ВИТЕБСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

ШАРСТНЕВ Владимир Леонидович

ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ШВЕЙНЫХ МАШИН И ПОЛУАВТОМАТОВ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Специальность 05.02.13 – "Машины и агрегаты легкой промышленности"

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

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

Витебск, 1993

Витебский государственный технологический университет

Библиотека ВГТУ



ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ 5

ГЛАВА I. ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ НИТИ 11

I.I. Аналитический обзор и состояние вопроса 11

I.2. Геометрический синтез начального механизма . . . 18

I.3. Оптимизационный динамический синтез кривошипно-коромыслового нитепритягивателя 22

I.3.I. Определение параметров схемы кривошипно-коромыслового четырехзвенника с оптимальными углами передачи 22

I.3.2. Определение положения глазка нитепритягивателя на шатуне, обеспечивающего требуемую диаграмму подачи нити 23

I.4. Алгоритм оптимизационного динамического синтеза на ЭВМ кривошипно-коромыслового нитепритягивателя 25

I.4.I. Используемые подпрограммы 25

I.4.2. Алгоритм расчета целевой функции 26

I.4.3. Алгоритм динамического синтеза кривошипно-коромыслового нитепритягивателя 28

I.5. Динамический синтез механизма нитепритягивателя автоматизированной швейной машины конструктивно-унифицированного ряда 31

I.5.I. Оптимизационный динамический синтез механизма нитепритягивателя 31

I.5.2. Экспериментальные исследования работы механизма нитепритягивателя по критериям шитья 35

I.5.3. Сравнительные испытания нитепритягивателей по шумовым характеристикам 40

Витебский государственный технологический университет

1.6. Динамический синтез механизма нитепритягивателя базового петельного полуавтомата 1025 класса . . . 42

1.6.1. Оптимизационный динамический синтез механизма нитепритягивателя 42

1.6.2. Исследования работы механизма нитепритягивателя по критериям шитья 47

1.6.3. Сравнительные испытания нитепритягивателя по шумовым характеристикам 53

Выводы по главе 58

ГЛАВА 2. ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА ИГЛЫ 60

2.1. Аналитический обзор и состояние вопроса 60

2.2. Методика динамического синтеза механизма отклонения иглы 63

2.2.1. Минимизация приведенного момента инерции рамки игловодителя 63

2.2.2. Синтез четырехзвенника O_4WUO_3 с оптимальными углами передачи 69

2.2.3. Синтез четырехзвенника O_7STO_3 с оптимальными углами передачи 72

2.3. Алгоритм динамического синтеза механизма отклонения иглы 75

2.4. Динамический синтез механизма отклонения иглы автоматизированной швейной машины конструктивно-унифицированного ряда 82

2.5. Экспериментальные исследования механизма отклонения иглы по шумовым характеристикам 92

2.5.1. Условия испытаний 92

Выводы по главе 95

ГЛАВА 3. ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ МАТЕРИАЛА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ КОНСТРУКТИВНО-УНИФИЦИРОВАННОГО РЯДА 96

3.1. Аналитический обзор и состояние вопроса . . . 96

Витебский государственный технологический университет

3.2. Исследование динамических нагрузок в механизме подачи материала в момент изготовления закрепок . 99

3.3. Методика динамического синтеза механизма подачи материала II2

3.3.1. Синтез регулируемого механизма продвижения материала II4

3.3.2. Алгоритм динамического синтеза механизма подачи материала I24

3.3.3. Определение параметров механизма подачи материала по параметрам траектории рейки . I30

3.3.4. Алгоритм оптимизации траектории движения среднего зуба рейки по параметрам траектории I33

3.4. Динамический синтез механизма подачи материала автоматизированной швейной машины I35

Выводы по главе I42

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ШВЕЙНЫХ МАШИН И ПОЛУАВТОМАТОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ I43

4.1. Состояние вопроса и постановка задачи I43

4.2. Параметры звеньев I46

4.3. Подпрограммы кинематического и силового анализа стандартных механизмов I52

4.4. Подпрограммы синтеза механизмов I64

Выводы по главе I78

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ I79

ЛИТЕРАТУРА I82

ПРИЛОЖЕНИЯ I92

Витебский государственный технологический университет

Введение

Важнейшей задачей, стоящей перед легкой промышленностью на современном этапе развития народного хозяйства, является увеличение выпуска товаров народного потребления на основе повышения темпов научно-технического прогресса, высокомеханизированных и автоматизированных производств. Решение этих задач становится особенно актуальным в условиях перехода всех структур производства к новым рыночным хозяйственным отношениям. Важная роль в выполнении этой задачи принадлежит швейному машиностроению, которое должно создавать оборудование, конкурентноспособное на мировом рынке.

