

На правах рукописи

ЗОРЯ Антон Вадимович



АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
МЕХАНИЗМОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ТКАНИ
ШВЕЙНЫХ МАШИН

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург - 2004

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна» на кафедре «Машиноведения»

Научный руководитель доктор технических наук, профессор
Л.С. Мазин

Официальные оппоненты доктор технических наук, профессор
В.А. Чайкин
кандидат технических наук, доцент
В.В. Волков

Ведущая организация СКТБМХВ ОАО «Машино-
строительное объединение им.
К. Маркса»

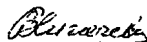
Защита диссертации состоится *02 марта* 2004 г. в *12⁰⁰* часов на заседании диссертационного совета Д 212.236.02 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна», ауд. 241

Адрес: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан «*01*» *февраля* 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.236.02
д. т. н., проф.



В.В. Сигачева

Общая характеристика работы

Актуальность работы. Удовлетворение потребностей населения в модной, современной, недорогой, качественной одежде является весьма важной задачей. В немалой степени ее решение зависит от работы швейного оборудования. Машиностроение для легкой промышленности должно обеспечить выпуск швейных машин, автоматов и автоматических линий, внедрение которых на швейном производстве значительно повысит качество швейных изделий, производительность труда, снизит стоимость выполняемых технологических процессов. Выпускаемое оборудование помимо мощности, энерговооруженности, надежности должно обладать современной эстетической формой, иметь необходимые средства охраны труда и окружающей среды.

Несмотря на широкое разнообразие швейных машин, существует настоятельная потребность в разработке новых, более совершенных, модернизации имеющегося парка машин. При создании новых и модернизации существующих швейных машин большое значение играет решение задач кинематического, динамического анализа и синтеза их узлов. Решение данных задач приводит к существенной роли фактора времени, которое, необходимо для проектирования, изготовления, доводки и внедрения машин в эксплуатацию. Поэтому важным и актуальным вопросом является применение на всех указанных стадиях ЭВМ, математического и программного обеспечения для их функционирования. Разработке математического алгоритмического и программного обеспечения для решения задач кинематического и динамического анализа одного из наиболее сложных и нагруженных узлов швейной машины - механизма транспортирования ткани и посвящена настоящая работа.

Цель и задачи работы. Целью работы является совершенствование существующих и разработка новых методов решения задач кинематического и динамического анализа реечных рычажных механизмов транспортирования ткани швейных машин, разработка соответствующего математического, алгоритмического и программного обеспечения для решения прикладных задач, возникающих в процессе их разработки и модернизации.

В соответствие с данной целью были поставлены следующие задачи.

1. Разработать математическое, алгоритмическое и программное обеспечение для решения задач динамического анализа работы прижимной лапки, верхней зубчатой рейки механизмов транспортирования тканей, с одной нижней зубчатой рейкой, с двумя нижними зубчатыми рейками (горизонтальный дифференциал), с нижней и верхней зубчатыми рейками (вертикальный дифференциал) под воздействием кинематических внешних воздействий со стороны зубчатой (зубчатых) рейки через ткани в процессе их транспортирования.

2. Разработать методику кинематического анализа реечных рычажных механизмов транспортирования ткани с вертикальным дифференциалом.

3. Исследовать возможности появления отрывов прижимной лапки, верхней зубчатой рейки от стачиваемых материалов в процессе транспортирования тканей.

4. Выполнить анализ причин, которые могут привести к отрывам прижимной лапки, верхней зубчатой рейки от стачиваемых материалов в процессе транспортирования тканей, дать инженерные рекомендации по устранению указанных причин.

Методы исследования. При решении поставленных задач применялись современные методы: математики, нелинейной механики, динамики узлов и механизмов машин, математического моделирования.

Практические задачи решались с помощью приближенных аналитических и численных методов с использованием широких возможностей современных вычислительных машин.

Научная новизна. При выполнении работы были получены следующие новые научные результаты.

1. С учетом односторонней (неудерживающей) связи прижимной лапки, верхней зубчатой рейки получены динамические и математические модели механизмов транспортирования ткани с одной нижней рейкой, с горизонтальным и вертикальным дифференциалом (механизм с вертикальным дифференциалом соответствует швейной машине 131-41, (42,43)).

2. Выполнен анализ движения ткани вдоль игольной пластины (в направлении транспортирования) на колебания прижимной лапки, верхней зубчатой рейки.

3. Выявлена возможность появления субгармонических резонансных колебательных режимов в процессе колебаний прижимной лапки, причины их возникновения, даны инженерные рекомендации борьбы с ними.

4. Разработано алгоритмическое и программное обеспечение для моделирования динамики прижимной лапки, верхней зубчатой рейки механизмов транспортирования тканей с одной нижней зубчатой рейкой, с горизонтальным и вертикальным дифференциалом.

