

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

МШАНЕЦКИЙ Сергей Иванович

УДК 675.05 (2) : 007.52

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ
ВЫШИВАЛЬНЫХ ЗИГЗАГ-МАШИН С ЧЕЛНОЧНЫМ
ПЕРЕПЛЕТЕНИЕМ НИТИ

Специальность 05.02.13 —
«Машины и агрегаты легкой промышленности»

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1989

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена в Московском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте легкой промышленности.

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор Сторожев В. В.

Официальные оппоненты — доктор технических наук, профессор Руженцев С. А., МТИЛП; кандидат технических наук, гл. конструктор Николаенко А. А., ПМЗ им. Калинина.

Ведущее предприятие — Дом Моды г. Владивосток.

Защита состоится **«21.» июня 1989 г. в 11:15** часов на заседании специализированного Совета Д 053.32.02 при Московском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте легкой промышленности по адресу: 113806, г. Москва, ул. П. Осипенко, 33.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте легкой промышленности.

Автореферат разослан **«19.» июня 1989 г.**

Ученый секретарь
Специализированного Совета,
кандидат технических наук,
доцент

Гришин В. В. ГРИВИН В. В.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Решениями XXVII съезда КПСС перед народным хозяйством поставлена задача увеличения объема производства одежды и обуви при значительном улучшении качества. В настоящее время до 60% одежды изготавливается в сфере бытового обслуживания и художественных промыслов малыми сериями или по индивидуальным заказам. Одним из способов расширения ассортимента модной одежды является применение высокохудожественной вышивки. Значительный объем этих работ выполняется высококвалифицированными вышивальщицами вручную или с использованием неспециализированных машин.

Создание для этих целей машины вышивального стежка, способной с высоким качеством выполнять большинство видов вышивки без перевалки, позволит облегчить индивидуальный труд вышивальщиц при создании модной одежды, изготовленной панно и картин, реставрационном восстановлении древних gobelinов,

Вопросы работы и проектирования машин вышивального стежка, позволяющих аддитивно изменять параметры процесса образования вышивального стежка, изучены недостаточно. Не рассмотрена связь напряженно-деформированного состояния материала с изменением ширины зигзага в процессе работы, а так же с натяжением к подачей игольной линии в машине вышивального стежка, которая является основной особенностью процесса выполнения вышивального стежка определяющей качество выполнения рисунка вышивки. Выполненные ранее исследования процесса стежкообразования проводились без предварительного растяжения материала с равномерной его структурой по всей площа-ти обработки.

УЧНаучно-технической конференции молодых специалистов ВНИИЛтэкмаша (Москва, 1986 г.);

УЛ Краевой научно-технической конференции "Роль науки в повышении эффективности производства" (Владивосток, 1986 г.);

Семинаре общества "Знание": Научно-технический прогресс в отраслях бытового обслуживания", ИДНТИ им.Ф.Дзержинского (Москва, 1987 г.);

УЛ Краевой научно-технической конференции "Роль науки в повышении эффективности производства" (Владивосток, 1987 г.);

Заседании кафедры "Машины и аппараты легкой промышленности" МТИШ (Москва, 1989 г.).

ПУБЛИКАЦИИ. Основное содержание диссертационной работы отражено в шести печатных работах.

ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав с выводами, общих выводов по работе, списка литературы и приложений. Работа изложена на 149 страницах машинописного текста, содержит 40 рисунков, 12 таблиц. Библиография включает 111 наименований. Приложения представлены на 32 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении дано обоснование актуальности диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ проведен анализ современного состояния процесса изготовления машинной вышивки и работ по его исследованию. Показано, что в настоящее время на вышивальных участках предприятий бытового обслуживания и местной промышленности широко используются машины. Классифицированы основные виды машинной вышивки. На основе предлагаемой классификации и анализа фрагментов вышивки сформулированы требования к машине вышивального стежка.

Предложена классификация вышивального оборудования по способу

перемещения объекта обработки. Показано, что для выполнения высокодухожественных вышивок в условиях единичного и мелкосерийного производства, ввиду композиционной сложности рисунков вышивок, наиболее приемлемыми являются машины с неавтоматическим перемещением объекта обработки.

