таким образом, разработаны методики расчета и определены параметры исходных характеристик к синтезу стежкообразующих механизмов краеобметочных устройств машин.

В IV главе диссертация рассматривается синтез механизмов ПО и нитеподачи краеобметочных устройств машин бытового назначения.

Расчет кинематических размеров механизмов ПО выполнялся поэтапно на основе минимизации значения целевой функции, которая:

- при синтезе ведомой части направляющего механизма, после расчета начальных его размеров по известным крайним и среднему на траектории положениям лезвия ПО, вычислялась по уравнению:

$$E_{\Gamma} = \max(d_{1,i}^2) + \sum_{j=1}^{m_1} F'_{1,j}, \quad (9)$$

где $d_{1,i}$ - кратчайшее расстояние в i -ом положении острья ПО от требуемой его траектории; $i = 1 \dots n$;

m_1 - количество рассматриваемых ограничений в конструкции механизма;

- при синтезе ведущей части (передаточного) механизма, после определения начальных его размеров, вычислялась по уравнению:

$$E_{II} = \max(\Delta\psi_{\max}, \sum_{j=1}^{m_2} F_{ij}'), \quad (10)$$

где $\Delta\psi_{\max} = \max(\psi_i' - \psi_i'')$ - максимальная разность между действительным ψ_i' и требуемым ψ_i'' (при параметрах ведомой части механизма, установленных на первом этапе) i -ми положениями ведомого коромысла механизма; $i = 1 \dots n$;

m_2 - количество рассматриваемых ограничений в конструкции ведущей части механизма;

- при оптимизационном синтезе обеих частей механизма ПО:

$$E_{III} = \sum_{i=1}^{n_1} d_{2,i}^2 + q' \max(d_{2,i}^2) + \sum_{j=1}^{(m_1+m_2)} F_{ij}', \quad (11)$$

где $d_{2,i}^2$ - квадрат расстояния между i -ми действительным и требуемым положениями острия ПО; $i = 1 \dots n_1, n_1 \geq n$; $q' > 1$;

- при оптимизационном синтезе механизмов ПО:

$$E_{IV} = E_{\Sigma} + \sum_{k=1}^{m_{\Sigma}} \sum_{j=1}^{(m_1+m_2)_k} F_{kj}', \quad (12)$$

где F_{kj}' - штрафные функции, назначаемые при нарушении допустимых значений контролируемого параметра (ограничениях) в конструкции m_{Σ} -го количества механизмов; E_{Σ} - целевая функция согласно уравнения 6.

Используя данную методику и принимая ограничения на габариты, выполнен синтез механизмов петлителей агрегатных устройств машины кл. 2022 А ПО "Промшвеймаш". При совершенствовании конструкции механизмов петлителей приставки "Оверлок" учитывался подъем рейкой и материалом ее корпуса и были определены параметры, обеспечивающие образование ГДС на различных классах бытовых машин. На базе проведенных исследований усовершенствованы конструкции механизмов петлителей в иглы бытовой краеобметочной машины кл. 151-2 ПНЗ-23, позволявшие при единой их настройке выполнять как

трехниточный, так и двухниточный КЭС.

Общий синтез механизмов ПО требует проведения всех этапов расчета, а при совершенствовании - достаточно выполнения только последнего этапа.

Расчет параметров механизма подачи игольной нитки к агрегатному устройству двухниточного КЭС к машине кл. 2022 А ПО "Промшвеймаш" выполнен на основе минимизации целевой функции вида:

$$E_{н/п} = \begin{cases} \max |Q(\varphi_i) - Q'(\varphi_i)|, & \text{если } \sum_{j=1}^k q_j R_j = 0, \\ q_n R_n, & \text{если } R_n > 0 \text{ и } \sum_{j=1}^{n-1} q_j R_j = 0, \end{cases} \quad (12)$$

где $q_1 > q_2 > \dots > q_n > \dots > q_k > 1$; $Q'(\varphi_i)$ и $Q(\varphi_i)$ - соответственно рациональная и расчетная диаграммы согласования игольной нитки; R_1 - штрафная функция, назначаемая в случае превышения допустимого максимального размаха в изменении значений диаграммы согласования нитки; R_j - штрафная функция, учитывающая выполнение по знаку диаграммы согласования нитки в основном j -м моменте образования стежка, при $j = 2 \dots k$.

Рациональная требуемая диаграмма согласования $Q'(\varphi_j)$ определяется на основании выполнения необходимых условий в согласовании подачи и потребления нитки в j -х моментах образования стежка ($j = 2 \dots k$), плавного ее нагружения и др.

В результате проведенного расчета определены координаты расположения нитенаправителей на трассе заправки нитки и параметры плетоподатчика, закрепленного на шатуне механизма петлителя.

По полученным методикам, с использованием разработанных программ для расчетов на ЭВМ, определены кинематические размеры стежкообразующих механизмов краеобметочных устройств машин битового назначения.