5. Разработано алгоритмическое и программное обеспечение для кинематического анализа реечного рычажного привода механизма транспортирования ткани (работа выполнена применительно к швейным машинам 31 класса).

Практическая значимость и реализация результатов работы. Разработанное математическое, алгоритмическое и программное обеспечение для решения задач кинематического и динамического анализа механизмов транспортирования ткани швейных машин в совокупности составляют методическую и научную базу для проектирования и модернизации указанных механизмов с широким использованием ЭВМ. Использование результатов работы обеспечит сокращение времени на проектирование, доводку и внедрение новых конструкций механизмов транспортирования ткани швейных машин, повысят качество готовых швейных изделий за счет улучшения качества строчки.

Разработанное математическое, алгоритмическое и программное обеспечение передано в СКТБМХВ ОАО «Машиностроительное объединение им. К. Маркса».

Материалы диссертационной работы используются в курсовом и дипломном проектировании, в курсе лекций: «Машины и аппараты швейной промышленности», на практических и лабораторных занятиях по курсу «Динамика механизмов и узлов машин легкой промышленности» студентов направления 651600 «Технологические машины и оборудование», специальность 170700 – «Машины и аппараты текстильной и легкой промышленности» и направления 551800 — «Технологические машины и оборудование» (бакалавры) и магистерской программы 551824 - «Машины и аппараты текстильной и легкой промышленности» в Санкт-Петербургском государственном университете технологии и дизайна.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были доложены на межвузовских научно - технических конференциях студентов и аспирантов «Дни науки» СПГУТД в 2002 году, на научно - технических семинарах кафедры машиноведения СПГУТД в 2002,2003 годах, на международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях» в Костромском государственном технологическом университете (2002 г.), на научно-технической конференции «Перспективы использования компьютерных технологий в текстильной и легкой промышленности» в Ивановской текстильной академии в 2003 году.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано пять статей и тезисы докладов (2 шт.).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Содержит 118 стр. машинописного текста, 104 рисунка, 9 таблиц и библиографический список из 70 наименований.

Автор выражает благодарность к.т.н., доценту Марковцу А.В. за помощь, оказанную при выполнении этой работы.

Содержание работы

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, сформулированы основные цели и задачи исследований, их научная новизна и практическая значимость.

В первой главе выполнен обзор литературных и патентных источников по конструктивным схемам прижимных лапок, по реечным рычажным приводам механизмов транспортирования тканей с помощью: одной нижней зубчатой рейки, двух нижних зубчатых реек (горизонтальный дифференциал), одной нижней и одной верхней зубчатых реек (вертикальный дифференциал), одной нижней зубчатой рейки и иглы (игл, если их несколько). Отмечен большой вклад в развитие методов кинематического анализа и синтеза рычажных меха-

низмов, к которым принадлежит исследуемый механизм, работ И.И. Артаболовского, Ф.М. Диментберга, В.В. Добровольского, В.А. Зиновьева, И.И. Левицкого, Э.Е. Пейсаха и многих других; а также в развитие методов исследования реечных рычажных механизмов транспортирования ткани работ Н.М. Вальщикова, И.И. Вульфсона, В.П. Гарбарука, С.Н. Кожевникова, А.И. Комиссарова, Л.С. Мазина, В.П. Полухина, И.В. Сергеевнина, В.В. Сторожева, Ф.И. Червякова, Ю.Ю. Щербаня и их учеников.

Несмотря на большой объем исследований по механизмам транспортирования ткани до сих пор остается недостаточно изученной задача их кинематического структурного анализа и синтеза, особенно для механизмов транспортирования ткани с вертикальным дифференциалом. Явно недостаточно исследований по динамике системы «нижняя зубчатая рейка с приводом - ткань - прижимная лапка». В случае механизмов транспортирования ткани с вертикальным дифференциалом к этой задаче добавляется задача исследования динамики системы «нижняя зубчатая рейка с приводом - ткань - верхняя зубчатая рейка с приводом».

В конце главы сформулированы задачи, которые необходимо решить в работе при исследовании кинематики и динамики механизмов транспортирования ткани с одной нижней зубчатой рейкой, с горизонтальным и вертикальным дифференциалом.

Вторая глава посвящена разработке динамических и математических моделей механизмов транспортирования ткани швейных машин. В соответствии с поставленными в первой главе задачами исследования разработаны три динамические и соответствующие им математические модели реечных рычажных механизмов транспортирования ткани.

Первая динамическая (рис. 1 а, б) и математическая модели соответствую-

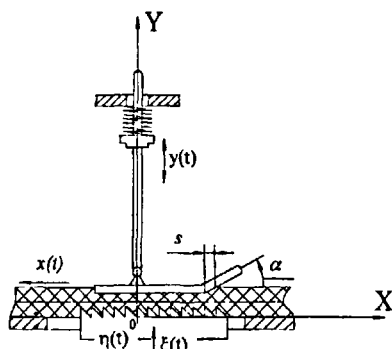


Рисунок 1, а - Конструктивная схема

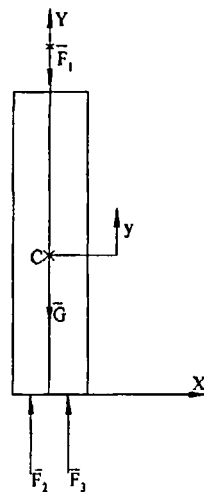


Рисунок 1, б - Динамическая модель

ют механизму транспортирования ткани с одной нижней зубчатой рейкой.