Установлено, что разработка конструкций машин вышивального стежка должна выполняться с учетом психофизических и ergonomических требований к системе "человек-машина".

Выполнен анализ работ, посвященных исследованию процесса стежкообразования швейных машин. Отмечено, что авторами: С.И.Русаковым, А.И.Комиссаровым, В.В.Сторожевым, Н.В.Сумароковым, В.Н.Гарбачуком, В.И.Полухиным исследован процесс образования челночного стежка при строго фиксированной его длине, что не отвечает требованиям предъявляемым к машине вышивального стежка и ставит задачу исследования особенностей процесса образования стежка с изменяющимися параметрами на материале, находящемся в напряженно-деформированном состоянии*. Установлено, что напряженно-деформированное состояние материала закрепленного в пильцах, является случаем его многоосного растяжения для расчета которого применима мембранные теория оболочек.

Анализ процесса изготовления машинной вышивки позволил установить, что научно-обоснованное решение задач проектирования машины вышивального стежка должно основываться на исследовании особенностей процесса образования стежка в условиях напряженно-деформированного состояния материала.

В главе определены основные задачи исследования по созданию машины вышивального стежка.

ВТОРАЯ ГЛАВА посвящена экспериментальным и теоретическим исследованиям процесса образования вышивального стежка, представляемым

щего собой стежок с изменяющимися в ходе работы машины параметрами: шириной зигзага ℓ_x и длиной стежка ℓ_y .

Для осуществления такого процесса разработана структурная схема системы адаптивного изменения параметров процесса стежкообразования. Определены параметры механизмов изменения ширины зигзага для машин вышивального стежка, разработанных на базе машин 26 кл. ПМЗ и 335 кл. "Minerva".

Установлен закон подачи нитки машины вышивального стежка на основании которого определена величина изменения значения действительной подачи нитки: интервал которой составляет 145-165 мм для машины вышивального стежка на базе 26 кл. ПМЗ и 127-135 мм машины на базе 335 кл. "Minerva", что соответствует изменению ширины зигзага в интервале $\ell_x = 2,0 \pm 9,0$ мм. Исследовано влияние на натяжение игольной нитки ряда факторов: частоты вращения главного вала, экстремумов натяжения нитки, вида материала на котором выполняется вышивка, диапазона изменения ширины зигзага.

Установлено, что влияние скоростного режима вращения главного вала машины на натяжение игольной нитки является незначительным, так как в рабочем диапазоне скоростей 400-1200 мин⁻¹ натяжение игольной нитки остается постоянным: $T_i = 2,2$ Н = const.

Экстремум натяжения игольной нитки в момент затяжки стежка нитеподатчиком соответствует углу поворота главного вала машины $\varphi_1 = 60^\circ$, экстремум натяжения при входлении иглы в материал при $\varphi_2 = 95^\circ$, экстремум натяжения при выходе иглы из материала - $\varphi_3 = 335^\circ$.

Влияние материала исследовано на четырех видах наиболее часто применяемых тканей: шелковой, шерстяной, хлопчатобумажной и льняной. Установлено, что при смене материала интервал изменения натяжения игольной нитки незначителен и составил 4,9-5,2 Н.

Показано, что с увеличением ширины зигзага до его максимального значения $\ell_x = 9,0$ мм максимальная величина натяжения игольной нитки возрастает в 2,1 раза и составляет $T_i = 5,1$ Н.

Для количественной оценки влияния изменения ширины зигзага $\ell_x = 2 \pm 9$ мм на натяжение игольной нитки предложен и рассчитан коэффициент изменения натяжения игольной нитки K_x .

ТРЕТЬЯ ГЛАВА посвящена теоретическим вопросам проектирования и разработки механизмов машины вышивального стежка:

механизма изменения ширины зигзага;

механизма изменения натяжения и подачи игольной нитки (компенсатора);

игольной платины.