Актуальность работы. В условиях быстрой смены моделей одежды становится необходимым использование гибких комплексно-механизированных линий и агрегатированных рабочих мест, оснащенных высокопроизводительными швейными машинами, снабженными средствами автоматизации и микропроцессорным управлением.

На объединении "Промшеймаш" (г.Орша) проводятся работы по совершенствованию швейных машин конструктивно-унифицированного ряда и базовых швейных полуавтоматов.

Важным направлением этой работы является разработка и реализация мероприятий, направленных на дальнейшее снижение шума в рабочей зоне швейного агрегата. В литературе /64,11/ имеются на этот счет лишь самые общие рекомендации конструктивного характера: уравновешивание сил инерции, облегчение звеньев, повышение точности изготовления кинематических пар. Возможности /31,37,34/, предусмотренные этими рекомендациями, по существу, исчерпаны /51,47/. Поэтому требуется искать новые подходы к решению поставленной задачи. Известно /3/, что углы передачи существенно влияют на величины реакций в кинематических парах рычажных механизмов. Практикой

Витебский государственный технологический университет

эксплуатации установлен допускаемый интервал значений этого угла, выход за пределы которого приводит к резкому повышению шума, ударам, интенсивному износу кинематических пар. Для высокоскоростных механизмов этот интервал соответствует значениям углов передачи от 30^0 до 150^0. В связи с этим можно предположить, что улучшение углов передачи (т.е. приближение их значений к $\pi/2$) может влиять на уровень шума.

Специфической особенностью современных промышленных швейных машин являются высокие скоростные режимы взаимодействия рабочих органов с нитями и материалом в ограниченном пространстве. Это требует предъявления целого ряда дополнительных требований к исполнительным механизмам. Проектирование механизмов в таких условиях следует рассматривать как задачу многокритериальной оптимизации. Решение задач оптимизации связано с большим объемом вычислений и требует привлечения современной вычислительной техники. При этом главной задачей синтеза механизмов является моделирование кинематических параметров с учетом ограничений на динамические, конструктивные, геометрические и другие характеристики. Если решение задач кинематического синтеза можно выполнить при помощи методов кинематической геометрии /6/, алгебраических методов /3,4,45/, то задачи динамического синтеза могут быть решены практически только оптимизационными методами /82/.

Для практического применения динамического синтеза необходима разработка целой системы проектирования с использованием средств современной электронно-вычислительной техники.

Наиболее эффективным направлением в совершенствовании процессов проектирования является разработка систем автоматизированного проектирования, предназначенных непрерывно повышать технический уровень проектируемых изделий, способствовать унификации и стан-

Витебский государственный технологический университет

дартизации узлов и деталей, существенно сократить сроки и стоимость проектирования.

Настоящая работа посвящена развитию исследований в области динамического синтеза основных механизмов швейных машин и полуавтоматов при их автоматизированном проектировании.

Цель и объект исследования. Целью данной работы является разработка методик динамического синтеза применительно к основным рычажным механизмам автоматизированных швейных машин и полуавтоматов.

Объектом исследования являются рычажные механизмы автоматизированных швейных машин и полуавтоматов: кривошипно-коромысловый механизм нитепритягивателя, механизм отклонения иглы, механизм транспортирования материала с автоматической закрепкой.

Для достижения поставленной цели в работе предусмотрены:

- анализ работ по проектированию рычажных механизмов швейных машин и полуавтоматов;
- динамический синтез и исследование кривошипно-коромыслового механизма нитепритягивателя автоматизированных швейных машин и полуавтоматов;
- динамический синтез и исследование механизма отклонения иглы вдоль линии строчки автоматизированной швейной машины;
- динамический синтез и исследование механизма транспортирования материала автоматизированной швейной машины;
- создание алгоритмических средств для динамического синтеза и анализа основных рычажных механизмов автоматизированных швейных машин и полуавтоматов;
- разработка математического и программного обеспечения.

