

УДК 687.053.68

На правах рукописи

НОВИКОВ ЮРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМОВ И УСТРОЙСТВ МНОГОИГОЛЬНОГО
ВЫШИВАЛЬНОГО ПОЛУАВТОМАТА**

Специальность 05.02.13 -
Машины, агрегаты и процессы (легкая промышленность)

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор Сункуев Б.С.

Витебск, 2005

Библиотека ВГТУ



Новиков

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ВЫШИВАЛЬНОГО ОДНОГОЛОВОЧНОГО МНОГОИГОЛЬНОГО ПОЛУАВТОМАТА	
1.1 Анализ существующих конструкций вышивальных одноголовочных многоигольных полуавтоматов и выбор базовой конструкции	10
1.2 Разработка конструкции многоигольного вышивального полуавтомата	23
1.3 Конструктивный состав полуавтомата и техническая характеристика	25
1.4 Описание кинематической схемы полуавтомата	27
Выводы по главе 1	33
2 ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ИГОЛЬНИЦЫ	
2.1 Постановка задачи	35
2.2 Теоретический анализ точности позиционирования игольницы	37
2.3 Экспериментальное исследование ошибок позиционирования игольницы	42
2.4 Оптимизация точности позиционирования игольницы	54
Выводы по главе 2	56
3 ИССЛЕДОВАНИЕ ШАГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА МЕХАНИЗМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ИГОЛЬНИЦЫ	
3.1 Уравнение движения шагового электропривода	57
3.2 Постановка задачи минимизации времени позиционирования игольницы	60
3.3 Расчет времени срабатывания механизма фиксации игольницы	62
3.4 Экспериментальное определение времени срабатывания механизма фиксации игольницы	80
3.5 Расчет времени позиционирования игольницы	86
Выводы по главе 3	89
4 ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МЕХАНИЗМА ОСВОБОЖДЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА НАТЯЖЕНИЯ ИГОЛЬНОЙ НИТКИ	
4.1 Постановка задачи исследования	90
4.2 Определение минимально необходимого перемещения якоря электромагнита	96

4.3 Теоретическое исследование работы механизма освобождения
игольной нитки-----101

4.4 Экспериментальное исследование времени срабатывания
электромагнита -----110

4.5 Исследование надежности работы механизма освобождения
натяжения игольной нитки-----118

4.6 Методика проектирования устройства освобождения игольных
ниток в процессе их автоматической обрезки-----119

Выводы по главе 4-----120

5 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВКЛЮЧЕНИЯ И ОТКЛЮЧЕНИЯ ИГЛ

5.1 Состояние вопроса и постановка задачи-----121

5.2 Теоретическое исследование работы механизма включения
и отключения игл-----125

5.3 Расчет времени срабатывания при отключении игл (t_{cp1})-----132

5.4 Расчет времени срабатывания при включении игл (t_{cp2})-----140

5.5 Анализ режимов работы механизма включения и отключения игл-----148

5.6 Экспериментальное исследование надежности срабатывания
механизма включения и отключения игл-----152

5.7 Методика проектирования механизма включения и отключения
игл по условию надежности срабатывания-----155

Выводы по главе 5-----156

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ-----157

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ-----159

ПРИЛОЖЕНИЯ-----168

ПРИЛОЖЕНИЕ 1-----169

ПРИЛОЖЕНИЕ 2-----176

ПРИЛОЖЕНИЕ 3-----181

ПРИЛОЖЕНИЕ 4-----183

ПРИЛОЖЕНИЕ 5-----185

ПРИЛОЖЕНИЕ 6-----186

ПРИЛОЖЕНИЕ 7-----187

ПРИЛОЖЕНИЕ 8-----194

ПРИЛОЖЕНИЕ 9-----203

ВВЕДЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации

Одной из основных задач предприятий легкой промышленности является улучшение качества и уменьшение себестоимости продукции. В настоящее время швейные предприятия и фабрики художественных изделий Республики Беларусь частично оснащены одноигольными вышивальными полуавтоматами с микропроцессорным управлением, основное же их оснащение – неавтоматизированные универсальные швейные машины челночного стежка, тамбурные швейные машины, машины зигзагообразного стежка, в которых при выполнении вышивки перемещение пялец с заготовкой выполняется вышивальщицами вручную. При этом процесс вышивки является трудоемким и характеризуется низким уровнем автоматизации.

Одним из перспективных направлений совершенствования многоцветной вышивки является автоматизация процесса путем применения многоигольных вышивальных полуавтоматов с микропроцессорным управлением (МПУ). При выполнении цветной вышивки нитями разного цвета на вышивальном полуавтомате с МПУ перемещение пялец с заготовкой, смена цвета нитки и выполнение вышивки на ткани выполняются в автоматическом режиме. В итоге сокращается трудоемкость операций в технологическом процессе вышивки. Имеется возможность одновременного обслуживания нескольких полуавтоматов одним оператором, что повышает производительность труда. Кроме того, при выполнении цветной вышивки нитями разного цвета на полуавтоматах с МПУ улучшается внешний вид изделий за счет более высокой точности перемещения пялец с тканью, качества укладки строчек.