Прижимная лапка со стержнем, на котором она крепится, считаются абсолютно твердым телом (ниже именуется «лапка»), совершающим движение $y(t)$ в направлении оси OY неподвижной системы координат OXY под действием кинематических внешних воздействий $\xi(t)$ и $\eta(t)$ через ткань со стороны нижней зубчатой рейки; $x(t)$ - направление движения ткани в процессе транспортирования. На лапку действует (см. рис. 1, б): G - сила тяжести; F_1 - сила упругодиссипативного элемента, установленного между корпусом машины и «лапкой», F_2 - сила, действующая со стороны ткани на «лапку» из-за наличия $\xi(t)$, F_3 - сила, действующая со стороны ткани на «лапку» из-за деформации ткани Δ на участке с входа ткани под «лапку» и воздействия $\eta(t)$. При сделанных предположениях математическая модель «лапки» имеет вид:

$$m\ddot{y} = -F_1 + F_2 + F_3 - mg \quad (1)$$

где m - масса «лапки», $g=9.81 \text{ м/с}^2$,

$$F_1 \approx F_{10} + cy + b\dot{y}; F_2 \approx \begin{cases} 0 & \text{при } \Delta \leq 0 \text{ или } c_1\Delta + b_1\dot{\Delta} \leq 0, \\ c_1\Delta + b_1\dot{\Delta} & \text{при } 0 < \Delta \leq a \text{ и } c_1\Delta + b_1\dot{\Delta} > 0, \\ c_1a + c_2(\Delta - a) + b_2\dot{\Delta} & \text{при } \Delta > a; \end{cases} \quad (2)$$

$$F_3 \approx \begin{cases} (c_n\eta + b_n\dot{\eta})\Delta & \text{при } \Delta > 0, \\ 0 & \text{при } \Delta \leq 0 \text{ либо } \eta = 0; \end{cases} \quad \Delta = \xi - y;$$

F_{10} - предварительное поджатие; c, c_1, c_2, b, b_1, b_2 - соответственно жесткости и коэффициенты сопротивления; a - деформация ткани, начиная с которой основную роль в силе F_2 играют жесткостные и диссипативные характеристики привода нижней зубчатой рейки; c_n, b_n - соответственно погонные жесткость и коэффициент сопротивления ткани (ткань между зубчатой рейкой и прижимной лапкой в процессе транспортирования считается нерастяжимой в направлении оси OX). Кинематические внешние воздействия $\xi(t)$ и $\eta(t)$ должны быть получены в результате кинематического анализа реечного рычажного механизма, соответствующего приводу от одной нижней зубчатой рейки. Если $F_2 = 0$, при $\Delta > 0$ к (2) добавляется уравнение $c_1\Delta + b_1\dot{\Delta} = 0$; они решаются совместно до тех пор, пока $\Delta_* \leq \Delta$.

Вторая динамическая (рис. 2 а, б) и математическая модели соответствуют механизмам транспортирования ткани с горизонтальным дифференциалом.

В отличие от динамической модели, приведенной на рис. 1 в данном случае из-за появления второй (дополнительной) зубчатой рейки появляются кинематические внешние воздействия $\xi_1(t), \eta_1(t)$ (рис. 2 соответствует швейной машине 876 класса, на швейных машинах 31 класса расположение основной и дополнительной зубчатых реек обратное). Из сравнения рис. 1, б и рис. 2, б следует, что в данном случае из-за наличия дополнительной нижней зубчатой рейки появляется новая сила, F_2^* вызываемая наличием дополнительной рейки, физический смысл которой аналогичен F_2 . Математическая модель имеет вид:

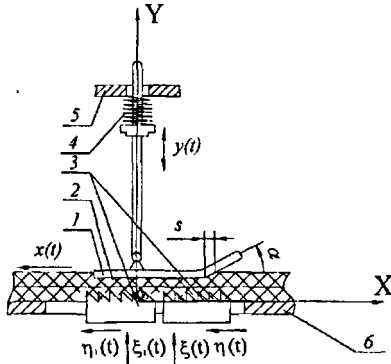


Рисунок 2, а - Конструктивная схема

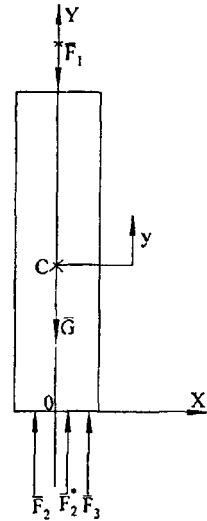


Рисунок 2, б - Динамическая модель

$$m\ddot{y} = -F_1 + F_2 + F_2^* + F_3 - mg, \quad (3)$$

где аналитические выражения для сил F_1 и F_2 аналогичны (2), m - масса «лапки», $g = 9.81$ м/с²,