В У главе приводится практическая реализация результатов расчетов стеклообразующих механизмов краеобметочных устройств машин бытового назначения и дается экспериментальный анализ их работы, подтверждавший их работоспособность. Указана технико-экономическая эффективность от разработки агрегатных устройств КЭС к швейной машине кл. 2022 А, усовершенствования конструкции приставки "Оверлок" к бытовой машине кл. 161 ПЗ-23, выполняющей двухниточный и трехниточный КЭС.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Выполнен анализ технологических особенностей эксплуатации и соответствия км конструкций швейных машин, обметывающих края материала при изготовлении одежды по индивидуальным заказам. Установлена необходимость расширения их функциональных возможностей за счет создания краеобметочных агрегатных устройств к промышленным, краеобметочных приставок к бытовым машинам стачивающего стежка, а также - усовершенствования бытовых краеобметочных машин. Создание км усовершенствования краеобметочных устройств машин бытового назначения требует проведения теоретических и экспериментальных исследований для разработки стеклообразующих механизмов с учетом особенностей их работы.

2. Проведен анализ способов обметывания изделий на краеобметочных устройствах машин бытового назначения, обоснованы и разработаны новый вид пятиниточного стачивающе-обметочного стежка и способ его образования, а также - образование КЭС с использованием петлителя машины двухниточного цепного стежка.

3. Установлено, что для расчета параметров функций положений лезвий ПО необходимо дополнительно к известным условиям стабильного образования стежка учитывать в частности: ориентацию лезвий ПО перед захватом петли, минимальное отклонение их остриев от петли, ²

также перемещение острия ПО относительно лезвия другого ПО и др. Условия стабильного образования КДС, необходимые для расчета функций положений лезвий ПО, формализованы и представлены в виде уравнений и неравенств.

4. Определены требования к согласованию функций подачи и потребления ниток в основных периодах формирования краеобметочного стежка. Разработаны способ определения характеристики использования нитки (а.с. № 1227740) и стенд для проведения исследований процесса подачи нитки по диаграммам ее натяжения и согласования функций подачи и потребления.

5. Разработана методика расчета функций положений лезвий ПО на основе минимизации ускорений движения их лезвий с учетом соблюдения ограниченной зоны под перемещения лезвий петлителей и условий стабильного образования стежка при его максимальных и минимальных размерах.

6. Предложена методика оптимизационного синтеза параметров механизма подачи игольной нитки на основе диаграммы согласования функций подачи и потребления и с использованием штрафных функций, назначаемых при несоответствии по знаку значений действительной и требуемой диаграммы согласования в основных моментах образования краеобметочного стежка.

7. Разработана методика поэтапного оптимизационного синтеза механизмов ПО краеобметочных устройств машин бытового назначения, когда: первоначально — при синтезе направляющей и передаточных частей механизма, и далее — при оптимизации параметров обеих частей механизма, выполняется приближение для каждого механизма его действительных значений функций положений лезвий ПО к рациональным; а при окончании расчета — оптимизация кинематических размеров механизмов ПО через проверку выполнения условий стабильного образования

стежка при минимизации максимальных ускорений движения их лезвий. На каждом этапе расчета учитываются ограничения в работе механизмов и их особенности конструкции для соответствующих видов краеобметочных устройств.

8. Разработаны стеклообразующие механизмы краеобметочных устройств машин бытового назначения, образующие стабильно краеобметочные стежки с различными размерами.

9. Основные результаты диссертационной работы реализованы при разработке стеклообразующих механизмов к агрегатным устройствам и совершенствовании конструкции данного вида механизмов к приставке "Оверлок" к бытовым краеобметочным машинам кл. 151-2 ПЗ-23 и МК-1 СА3. Экономический эффект от внедрения машины агрегатного типа класса 2022 АМ ПО "Промшвеймаш" с краеобметочным агрегатным устройством составит 213 руб. на одну машину, от машины класса 151-2 ПЗ-23, выполняющей двух- и трехниточный КОС, — составит 18 тыс. руб. на годовую программу их выпуска и от использования методики разработки механизмов ПО бытовой краеобметочной машины — 313 рублей на одну машину.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Ермаков А.С. Проектирование стеклообразующих механизмов агрегатного устройства краеобметочного стежка к швейной машине челночного стежка // Научно-технический прогресс в сфере услуг.

Тез. выступ. на республ. научн.-техн. конф. УФ МТИ. — Уфа. — 1986. — С.129.

2. Ермаков А.С. К вопросу проектирования механизма подачи нитки в швейно-обметочной машине // Сб. науч. тр. / Моск. тех. ин-та. / 1986. Вып. 60. — С.74-79.

3. Ермаков А.С. // Способы обметывания краев материала в изделиях на швейных машинах // Сб. науч. тр. / Москов. тех. ин-та. —

- 1987. - Вып. 64. - С. 124-131.

4. Яцук А.А., Иванченко В.А., Ермаков А.С. Принципы разработки на швейных машинах с расширенными технологическими возможностями для производства одежды по заказам населения // Оборудование для легкой промышленности. Стечевенный производственный опыт. - 1987. - № 8. - С. 4-6.