Одноголовочные многоигольные полуавтоматы с МПУ выпускаются зарубежными фирмами «ZSK», «Пфафф», «Таджима», «Бразер», «Барудан» и др. Стоимость этих полуавтоматов высока, в среднем до 30000 долларов США. По этой причине сдерживается их применение на предприятиях Республики Беларусь.

В 1999-2000 г.г. в рамках государственной научно-технической программы «Легкая промышленность» сотрудники ОАО «НП ОКБ машиностроения» и Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» разработали отечественный вышивальный полуавтомат для выполнения многоцветной вышивки. Полуавтомат создан на базе одноголовочного вышивального полуавтомата ПВ-1-1 с микропроцессорным управлением и швейной машины 31-го ряда ОАО

«Завод швейных машин». В конструкцию базового полуавтомата введен ряд механизмов и устройств, обеспечивающих автоматическую смену цвета нити, а также система управления, согласующая работу новых механизмов и устройств с координатным столом и швейной головкой. Внедрение полуавтомата в производство требует высокой надежности всех механизмов нового полуавтомата. Решение поставленной задачи невозможно без проведения научных исследований по оптимизации конструктивных, кинематических, динамических и точностных параметров механизмов.

В настоящей работе поставлена задача разработки механизмов и устройств многоигольного вышивального полуавтомата с микропроцессорным управлением оптимальных по конструктивным, кинематическим, динамическим и точностным параметрам.

Связь работы с крупными научными программами, темами

Работа выполнялась в соответствии с заданием «Разработка и освоение производства многоигольного вышивального модуля» государственной научно-технической программы «Легкая промышленность», госбюджетной НИР ГБ-99-258 «Оптимизация параметров точности обработки на швейных полуавтоматах», 1999-2000 г.г., № ГР 19991304.

Цель и задачи исследования

Цель данной работы – разработка механизмов и устройств вышивального полуавтомата с МПУ для выполнения многоцветной вышивки с использованием серийно выпускаемой швейной головки 31-го ряда, координатного стола, блока МПУ, базового полуавтомата. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- на основе анализа существующего оборудования для выполнения многоцветной вышивки разработать оптимальную структуру вышивального полуавтомата;
- провести анализ и минимизацию погрешностей позиционирования игольницы, разработать оптимальную структуру механизма позиционирования игольницы;
- разработать методику проектного расчета шагового электропривода механизма позиционирования игольницы;
- провести оптимизацию кинематических параметров шагового электропривода механизма позиционирования игольницы с целью минимизации времени позиционирования;
- исследовать взаимодействие механизма освобождения натяжения игольных ниток с механизмами автоматической обрезки игольных и

челночной ниток, разработать оптимальную структуру и конструкцию механизма освобождения натяжения игольных ниток;

- разработать и исследовать механизм включения и отключения игл, оптимизировать его параметры;

- провести производственную апробацию вышивального многоигольного полуавтомата.

Объект и предмет исследования

Объектом исследования является многоигольный вышивальный полуавтомат для выполнения многоцветной вышивки.

Методология и методы проведения исследования

В работе представлены 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, электротехники, теории вероятностей, методы оптимизации, численные методы решения системы дифференциальных уравнений. Все необходимые расчеты проведены на ЭВМ с использованием современных программных средств и специально разработанных автором программ.

Экспериментальные исследования проведены в научно-исследовательских лабораториях Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» на специально разработанных установках. Обработка результатов экспериментов проводилась с использованием математической статистики на ЭВМ.

Научная новизна и значимость полученных результатов

Научная новизна работы заключается в том, что разработана методика:

- расчета кинематических параметров шагового электропривода механизма позиционирования игольницы по условию минимизации времени позиционирования с учетом ограничений, накладываемых временем срабатывания механизма фиксации игольницы;

- экспериментального исследования и минимизации погрешностей позиционирования игольницы относительно челночного устройства;

- проектирования устройств освобождения натяжения игольных ниток в процессе их автоматической обрезки по заданной циклограмме автомата обрезки ниток, обеспечивающей надежное закрепление обрезанных концов

игольных ниток ловителем концов обрезанной игольной нити и устройством их закрепления;

- проектирования механизма включения и отключения игл по условию надежности срабатывания при взаимодействии с механизмом позиционирования игольницы.