$$F_2^* = \begin{cases} 0 & \text{при } \Delta_1 \leq 0 \text{ или } c_1\Delta_1 + b_1\dot{\Delta}_1 \leq 0, \\ c_1\Delta_1 + b_1\dot{\Delta}_1 & \text{при } 0 \leq \Delta_1 < a \text{ и } c_1\Delta_1 + b_1\dot{\Delta}_1 > 0, \\ c_1a + c_2(\Delta_1 - a) + b_2\dot{\Delta}_1 & \text{при } \Delta_1 > 0; \end{cases} \quad (4)$$

$$F_3 = \begin{cases} (c_n\eta_1 + b_n\dot{\eta}_1)\Delta_1 & \text{при } \Delta_1 > 0, \\ (c_n\eta + b_n\dot{\eta})\Delta & \text{при } \Delta_1 \leq 0 \text{ либо } \eta_1 = 0, \\ 0 & \text{при } \Delta \leq 0 \text{ и } \Delta_1 \leq 0 \text{ либо } \eta = 0 \text{ и } \eta_1 = 0; \end{cases}$$

$$\Delta = \xi - y, \quad \Delta_1 = \xi_1 - \xi + \Delta.$$

Если $F_2 = 0$ при $\Delta > 0$, к (3) добавляется уравнение $c_1\Delta + b_1\dot{\Delta} = 0$ и они решаются совместно пока $\Delta < \Delta_1$; если $F_2^* = 0$ при $\Delta_1 > 0$, к (3) добавляется уравнение $c_1\Delta_1 + b_1\dot{\Delta}_1 = 0$ и они решаются совместно пока $\Delta_1 < \Delta$.

Третья динамическая и математическая модели соответствуют механизму транспортирования ткани с вертикальным дифференциалом швейной машины 31 класса (131-41 (42,43)).

Динамическая модель представлена на рис. 3. Из-за недостатка места в автореферате математическая модель ниже не приведена. Отметим лишь, что она представляет собой систему нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка, в качестве обобщенных координат которой выбраны y - перемещение «лапки» в направлении оси OY и φ_1^* - угол между осью OX и линией O_1B , соответствующий перемещениям верхней зубчатой рейки в направлении оси OY . Так как в процессе транспортирования ткани верхняя зубчатая рейка независимо от своего привода должна повторять движения нижней зубчатой рейки, в паз AA_1 помещен упругодиссипативный элемент, действующий в точке A (в направлении оси OX) на рассматриваемую систему с силой F_5 , равной:

$$F_5 \approx \begin{cases} F_{50} + c_y \Delta_2 + b_y \dot{\Delta}_2 & \text{при } \Delta_2 < 0, \\ F_{50} + c_0 \Delta_2 + b_0 \dot{\Delta}_2 & \text{при } 0 \leq \Delta_2 < a_0 \text{ и } c_2 \Delta_2 + b_2 \dot{\Delta}_2 \geq -F_{50}, \\ 0 & \text{при } 0 \leq \Delta_2 < a_0 \text{ и } c_2 \Delta_2 + b_2 \dot{\Delta}_2 < -F_{50}, \\ F_{50} + c_0 a_0 + c_y (\Delta_2 - a_0) + b_y \dot{\Delta}_2 & \text{при } \Delta_2 \geq a_0; \end{cases}$$

F_{50} - предварительное поджатие, a_0 - максимально возможная деформация упругодиссипативного элемента, c_0, c_y, b_0, b_y - соответственно жесткости и ко-

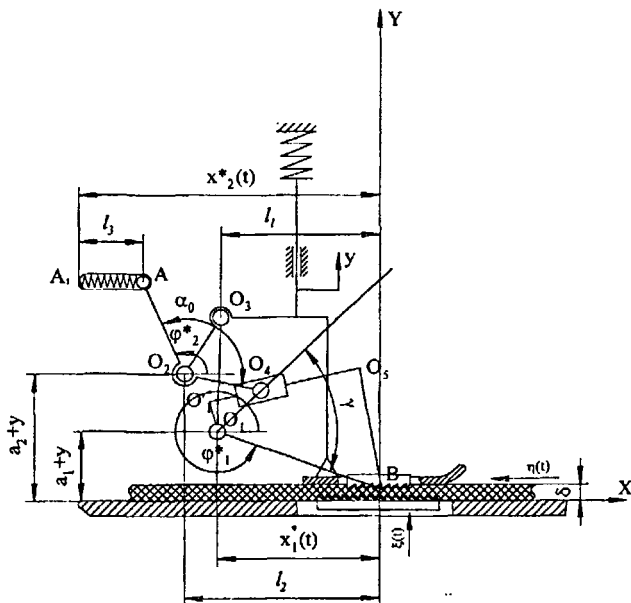


Рисунок 3 - Динамическая модель

эффиценты сопротивления. Если при $0 \leq \Delta_2 < a_0$ величина $F_5 = 0$, следует к математической модели добавить уравнение $c_2 \Delta_2 + b_2 \dot{\Delta}_2 + F_{30} = 0$ и решать их совместно, пока $\Delta_2 < \Delta_2^*$.