Установлено, что особенностями изменения подачи и потребления игольной нитки являются: незначительный расход игольной нитки за счет толщины стачиваемых материалов, изменение значения коэффициента затяжки стежка: $K_z = 0,8$ по сравнению со стачивающим стежком, так как выполнение качественной высокогоудожественной вышивки требует смещения переплетения игольной и челночной ниток на изнаночную сторону в среднем на 15% от общей величины стежка с каждой стороны.

Установлено, что в процессе образования вышивального стежка игольная нитка находится в более сложных условиях по сравнению с образованием обычного челночного стежка из-за наличия трения нитки по напряженно-деформированному материалу, что необходимо учитывать для получения высокого качества вышивки. Напряженно-деформированное состояние материала связано с изменением его геометрической структуры, приводящий к неравномерной поверхности плотности и толщины материала в различных зонах плоскости шитья (рис. I). Исследование геометрической структуры напряженно-деформированного состояния материала на плоскости закрепления его в пильцах выполнено с по-

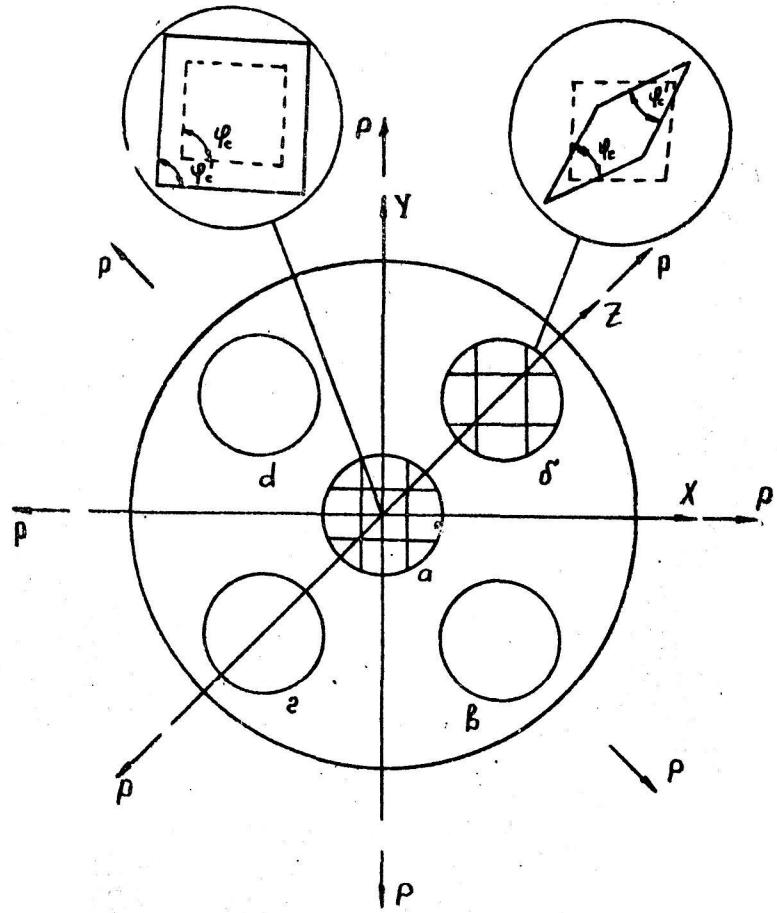


Рис. I. Изменение геометрической структуры материала закрепленного в пильцах

мощью теории сетей Чебышева, в основе которой лежит разбиение формы поверхности на элементарные участки, которые анализируются с точки зрения их трансформации и распределения на поверхности. Для исследуемых тканей определены размеры центральной, средней и периферийной зон изменения геометрической структуры материала в зависимости от величины сетевого угла между нитями, составляющими материал. Установлено, что с увеличением радиуса пильца происходит увеличение в основном площади средней зоны материала, являющейся основным полем для изготовления вышивки. Изменение геометрической структуры материала в различных зонах пильца приводит к различной его поверхностной плотности, влияющей на усиление прокола материала иглой, которое в процессе вышивки является постоянно действующей на материал и деформирующей его нагрузкой.