Практическая значимость полученных результатов

На основании теоретических и экспериментальных исследований разработана структура отечественного одноголовочного многоигольного вышивального полуавтомата с микропроцессорным управлением, содержащего координатный стол базового полуавтомата ПВ-1-1; швейную автоматизированную машину 31-го ряда ОАО «Завод швейных машин»; механизм позиционирования игольницы, обеспечивающий минимальное время и требуемую точность позиционирования; устройство освобождения игольных ниток, обеспечивающее требуемую длину концов игольных ниток и надежное их закрепление после автоматической обрезки; механизм включения и отключения игл, обеспечивающий надежное срабатывание при его взаимодействии с механизмом позиционирования игольницы. Конструкция разработанного полуавтомата защищена патентом Республики Беларусь №6084 от 2003.12.02.

Экономическая значимость полученных результатов

Использование многоигольного вышивального полуавтомата с МПУ позволяет уменьшить сроки исполнения заказов на изготовление изделий с многоцветной вышивкой, расширить ассортимент выпускаемых изделий. Производственная апробация вышивального полуавтомата с МПУ проведена на фабрике художественных изделий «Купава». Экономический эффект от внедрения вышивального полуавтомата достигнут за счёт уменьшения числа производственных рабочих на участке вышивки. В результате ожидаемый годовой экономический эффект составит 6,29 млн. рублей в ценах 2005 г.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

Автор защищает:

- структуру многоигольного вышивального полуавтомата с микропроцессорным управлением, включающего в свой состав наряду с механизмами базового полуавтомата ПВ-1-1 механизм позиционирования игольницы, устройство освобождения натяжения игольных ниток при их автоматической обрезке, механизм включения и отключения игл, взаимодействующий с механизмом позиционирования игольницы;

- методику расчета кинематических параметров шагового электропривода механизма позиционирования игольницы по условию минимизации времени позиционирования с учетом ограничений, накладываемых временем срабатывания механизма фиксации игольницы;
- методику экспериментального исследования и минимизации погрешности позиционирования игольницы относительно челночного устройства;
- методику проектирования устройств освобождения натяжения игольных ниток в процессе их автоматической обрезки по заданной циклограмме автомата обрезки ниток, обеспечивающей надежное закрепление обрезанных концов игольных ниток ловителем концов обрезанной игольной нити и устройством их закрепления;
- методику проектирования механизма включения и отключения игл по условию надежности срабатывания при взаимодействии с механизмом позиционирования игольницы.

Личный вклад соискателя

Соискателем лично разработаны:

- структура многоигольного вышивального полуавтомата с МПУ;
- методика расчета кинематических параметров шагового электропривода механизма позиционирования игольницы по условию минимизации времени позиционирования с учетом ограничений, накладываемых временем срабатывания механизма фиксации игольницы;
- методика экспериментального исследования и минимизации погрешности позиционирования игольницы относительно челночного устройства;
- методика проектирования устройств освобождения натяжения игольных ниток в процессе их автоматической обрезки по заданной циклограмме автомата обрезки ниток, обеспечивающей надежное закрепление обрезанных концов игольных ниток ловителем концов обрезанной игольной нити и устройством их закрепления;
- методика проектирования механизма включения и отключения игл по условию надежности срабатывания при взаимодействии с механизмом позиционирования игольницы.

Участвовали в обработке результатов экспериментов студенты В.П.Шлык, И.А.Лях. В разработке конструкции многоигольного вышивального полуавтомата участвовали В.Н.Воронов, О.В.Дервоед.

Апробация результатов диссертации

Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку:

–на Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы науки, техники и экономики легкой промышленности» (г. Москва, 2000г.);

–на V Республиканской научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов Республики Беларусь (г. Гродно, 2000г.);

–на научно-технических конференциях студентов, преподавателей и сотрудников УО «ВГТУ» (г. Витебск, УО «ВГТУ», 1998- 2004 гг.);

–на Республиканских научно-технических выставках «Беллегмаш» в 2001, 2002, 2003г.г.;

–на семинарах кафедры “Машины и аппараты легкой промышленности” УО «ВГТУ» 1996-2004 г.г.;

–на Республиканской выставке «Белвузнаука» (г. Минск, октябрь 2001г.);

–на семинарах Проблемного Совета УО «ВГТУ» по специальности 05.02.13, 26.10.05 г.

Публикации

По результатам диссертации опубликовано 16 работ, в том числе: 1 патент РБ на изобретение N6084 от 2003.12.02, 7 статей, 6 тезисов докладов, 2 отчета о НИР. Общее количество страниц опубликованных материалов -77.

Структура и объем работы

Работа содержит введение, общую характеристику работы, пять глав, заключение, список использованных источников и приложения.

Общий объем работы составляет 211 страниц. Объем диссертации составляет 167 страниц, включающих 84 рисунка, 16 таблиц. В работе использовано 110 источников (9 стр.), 9 приложений, представленных на 44 страницах.