Между звеном $O_1'O_4$ и ползуном действует сила трения $F_{тр}$, которая также учтена в математической модели. Величины a_1, a_2, l_1, l_2, l_3 , а так же длины $O_1O_3, O_2A, O_2O_4, O_1O_1', O_1'O_5, O_5B$, углы γ и α_0 берутся из чертежей, т.е. известны «аргіогі»; $x_1^*(t), x_2^*(t)$ - соответствуют кинематическим внешним воздействиям, действующим на рассматриваемую систему со стороны привода верхней зубчатой рейки, в направлении оси OX (аналогичные внешние воздействия в направлении оси OY малы и могут не учитываться). Величины $x_1^*(t), x_2^*(t)$, а также кинематические внешние воздействия $\xi(t), \eta(t)$, действующие со стороны нижней зубчатой рейки, должны быть получены путем решения задачи кинематического анализа рычажного привода верхней и нижней зубчатых реек.

В третьей главе выполнен кинематический анализ привода механизма транспортирования ткани с вертикальным дифференциалом швейной машины 131-41(42,43).

Привод нижней и верхней зубчатых реек представляет собой сложный многозвенный рычажный механизм, причем в приводе верхней зубчатой рейки имеются пружины, обеспечивающие силовое замыкание прижимной лапки и верхней зубчатой рейки с нижней зубчатой рейкой через стачиваемые материалы. Так как кинематический анализ рычажных механизмов делается в предположении об идеальности кинематических пар, отсутствии зазоров и гибких элементов, в начале главы выполнен структурный анализ рассматриваемого механизма. Анализируется холостой и рабочий ход механизма. При рассмотрении холостого хода считается, что прижимная лапка неподвижна, а пружины в приводе верхней зубчатой рейки отсутствуют.

На рабочем ходу рассматриваемый механизм транспортирования ткани перемещает стачиваемые материалы на длину стежка. При этом верхняя и нижняя зубчатые рейки образуют высшую кинематическую пару, взаимодействуя между собой через ткань. То есть привод следует рассматривать как механизм с меняющейся структурой при смене режимов работы с холостого хода на рабочий и обратно. В работе предложены заменяющие кинематические схемы узла связи (через пружину) прижимной лапки и верхней зубчатой рейки, а также узла связи верхней зубчатой рейки через ткань с нижней зубчатой рейкой.

Кинематический анализ приводов верхней и нижней зубчатой реек осуществлялся отдельно на холостом и рабочем ходу. Для этого привод нижней и верхней зубчатой рейки разбивался на узлы горизонтального, вертикального перемещений и узел рейки. Каждый из узлов разбивался на структурные группы Лссура. Используя метод погруппиноного анализа кинематических цепей, предложенный Э.Е. Пейсахом, разработано математическое, алгоритмическое и программное обеспечение в системе инженерных и научных расчетов

MATLAB, которое позволяет выполнить кинематический анализ рассматриваемой системы на ЭВМ. На основании кинематического анализа получены зависимости $\xi(t)$, $\eta(t)$, $x_1^*(t)$, $x_2^*(t)$ необходимые для анализа динамики механизмов транспортирования ткани по математическим моделям второй главы.

Четвертая глава посвящена исследованию динамики «лапки», верхней зубчатой рейки механизмов транспортирования ткани швейных машин.

Прежде всего выполнено экспериментальное исследование жесткостных характеристик ткани c_1 и привода нижней зубчатой рейки c_2 . Для определения c_1 использовался прибор для измерения толщины ткани с переменной весовой нагрузкой (тип 6 - 12 - 1/В, METRIMPEX). Измерения проводились щупом с площадью 2 см^2 (площадь прижимной лапки швейной машины 131-41, (42, 43) составляет 2.5 см^2).

Для определения c_2 на базе швейной машины 131-42-4 был создан специальный измерительный стенд, регистрирующим элементом которого являются два микрометра. Нагрузка на привод рейки через ткань и нижнюю зубчатую рейку передавалась через специальную пластину, нагружаемую грузами. Анализировались плательная комвольная, костюмная тонкосуконная и пальтовая (драп) ткани. Оказалось, что в зависимости от типа ткани $c_1 = (0.2 - 2) \cdot 10^5 \text{ Н/м}$, а $c_2 \approx 5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$. Величина $a \approx 0.15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ и практически как и c_2 не зависит от типа ткани, т.е. от c_1 в исследуемом диапазоне.

