

**ВИТЕВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**На правах рукописи**

**ШАРСТНЁВ 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 В.С.**

**Витебск, 1993**

Библиотека ВГТУ



0 0 1 6 1 3 4 7

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ . . . . .	5
ГЛАВА I. ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ НИТИ . . . . .	II
I.1. Аналитический обзор и состояние вопроса . . . . .	II
I.2. Геометрический синтез начального механизма . . . . .	18
I.3. Оптимизационный динамический синтез кривошипно-коромыслового нитепритягивателя . . . . .	22
I.3.1. 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.4.1. 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.5.1. 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

1.6. Динамический синтез механизма нитепротягивателя базового петельного полуавтомата 1025 класса . . . . .	42
1.6.1. Оптимизационный динамический синтез механизма нитепротягивателя . . . . .	42
1.6.2. Исследования работы механизма нитепротягивателя по критериям шитья . . . . .	47
1.6.3. Сравнительные испытания нитепротягивателя 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

3.2. Исследование динамических нагрузок в механизме подачи материала в момент изготовления закрепок . . . . .	99
3.3. Методика динамического синтеза механизма подачи материала . . . . .	112
3.3.1. Синтез регулируемого механизма продвижения материала . . . . .	114
3.3.2. Алгоритм динамического синтеза механизма подачи материала . . . . .	124
3.3.3. Определение параметров механизма подачи материала по параметрам траектории рейки . . . . .	130
3.3.4. Алгоритм оптимизации траектории движения среднего зуба рейки по параметрам траектории . . . . .	133
3.4. Динамический синтез механизма подачи материала автоматизированной швейной машины . . . . .	135
Выводы по главе . . . . .	142
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ШВЕЙНЫХ МАШИН И ПОЛУАВТОМАТОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ . . . . .	143
4.1. Состояние вопроса и постановка задачи . . . . .	143
4.2. Параметры звеньев . . . . .	146
4.3. Подпрограммы кинематического и силового анализа стандартных механизмов . . . . .	152
4.4. Подпрограммы синтеза механизмов . . . . .	164
Выводы по главе . . . . .	178
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ . . . . .	179
ЛИТЕРАТУРА . . . . .	182
ПРИЛОЖЕНИЯ . . . . .	192

## 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 "Промшвеймаш" (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 /31,57,34/, 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

эксплуатации установлен допустимый 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  $30^\circ$  до  $150^\circ$ . 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 /32/.

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-

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

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 нитепротягивателя 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 среднего зуба рейки;
- разработаны алгоритмы и программное обеспечение для предложенных методик оптимизационного динамического синтеза основных рычажных механизмов автоматизированных швейных машин и

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 долевым 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:

- 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.