В основу расчета величины прогиба материала под действием усилия прокола материала иглой положена мембранный теория оболочек.

Выполненные аналитико-экспериментальные исследования оболочек, позволили прогнозировать их поведение при различных параметрах конструкций защелкивания. Аналитический расчет прогибов материала, защемленного в пильцах, выполнен энергетическим методом, основанном на равенстве потенциальной энергии элементов материала и работы, необходимой для его прогиба. За начальное напряжение материала принято напряжение при его закреплении в пильцах за счет свободного одевания сбруйки пильц друг из друга. Аналитически рассчитаны прогибы материала δ , защемленного в пильцах круглой формы радиуса R , в зависимости от величины прилагаемой нагрузки P , толщины материала δ , радиуса площади вышивки r , упругих свойств материала E_1, E_2 , удельного веса вышитого материала γ , координаты точки прокола материала иглой $L\varphi$:

$$\delta = \sqrt{\frac{4(P + 4\gamma R^2 \sin \varphi \cos \varphi)}{\delta(R^2 - r^2) \left\{ \frac{E_2 \cos \varphi}{\sin^3 \varphi} + \frac{E_1 \sin \varphi}{\cos^3 \varphi} \right\}}}$$

Так как выполнение качественной вышивки требует равномерной геометрической структуры материала, то с целью обеспечения стабильных условий процесса образования вышивающего стежка разработана конструкция игольной пластины с выпуклым сегментом в её центральной части, обеспечивающая локальное натяжение материала, позволяя ее стабилизировать геометрическую структуру материала в различных зонах площади пяльца. Высота сегмента игольной пластины принята из условий обеспечения запаса прочности материала на разрыв и устранения прогибов материалов при входе в него и выходе из него иглы.

Известно, что относительное разрывное удлинение для хлопчатобумажных тканей составляет - 5%, для шелковых - 23%. Для предотвращения разрыва ткани запас её прочности должен быть $K_p = 2 + 3$, при котором допускаемое удлинение материалов составляет $\Delta\ell = 3 + 11,5\%$, оно будет обеспечено при $f_c = 4,0 + 7,0$ мм.

При этом влияние напряженно-деформированного состояния материала на натяжение игольной нитки предложено оценивать коэффициентом взаимного влияния K_m , который рассчитан для различных видов вышивки.

Показано, что применение игольной пластины с высотой сегмента $f_c = 7,0$ мм увеличивает начальное натяжение материала до $T = 2,0$ Н, что обеспечивает плавное возрастание натяжения материала при увеличении ширины зигзага по сравнению со стандартной игольной пластинкой (рис. 2).

Известно, что устойчивость рабочего процесса выполнения вышивки определяется прежде всего величиной натяжения ниток за цикл выполнения фрагмента вышивки. Основу расчетов натяжения игольной нитки на участках траектории её движения составила формула Эйлера.