Математическая модель механизма транспортирования ткани с одной нижней зубчатой рейкой представляет собой нелинейное обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка. С использованием метода гармонической линеаризации выполнен качественный анализ периодических колебательных режимов «лапки». Показано, что с ростом частоты вращения главного вала швейной машины появляются отрывы «лапки» от стачиваемых материалов; при определенных начальных условиях возможно появление субгармонических резонансных колебательных режимов «лапки» большой амплитуды. Для борьбы с указанными режимами необходимо увеличение демпфирования в системе, которое однако не должно приводить к зависанию «лапки» над тканью. Для этой цели в конструкции можно, например, ввести демпфер с достаточно жесткой характеристикой при отскоке «лапки» от ткани и с мягкой характеристикой при возврате «лапки» к ткани. Возможно также видоизменение силы F_1 путем введения некоторого упора. Если (см. (2)) силу F_1 изменить следующим образом:

$$F_1 = \begin{cases} F_{10} + cy + by' & \text{при } y \leq y_0, \\ F_{10} + cy_0 + c^*(y - y_0) + b^*y' & \text{при } y > y_0, \end{cases} \quad (6)$$

$$y_0 = p_1 + \delta + \varepsilon_1,$$

где p_1 - высота подъема среднего зуба нижней зубчатой рейки над игольной пластиной, δ - толщина стачиваемых материалов, ε_1 - величина выбираемая экспериментально, c^* и b^* - соответственно жесткость и коэффициент сопротивления вводимого упора, то субгармонические резонансные колебательные

режимы исчезнут (выбором ε_1 можно регулировать величину отрывов «лапки» от ткани).

Дальнейшее исследование динамики «лапки», верхней зубчатой рейки осуществлялось с помощью ЭВМ.

С использованием системы инженерных и научных расчетов MATLAB разработано алгоритмическое и программное обеспечение для исследования динамики механизмов транспортирования ткани с одной нижней зубчатой рейкой и с вертикальным дифференциалом (алгоритмическое и программное обеспечение для механизмов с горизонтальным дифференциалом (см. (1), (3)) одно-типно с механизмами транспортирования ткани с одной нижней зубчатой рейкой, добавляется лишь вычисление F_2^* и вносится коррекция в вычисление F_3) Исходные данные для расчетов на ЭВМ выбраны таким образом, что они соответствуют машинам 31 класса (131-11 (12, 13) - с одной нижней зубчатой рейкой; 131-41 (42,43) - с вертикальным дифференциалом).

Моделирование на ЭВМ динамики «лапки» механизма транспортирования ткани с одной нижней зубчатой рейкой показало, что при изменении $\omega \in [10; 600] \text{c}^{-1}$ величина Δ с увеличением со убывает, т.е. прижимная лапка как бы приподнимается над игольной пластиной. Начиная с $\omega > 500 \text{c}^{-1}$, начинаются значительные отрывы прижимной лапки от ткани. Сила F_3 значительно меньше F_2 , поэтому ее можно в процессе динамических исследований не учитывать. При $\omega > 550 \text{c}^{-1}$ происходят отрывы «лапки» от тканей большой амплитуды. При этом максимальное значение L (после отрыва) резко возрастает, что приводит к резкому росту F_2 и F_3 . Изменение величины c/t в два раза в большую, либо меньшую сторону приводит к сдвигу начала отрывов «лапки» от ткани соответственно, начиная с $\omega \geq 480 \text{c}^{-1}$ и $\omega = 520 \text{c}^{-1}$.

Моделирование на ЭВМ динамики «лапки», верхней зубчатой рейки механизма транспортирования ткани с вертикальным дифференциалом показало, что при $\omega < 300 \text{c}^{-1}$, $H_{\text{дм}} = 5 \cdot 10^4$ колебания «лапки» успевают за один цикл работы механизма успокоиться; между «лапкой» и верхней зубчатой рейкой четко наблюдается режим «перепляса», когда прижимная лапка и верхняя зубчатая рейка поочередно контактируют с тканью. При $\omega > 400 \text{c}^{-1}$ этого явления не наблюдается из-за наличия отрывов «лапки» и верхней зубчатой рейки от ткани. Более того, верхняя зубчатая рейка как бы зависает над тканью в конце рабочего хода (рис. 4). Следует однако отметить, что в отличие от швейных машин с одной нижней зубчатой рейкой, у швейных машин с вертикальным дифференциалом из-за привода верхней зубчатой рейки «лапка» и верхняя зубчатая рейка возвращаются в исходное положение к началу рабочего хода механизма транспортирования ткани на каждом обороте главного вала швейной машины.