5. Ермаков А.С. Формирование требований к образованию краеобметочного стежка на швейной машине. - В сб. науч. тр.: Вопросы повышения качества и технологического уровня бытовых услуг. - М. - ЦНИИбыт. - 1987. - С. 43-48.

6. Ермаков А.С. Исследование процесса подачи ниток в швейных машинах трехниточного краеобметочного стежка. В сб. науч. тр. : Вопросы интенсификации технологических процессов и совершенствования машин и оборудования бытового назначения. - М. - МТИ. - 1987. - С. 54-60.

7. Иванченко В.А., Ермаков А.С. Влияние формы лезвия петлителя на периметр игольной петли при образовании цепного стежка. В сб. науч. тр.: Вопросы интенсификация технологических процессов и совершенствования машин и оборудования бытового назначения. - М. - МТИ. - 1987. - С. 63-70.

8. Ермаков А.С. Определение диаграммы потребления игольной нитки при образовании краеобметочного стежка. - В сб. науч. тр. : Повышение эффективности технологических процессов и оборудования предприятий бытового обслуживания. - М.: МТИ. - 1988. - С. 76-82.

9. Ермаков А.С. Определение натяжения нитки в швейной машине, В сб. науч. тр. : Совершенствование технологических процессов и оборудования бытового назначения. - М.: МТИ. - 1990. - С. 30-36.

10. Ермаков А.С. Пярминова Г.М. Исследование перемещений рабочих органов швейных машин при образовании цепного стежка.-В сб.

науч. тр. : Совершенствование технологических процессов оборудования бытового назначения. - М.: МТИ. - 1990. - С. 36-42.

11. Ермаков А.С. Исследование и разработка механизмов к швейным машинам для выполнения краеобметочных стежков // Повышение технологического уровня предприятий бытового обслуживания в усл.хозрасчета. Материалы семинара. - М. - 1990. - С. 110-112.

12. Иванченко В.А., Сучилин В.А., Ермаков А.С. Совершенствование конструкции механизмов бытовых краеобметочных машин. - В сб. науч. тр. : Ресурсосбережение в технологии производства бытового обслуживания. - М.: МТИ. - 1990. - С. 94-102.

13. Иванченко В.А., Кречков Н.В., Сучилин В.А., Ермаков А.С. Основные перспективы совершенствования бытовых краеобметочных машин. - В сб. науч. тр. : Ресурсосбережение в технологии производства бытового обслуживания. - М.: МТИ - 1990. - С. 90-93.

14. А.с. № 1227740 СССР МКИ⁴ Д05В 45/00. Способ определения характеристики использования нитки в швейных машинах. /Е.А. Панфилов, В.А.Иванченко., А.С.Ермаков, А.А.Яцук, В.И.Бахалов (СССР). - № 3765339/28-12. Заявлено 10.07.84. Оpubл. 30.04.86. Бвл.№ 16// Открытия. Изобретения. - 1986. - № 16.

15. А.с. № 133874 СССР, МКИ⁴ Д05В 1/14. Многоцелевая швейная машина. / В.А.Иванченко, А.С.Ермаков, В.Н.Болтунов, А.А.Яцук (СССР) № 3945166/28-12. Заявлено 22.08.85.

16. А.с. № 1668305 СССР, МКИ⁵ Д05В 1/14. Швейная машина/ А.С.Ермаков, В.А.Иванченко, Е.А.Панфилов, А.А.Яцук, К.Б.Кривич (СССР) № 4746239/30-12. Заявлено 01.08.89.

17. А.с. № 1546527 СССР МКИ⁵ Д05В 1/16. Механизм перемещения материала бытовой швейной машины. /К.Б.Кривич, В.К.Ивашкевич, А.С.Ермаков, В.А.Иванченко, Н.В.Кречков, В.Н.Лобченко (СССР). -

№ 43211313/30-12. Заявлено 11.09.87. Опубл. 28.02.90. Блл. № 8.
Открытия. Изобретения. - 1990. - № 8.

18. Положительное решение ВНИИПЭ по заявке № 4322690/12-16047. МКП⁵ ДОБВ 1/20, 1/14, 1/18. Агрегатное устройство краеобметочного стежка к швейной машине. /В.А.Иванченко, А.С.Ермаков, А.А.Япук, К.Ю.Юревич, В.В.Буко (СССР). Заявлено 28.10.87.

19. Положительное решение ВНИИПЭ по заявке № 4272515/12-10665. МКП⁵ ДОБВ 1/22. Стачивающе-обметочная строчка швейной машины. /В.А.Иванченко, А.С.Ермаков, В.А.Сучилин, В.И.Простотин, В.И.Новохатько, В.А.Баглык (СССР). Заявлено 01.07.87.



Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и
механизации лесного хозяйства.
Подписано и печатно 28.06.91г.
Заказ 87 Тираж 100.