Методика исследований. В работе сочетаются теоретические и экспериментальные методы исследований. При проведении теоретически

Витебский государственный технологический университет

исследований использовались положения теоретической механики, теории механизмов и машин, математического анализа, аналитической и кинематической геометрии, методы оптимизации, методы программирования. Экспериментальные исследования проводились на специально разработанных стендах и макетах. При проведении исследований и обработке их результатов использовались методы математической статистики.

Научная новизна. Научная новизна работы заключается в следующем:

- разработана методика оптимизационного динамического синтеза кривошипно-коромыслового механизма нитепритягивателя по условиям минимизации двух целевых функций: модуля отклонения углов передачи от $\pi/2$ и среднего квадратического отклонения воспроизводимой диаграммы подачи от заданной с учетом конструктивных и технологических ограничений;
- разработана методика оптимизационного динамического синтеза шестизвенного механизма отклонения иглы по условию минимизации модуля отклонения углов передачи от $\pi/2$ и по условию минимизации приведенного момента сил инерции рамки игловодителя с учетом конструктивных ограничений;
- разработана методика оптимизационного динамического синтеза регулируемого шестизвенного механизма транспортирования материала по условию минимизации модуля отклонения углов передачи от $\pi/2$ при прямом и обратном ходе с учетом конструктивных ограничений и ограничений на траекторию движения средней зуба рейки;
- разработаны алгоритмы и программное обеспечение для предложенных методик оптимизационного динамического синтеза основных рычажных механизмов автоматизированных швейных машин и

Витебский государственный технологический университет

полуавтоматов.

Практическая значимость. Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе и в инженерной практике при оптимизационном динамическом синтезе рычажных механизмов машин с помощью электронно-вычислительной техники.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработаны методики проектирования основных рычажных механизмов швейных машин и полуавтоматов, позволившие снизить динамические нагрузки в кинематических парах - в 1,5...2,8 раза, шумовые характеристики швейного оборудования - на 2...3 дБА;
- разработано математическое обеспечение, алгоритмы и программы оптимизационного динамического синтеза основных рычажных механизмов швейных машин и полуавтоматов;
- определены оптимальные по динамическим критериям параметры схемы кривошипно-коромыслового механизма нитепритягивателя для автоматизированной швейной машины конструктивно- унифицированного ряда и базового петельного полуавтомата.

Оптимальный механизм подачи нити внедрен в Специальном конструкторском бюро швейного оборудования (г.Орша) в базовом петельном полуавтомате 1025 класса. Ожидаемый годовой экономический эффект при плане выпуска 500 полуавтоматов в год и долевом участии разработчиков механизма в размере 10% составляет 277 тыс.руб. в ценах 1991 года.

Результаты работы внедрены в учебном процессе Витебского технологического института легкой промышленности в курсе "Синтез механизмов" и "Теория механизмов и машин".

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и получили положительную оценку:

Витебский государственный технологический университет

- на 43 научно-технической конференции студентов, аспирантов, молодых научных сотрудников Московского технологического института легкой промышленности (г.Москва, 1991 г.);
- на заседании технического совета фирмы "Швеймашпроект" концерна "Подольск" (г.Подольск, 1991 г.);
- на научно-технических конференциях студентов, преподавателей и сотрудников Витебского технологического института легкой промышленности (г.Витебск, 1990-1992 г.г.);
- на заседаниях кафедры "Машины и аппараты легкой промышленности" Витебского технологического института легкой промышленности (г.Витебск, 1990-1992 г.г.).

Публикации. Основное содержание диссертационной работы опубликовано в 7 печатных работах.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов по главам и по работе в целом, библиографии и приложений. Работа изложена на 191 страницах машинописного текста, включая 68 рисунков и 20 таблиц. Библиография содержит 93 наименования, приложение представлено на 80 страницах.

Витебский государственный технологический университет