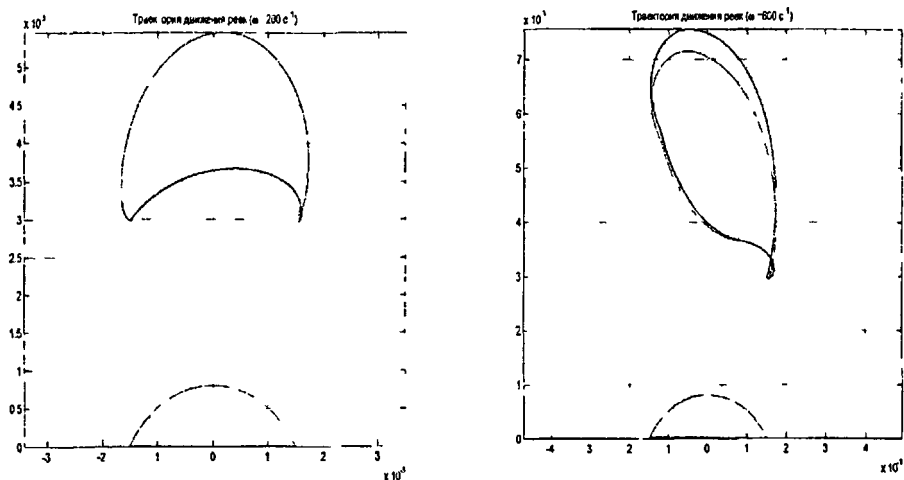


Рисунок 4

Во время холостого хода привод верхней зубчатой рейки полностью выбирает a_0 (см. выше) и $\Delta_2 \leq 0$. Увеличение жесткости c_0 с 10^4 Н/м до $5 \cdot 10^4$ Н/м благоприятно сказывается на работе механизма. При $c_0 = 10^4$ Н/м верхняя зубчатая рейка отрывается от нижней зубчатой рейки уже при $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$. При $c_0 = 5 \cdot 10^4$ Н/м это происходит при $\omega > 300 \text{ с}^{-1}$. Чтобы указанного рассогласования движений не возникало, либо они были малы можно использовать характеристику F_1 вида (6).

Основные результаты и выводы

- 1) Разработана методика исследования механизмов транспортирования ткани швейных машин с одной нижней зубчатой рейкой, с горизонтальным и вертикальным дифференциалом.
- 2) Разработаны динамические и математические модели механизмов транспортирования ткани швейных машин с одной нижней зубчатой рейкой, с горизонтальным и вертикальным дифференциалом.
- 3) Выполнено аналитическое исследование периодических колебаний «лапки» механизмов транспортирования ткани с одной нижней зубчатой рейкой. Показано, что в исследуемой системе из-за неудерживающего характера связи прижимной лапки с тканью возможны отрывы «лапки» от ткани при увеличении частоты вращения главного вала швейной машины. Возможно появление и субгармонических резонансных колебаний «лапки» относительно тканей большой амплитуды, что недопустимо из технологических соображений. Предложены способы борьбы с указанными режимами:

а) введением в конструкцию унругодиссипативного элемента, прижимающего прижимную лапку к ткани, дополнительного достаточно жесткого упругого элемента, ограничивающего амплитуду колебаний «лапки» сверху;

б) увеличением собственной частоты «лапки» за счет снижения ее массы и (или) увеличения жесткости упругого элемента, прижимающего прижимную лапку к ткани;

в) введением дополнительного демпфера, который работает при движении «лапки» от стачиваемых материалов и практически выключен при движении «лапки» к игольной пластине (последнее исключит зависание «лапки» над тканью из-за наличия демпфера).

4) Выполнен структурный анализ работы реечного рычажного механизма транспортирования ткани с вертикальным дифференциалом швейной машины 131-41, (42, 43) на холостом и рабочем ходу верхней зубчатой рейки. Показана необходимость и получены замещающие структурные схемы рычажного привода верхней зубчатой рейки. Выполнен кинематический анализ совместного движения нижней и верхней зубчатых реек с помощью ЭВМ. Для этой цели разработано алгоритмическое и программное обеспечение с использованием компьютерной системы инженерных и научных расчетов MATLAB.

5) Разработано алгоритмическое и программное обеспечение с использованием компьютерной системы инженерных и научных расчетов MATLAB для исследования динамики реечных рычажных механизмов транспортирования ткани с одной нижней зубчатой рейкой, с горизонтальным и вертикальным дифференциалом.

6) Выполнено моделирование на ЭВМ динамики «лапки» механизма транспортирования ткани с одной нижней зубчатой рейкой (на примере базовой швейной машины 131-11, (12, 13)) в диапазоне частот ω вращения главного вала швейной машины ($10 \div 600$) с^{-1} . Показано, что до $\omega < 200 \text{с}^{-1}$ отрывы «лапки» от ткани практически отсутствуют. Большие амплитуды отрывов «лапки» от ткани возникают при $\omega > 500 \text{с}^{-1}$. С увеличением со «лапка» как бы приподнимается над тканью, что ухудшает условия получения качественного стежка. Увеличение собственной частоты «лапки» несколько увеличивает Δ , но незначительно. Введение в конструкцию дополнительного упругого элемента (см. п. 3а) выводов) снижает амплитуду колебаний Δ , улучшает характер прижима «лапки» к ткани, однако ускорения на «лапке» при этом возрастают и зависят от жесткости введенного дополнительного упругого элемента.