Известные в литературе зависимости не могут быть использованы для

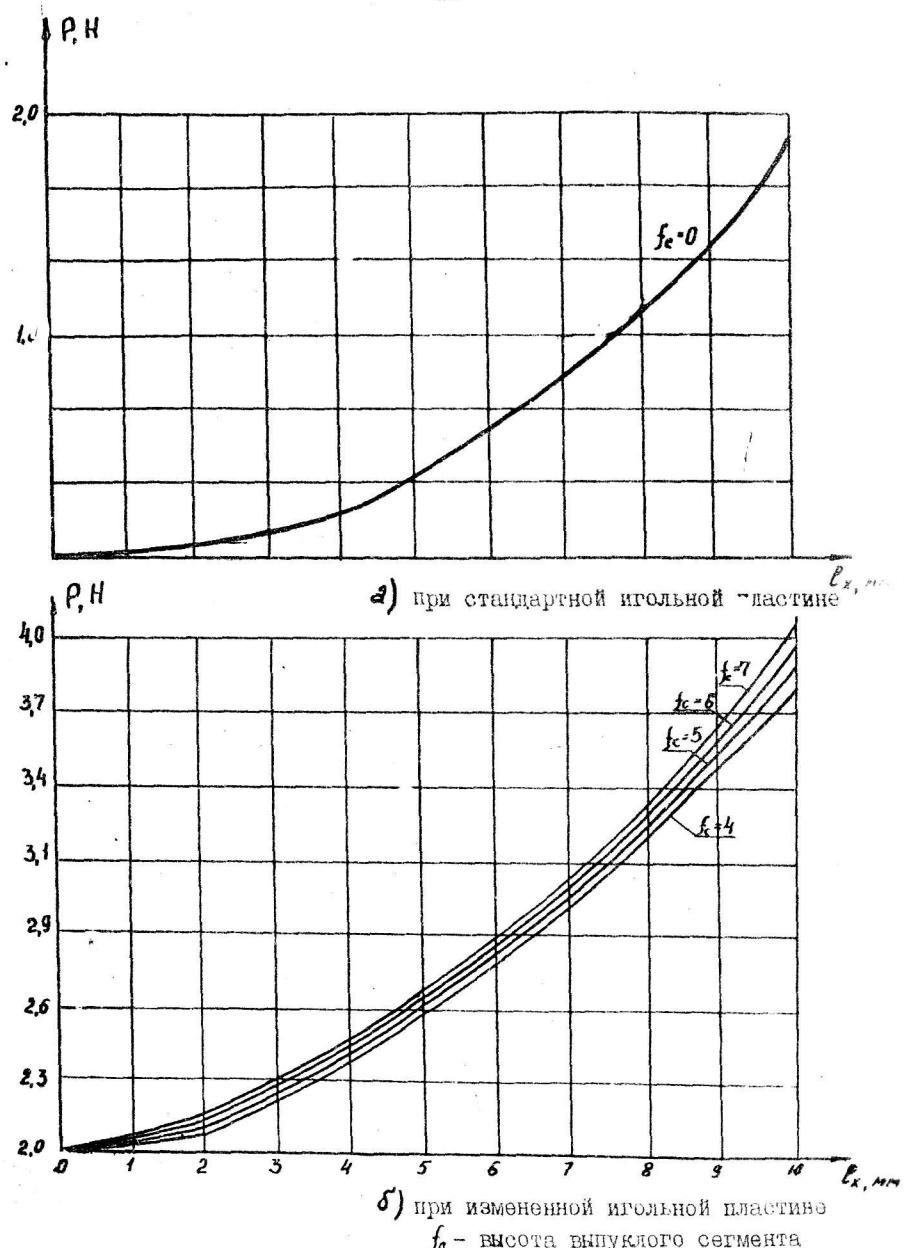


Рис. 2 График зависимости усилия прокола материала иглой в зависимости от изменения ширины зигзага

жения игольной нитки при выполнении вышивального стежка, так как в этом случае на натяжение нитки оказывают влияние: изменение ширины зигзага ($b_x \neq const$) в процессе работы машины и напряжено-деформированное состояние материала. В соответствии с этим расчет натяжения игольной нитки прошёдшей все составляющие трассы выполнен по формуле:

$$T_0 = T_1 e^{\left\{ \frac{M_{d1}}{\mu d_1} \left[1 + e^{\frac{M_{d2}}{\mu d_2} (e^{\frac{M_{d3}}{\mu d_3} (e^{\frac{M_{d4}}{\mu d_4} (e^{\frac{M_{d5}}{\mu d_5}})}))} \right]} \right\}},$$

где: T_0 - натяжение ведущей ветви игольной нитки, Н;

T_1 - натяжение ведомой ветви игольной нитки, Н;

μ - коэффициент трения нитки о поверхности огибаемого цилиндра;

d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 - углы охвата.