7) Выполнен анализ движения стачиваемых материалов вдоль игольной пластины в процессе транспортирования на колебания «лапки». Показано, что указанное движение ведет к появлению силы F_3 , действующей в направлении движения «лапки». Причем максимальные значения силы F_3 при безотрывном движении или при малых отрывах прижимной лапки от ткани не превышает 10 % от силы F_2 , действующей со стороны тканей из-за движения нижней зубчатой рейки в направлении движения «лапки». При больших амплитудах отрывов

прижимной лапки от ткани величина F_3 резко возрастает и при $\omega = 600 \text{ с}^{-1}$ составляет $\approx 30\%$ от величины F_2 .

8) С помощью разработанного программного обеспечения на ЭВМ выполнено моделирование динамики реечного рычажного механизма транспортирования ткани с вертикальным дифференциалом (на примере швейной машины 131-41, (42,43)). Исследование проводилось в диапазоне частот со вращения главного вала швейной машины $(100 \div 600) \text{ с}^{-1}$. Как показали исследования, машина с $c_0 \geq 5 \cdot 10^4$ Н/м практически нормально работает до $\omega \approx 300 \text{ с}^{-1}$ (при $c_0 \leq 10^4$ Н/м машина нормально работает до $\omega \approx 100 \text{ с}^{-1}$). На более высоких скоростях координата у верхней зубчатой рейки превышает аналогичную координату нижней зубчатой рейки, причем с ростом ω это рассогласовывание увеличивается. Отсюда следует, что увеличение c_0 полезно, с точки зрения увеличения ω , при которых машина нормально работает. С ростом $\omega > 300 \text{ с}^{-1}$ практически нарушается режим «перепляса», имеющий место при $\omega < 300 \text{ с}^{-1}$, т.е. прижимная лапка и рейка не порознь, а практически одновременно контактируют с тканью. В отличие от машин с одной нижней зубчатой рейкой, где при увеличении со прижимная лапка висит над тканью, у машин с вертикальным дифференциалом прижимная лапка и верхняя зубчатая рейка каждый цикл работы механизма транспортирования касаются стачиваемых материалов (при больших со, как правило, в начале рабочего хода).

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

- 1 Мазин Л.С., Марковец А.В., Зоря А.В. Исследование динамики прижимной лапки швейной машины. Вестник СПГУТД № 5. СПб: Изд. СПГУТД, 2001.-С. 116-122.
- 2 Мазин Л.С., Марковец А.В., Зоря А.В. Анализ влияния движения рейки с тканью на колебания прижимной лапки. Сб. тр. аспирантов и докторантов СПГУТД СПб: Изд. СПГУТД, 2002.- С 65 - 69.
- 3 Мазин Л.С., Марковец А.В., Зоря А.В. Исследование динамики прижимной лапки швейной машины с учетом характера трения стержня лапки о корпус // Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной и легкой пром-сти: Сб. тр. аспирантов и докторантов. Вып. 3. - СПб.: СПГУТД, 2002.- С. 96 - 98.
- 4 Мазин Л.С., Марковец А.В., Зоря А.В. Влияние движения ткани на динамику прижимной лапки швейной машины // Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях: Сб. тезисов междунар. науч.-практ. конф. - Кострома, 2002.- С. 149 - 150.

- 5 Мазин Л.С., Марковец А.В., Зоря А.В. Моделирование динамики прижимной лапки швейной машины на ЭВМ Вестник СПГУТД № 8. СПб: Изд. СПГУТД 2003.-С. 39 - 44.
- 6 Мазин Л.С., Марковец А.В., Зоря А.В. Анализ динамики верхней рейки и прижимной лапки механизмов транспортирования ткани швейных машин Вестник СПГУТД № 11. СПб: Изд. СПГУТД, 2003.-С. 55 - 58.
- 7 Мазин Л.С., Марковец А.В., Зоря А.В. Исследование динамики механизмов транспортирования ткани швейных машин содержащих нижнюю и верхнюю рейки // Перспективы использования компьютерных технологий в текстильной и легкой промышленности (Пиктел - 2003): Сб. материалов - Иваново, 2003.- С. 67.

РНБ Русский фонд

2004-4
27388

Издательская лицензия 000285 от 21.10.99
Оригинал подготовлен автором
Подписано в печать 15.11.01 г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 009
Тираж 100 экз.
Отпечатано в типографии СПГУТД
191028, г. Санкт-Петербург, ул. Моховая, 26