Интервал натяжения игольной нитки машины вышивального стежка составил $1,6 + 8,3$ Н при изменении ширины зигзага в диапазоне

$b_x = 2 + 9$ мм. Для обеспечения указанного интервала предложено специальное нитенатяжительное устройство (компенсатор), регулирующее подачу и натяжение игольной нитки в зависимости от длины вышивального стежка. Принцип работы компенсатора основан на изменении угла охвата ниткой подвижной стойки, связанной с механизмом изменения ширины зигзага. Расчет компенсатора выполнен для максимального интервала изменения натяжения игольной нитки $T_H = 1,6 + 8,3$ Н, соответствующего применению измененной конструкции игольной пластины с высотой сегмента $f_c = 7,0$ мм при выполнении вышивки на шелковых тканях. При выполнении вышивки на других текстильных материалах с применением для этих целей игольных пластин с $f_c = 6,0$ мм,

$f_c = 5,0$ мм, $f_c = 4,0$ мм, разработанная конструкция компенса-

тора обеспечит изменение натяжения игольной нитки в требуемых интервалах:

$$f_c = 6,0 \text{ мм},$$

$$f_c = 5,0 \text{ мм},$$

$$f_c = 4,0 \text{ мм},$$

$$T_H = 2,17 \text{ Н} + 8,22 \text{ Н},$$

$$T_H = 2,16 \text{ Н} + 8,08 \text{ Н},$$

$$T_H = 2,14 \text{ Н} + 8,01 \text{ Н},$$

так как они входят в интервал $T = 1,6 \text{ Н} + 8,3 \text{ Н}$, при $f_c = 7,0$ мм.

Алгоритм расчета параметров компенсатора реализован на ЭВМ "Искра-226".

Результаты проведенных исследований положены в основу разработки конструкций машин вышивального стежка на базе машин 26 кл. ПМЗ и 335 кл. "Minerva", включающих в себя адаптивную систему, специфику конструкции которой определяется механизмами: изменения ширины зигзага, изменения подачи и натяжения игольной нитки (компенсатором), измененной конструкцией игольной пластины. Изменение ширины зигзага осуществляется посредством механизма изменения ширины зигзага, изменяющего свое положение в зависимости от величины нагрузки, прилагаемой к коленной педали.

Механизм изменения ширины зигзага кинематически связан с механизмом иглы и механизмом изменения натяжения нитки (компенсатором). Такая кинематическая связь позволяет добиться синхронного изменения натяжения игольной нитки соответственно ширине зигзага, что является необходимым условием выполнения качественного стежка.

С целью применения разработанной машины для выполнения высоко-художественной вышивки не только в индивидуальном творчестве, но и в серийном производстве, в работе исследована возможность использования в качестве управляющего блока машины - микропроцессор.

При составлении алгоритма работы вышивальной машины одним из наиболее важных аспектов является составление узора вышивки на-

ром разработанных типовых фрагментов. В работе выделено 14 различных по форме типовых фрагментов, в зависимости от числа параметров, необходимых для их программирования. В первую группу фрагментов входят фигуры задаваемые одним параметром. Это фигуры в основе построения которых лежит окружность. Вторая группа включает в себя фигуры, задаваемые двумя параметрами: квадраты, треугольники, сектор. Третья группа состоит из сложных фигур, задаваемых тремя параметрами: усеченная трапеция, флагок. Для всех 14 фрагментов составлена общая программа, позволяющая оперативно задавать тот или иной фрагмент. В программу воспроизведения фрагмента в автоматическом режиме включены следующие параметры: тип фрагмента, его размер, количество стежков, составляющих фрагмент; шаг строчки, характеризующий поверхностное заполнение фрагмента. Для технологического процесса изготовления вышивки разработан алгоритм и программа его выполнения.

Промышленное внедрение разработанных конструкций вышивальных машин, оснащенных системой аддитивного изменения параметров процесса стежкообразования осуществлено на швейном объединении им. Г. Четкин г. Бенз в Доме моды г. Владивостока.

Внедрение машин вышивального стежка позволило снизить трудоемкость процесса выполнения вышивки на 42%, а себестоимость изделия на 0,40 руб.

ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. На основании классификации существующих видов машинной вышивки сформулированы требования к оборудованию для её выполнения. Показано, что для производства высокохудожественных вышивок, которые из-за своей композиционной сложности изготавливаются в мелкосерийном и единичном производстве, экономически наиболее приемлемым является применение машин, включающих в себя аддитивную систему изменения параметров процесса стежкообразования, позволяющих выполнять все основные виды машинной вышивки.

2. Получена аналитическая зависимость натяжения игольной нитки от ширины зиг-зага, скорости вращения главного вала машины и вида материала, на котором изготавливается вышивка, которая позволила выполнить разработку устройства изменения параметров нитевального стежка. Проведены аналитические и экспериментальные исследования, позволяющие прогнозировать поведение материала при различных параметрах контура его зашемления.

3. Установлено, что выполнение вышивальных стежков требует неравномерной подачи и натяжения игольной нитки. В связи с этим проведены теоретические исследования на основании которых разработано специальное нитенатяжительное устройство, принцип работы которого основан на изменении угла охвата подвижной стойки ниткой, что позволяет получить необходимую "чувствительность" нитенатяжителя.

4. Рассчитаны величины прогибов материала под действием нагрузки, создаваемой усилием прокола материала и весом выполненной вышивки, в основу которого положена мембранный теория; установлено, что равномерность структуры материала может быть достигнута

созданием локального предварительного натяжения в месте выполнения вышивки.

5. На основании проведенных исследований разработана конструкция игольной пластины, имеющая выпуклый сегмент в зоне выполнения стежка. Определены параметры сегмента, исходя из установленной величины прогиба материала под действием нагрузки с учетом запаса прочности материала. Наряду с этим пластина позволяет получить эффект гашения колебаний материала, закрепленного в пальцах, в момент входа иглы в материал и выхода из него. Это решение позволяет получить нужный эффект без усложнения конструкции.

6. С целью применения разработанной машины для выполнения высокохудожественной вышивки не только в индивидуальном творчестве, но и в серийном производстве, на основе классификации типовых фрагментов вышивки определена возможность использования в качестве дополнительного управляющего звена - микропроцессора, который дает возможность комбинировать узор вышивки из набора типовых фрагментов.

7. Осуществлена разработка конструкции вышивальной машины, оснащенной устройством адаптивного изменения параметров рабочего процесса стежкообразования, позволяющая выполнять большинство видов челночных вышивок.

8. Проведена производственная апробация разработанных конструкций машин вышивального стежка, позволившая получить экономическую эффективность в размере 1,060 тыс. рублей при объеме выпуска 1800 рисунков вышивки.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Овчаренко Н.А., Мшанецкий С.И. Анализ конструкции машин 26 кл. ПМЗ и 335 кл. "Minerva" с целью использования их при изготовлении вышивки. - В кн. Роль науки в повышении эффективности производства. - Тезисы докладов У Краевой научно-технической конференции. - Владивосток, 1984.

2. Овчаренко Н.А., Мшанецкий С.И. Исследование возможности модернизации зигзаг машин с целью применения их в производстве вышивки. - Тезисы докладов VI Научно-технической конференции молодых специалистов ВНИИЛТекмаша. - М., 1986.

3. Овчаренко Ч.А., Мшанецкий С.И. Технико-экономическая оценка возможностей зигзаг-машин в производственных условиях изготовления вышивки. - В кн. Роль науки в повышении эффективности производства. - Тезисы докладов VI Краевой научно-технической конференции. - Владивосток, 1985.

4. Сторожев В.В., Овчаренко Н.А., Мшанецкий С.И. Перспективы использования новых машин вышивального оборудования, предназначенного для выполнения индивидуальных заказов населения. - Семинар общества "Знание", Научно-технический прогресс в отрасли бытового обслуживания при МДНТИ им. Дзержинского, М., 1986.

5. Овчаренко Н.А., Мшанецкий С.И., Овчаренко Н.П. Информационный листок № 218-85 "Модернизированная швейная зигзаг-машина 335 кл. 'Minerva' для вышивки изделий". - Приморский межотраслевой центр научно-технической информации.

6. Экспериментальное исследование усилия натяжения игольной нитки вышивальной зигзаг-машины челночного стежка. - В кн. Роль науки в повышении эффективности производства. - Тезисы докладов VII Краевой научно-технической конференции. - Владивосток, 1986 г.

С.М.Анисимов