

риала. Авт.свид. СССР, № 835917, кл. Д06Н7/00, заявл. 19.06.78,  
зарегистр. 6.02.1981.

IO. Абрамов В.Ф. и др. Устройство для резки волокнистых материа-  
лов. Авт.свид. СССР, № 835736, заявл. 19.06.1979, зарегистр.  
6.02.1981.

II. Абрамов В.Ф. и др. Устройство для раскрова материала. Авт.  
свид. СССР, № 1082886, заявл. 5.01.1982, зарегистр. 1.12.1983.

*ЗД*

Ротенберг Ефим  
Борисович  
Таган-Русск.  
Л-464(9. 23.11.89г.)

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

АБРАМОВ Владимир Батекович

УДК 687.022.052

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖУЩЕЙ ГОЛОВКИ  
РАСКРОЙНЫХ АГРЕГАТОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Специальность 05.02.13

"Машины и агрегаты легкой промышленности"

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва, 1989

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

Научный руководитель: доктор технических наук профессор В.В.КАРАМЫШКИН

Официальные оппоненты: доктор технических наук профессор А.В.ШЛЯХТИН  
кандидат технических наук, ст. научн. сотр. С.В.ВЛАСОВ

Ведущая организация: Московское производственное швейное объединение "Большевичка"

Защита состоится "17" января 1990г. в 10 часов на заседании специализированного Совета Д.053.32.02 при Московском ордене Трудового Красного Знамени технологическом институте легкой промышленности.

Адрес института: 113806, г.Москва, ул.Осипенко,33

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "4" декабря 1989 г.

Ученый секретарь  
специализированного Совета

*Гришину*

В.В.ГРИШИН

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. На современном этапе развития советского общества удовлетворение потребностей народа во многом зависит от широкого внедрения механизации процессов труда, создания автоматизированных производств, быстро переналаживаемых поточных линий по выпуску массовых видов модной и высокого качества одежды и обуви, рационального использования сырья, материалов и тканей, повышения производительности труда.

Сказанное является первоочередным и в швейной промышленности, особенно для подготовительно-раскройного производства, где уровень механизации и автоматизации производственных процессов низок и составляет 30-40%. Применяемые методы раскroя текстильных и нетканых материалов весьма трудоемки, малопроизводительны, требуют больших производственных площадей, не обеспечивают необходимую точность кроя, что вызывает перерасход материалов, которые составляют основную себестоимость изделий.

Внедрение автоматизированных систем в подготовительно-раскройное производство позволяет на разных его участках повысить производительность труда в 1,5-2 раз., добиться экономии материалов от 0,5 до 10%, сокращения производственных площадей до 40%, облегчения условий труда и повышения качества готовой продукции.

На сегодня в мировой практике швейной промышленности, в качестве раскройных агрегатов, наибольшее распространение получили автоматизированные раскройные агрегаты с механическим регулированием инструментом. Анализ и обзор литературных источников и патентов показал, что в области совершенствования конструкции автоматизированного раскройного оборудования проходят интенсивные разра-

ботки, при том упор делается на совершенствование агрегатов с механическим режущим инструментом.

В нашей стране также ведутся работы по созданию агрегатов для автоматизированного раскрова настилов текстильных и нетканых материалов с механическим режущим инструментом. Одним из основных вопросов, требующим неотложного решения для создания отечественного раскройного оборудования остается разработка надежной, экономичной режущей головки, обеспечивающей необходимую производительность раскрова при соблюдении качественных показателей. Это определяет актуальность темы диссертации.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ.** Разработка физической модели и конструкции режущей головки автоматизированных раскройных агрегатов и инженерной методики ее расчета и проектирования.

**ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ:** экспериментальная модель режущей головки и раскраиваемый настил, экспериментальные стенды, моделирующие реальные условия технологического процесса прокола и раскрова настила вертикальными ножом, совершающим возвратно-поступательное движение.

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ** основывается на трудах советских и зарубежных ученых по вопросам теории резания текстильных и нетканых материалов, теории колебаний, расчета и конструирования оборудования легкой промышленности, теории линейных и нелинейных электрических цепей и теории электромагнитного поля.

В аналитических исследованиях используются методы гармонического баланса и комплексных амплитуд, а также методы математического моделирования на АВМ и ЭВМ, оптимизационные методы и планирования эксперимента.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА** проведенных исследований заключается в том, что в работе:

- разработана схема и физическая модель режущей головки (РГ);
- разработана математическая модель РГ, проведены исследования динамики взаимодействия рабочего инструмента с рабочей средой с учетом нелинейности, обусловленной сухим трением;
- на математической модели РГ проведены исследования рабочих процессов с учетом нелинейностей характеристик нагрузки, электрических и магнитных параметров;
- выявлены области существования гармонических и нелинейных колебаний, в частности, колебаний с выстоем;
- обосновано применение линеаризованной модели РГ, описывающей гармонические колебания и допускающей применение методов гармонического баланса и комплексных амплитуд. Замена нелинейной модели линеаризованной дает удовлетворительную для инженерных расчетов точность;
- сформированы рекомендации для выбора областей варьирования основных механических, электрических и геометрических параметров, обеспечивающих техническую реализуемость режущей головки.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ** работы состоит в разработке математической модели функционирования режущей головки и соответствующая ей методика инженерного расчета с применением метода гармонического баланса и комплексных амплитуд. А также получены рекомендации, необходимые для составления технического задания на разработку РГ с учетом особенностей его технологического применения. Разработана принципиально новая конструкция режущей головки и защищена авторскими свидетельствами №№711212, 835736. На базе разработанной инженерной методики спроектирована и создана опытная модель режущей головки раскройного агрегата и устройства для распаривания швов швейных изделий.

Инженерная методика расчета РГ принята Орловским НИИЛегмаш для использования в конструкторских разработках.

**РЕАЛИЗАЦИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.** Ручной электромеханический распарыватель швов, спроектированный и созданный с учетом проведенных исследований, успешно прошел производственные испытания и принят к использованию Главуправлением "Ленинградодежда". Экономическая эффективность на один распарыватель в год составляет 315,5 рублей.

**АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ.** Основные научные положения и результаты диссертационной работы докладывались и получили положительную оценку на:

- Всесоюзной конференции "Проблемы нелинейных колебаний механических систем", Киев, Ин-т "Механики" АН УССР, 1978;
- Всесоюзной научной конференции "Исследование и проектирование машин и агрегатов легкой промышленности", Москва, МТИЛП, 1978;
- Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемы виброзации и снижения уровня шума машин текстильной и легкой промышленности", Москва, ВНИИЛТекмаш, 1979;
- Научной конференции, посвященной 50-летию МТИЛП(а), Москва, МТИЛП, 1980;
- Научном Совете Орловского НИИЛегмаш, Орел, 1980;
- Всесоюзной научной конференции "Математическое обеспечение рационального раскroя в системах автоматизированного проектирования", Уфа, УДИ, 1987;
- Научной конференции, посвященной 50-летию ВЗИЛП(а), Москва, ВЗИЛП, 1988.

**ПУБЛИКАЦИИ.** По теме диссертации опубликовано II научных работ, в числе которых 5 авторских свидетельств на изобретения.

**СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и рекомендаций по работе, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 109 страницах машинописного текста, включая 30 иллюстраций, 4 таблицы. Библиография содержит 80 наименований, приложения представлены на 45 страницах. Общий объем работы составляет 162 страницы.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование выбора темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследования.

В первой главе по патентам и литературным источникам проведен обзор и анализ способов и средств раскroя настилов текстильных и нетканых материалов. Установлено, что в настоящее время наиболее распространение в мировой швейной промышленности получили автоматизированное раскroйные агрегаты с механическим режущим инструментом.

Отмечено, что в существующих зарубежных раскroйных агрегатах с вертикальным ножом привод режущего инструмента в основном одноступенчатый. В них используются электрические машины вращательного движения и механизмы для преобразования вращательного в возвратно-поступательное движение рабочего инструмента. Однако, эти преобразователи имеют существенные недостатки – они не только усложняют конструкцию, но уменьшают его надежность, экономичность и вообще не позволяют реализовать новые, более прогрессивные способы воздействия рабочего инструмента на обрабатываемое изделие.

В настоящее время в различных отраслях промышленности начинают находить применение электродинамические приводы возвратно-поступательного движения (ВПД), к преимуществам которых относятся: уменьшение количества подвижных частей (отсутствие кривошип-

но-шатунного механизма, зубчатого ремня, механизма натяжения ремня и подшипников), уменьшение боковых сил на направляющие, что приводит к уменьшению шума, износа и упрощению проблемы смазки пар трения.

Другим положительным отличием подобных приводов является возможность варьирования амплитуды колебания ножа, уменьшение габаритов и массы по отношению к электродвигателям вращательного движения.

Учитывая технико-экономическую целесообразность применения режущей головки с электродинамическим приводом ВПД в автоматизированных раскройных агрегатах представлялась необходимость решения следующих задач:

- разработка кинематической, динамической и электрической схем физической модели режущей головки (РГ);
- разработка математической модели РГ;
- определение максимальных внешних динамических нагрузок, возникающих при раскрое и проколе настила текстильных материалов вертикальным ножом;
- исследование динамики движения РГ на математической модели:
  - 1) условий существования стационарных режимов привода РГ;
  - 2) изучение влияния внешних нагрузок на устойчивость работы привода РГ;
- создание опытного образца режущей головки.

Вторая глава посвящена разработке и исследованию физической модели режущей головки (РГ). Разработана кинематическая и динамическая схемы физической модели (рис. I а, б, в), составлены основные уравнения РГ с учетом нелинейности нагрузки внешних сил и нелинейности самой конструкции. Проведены исследования нелинейных параметров физической модели РГ. Определены реальные динамические

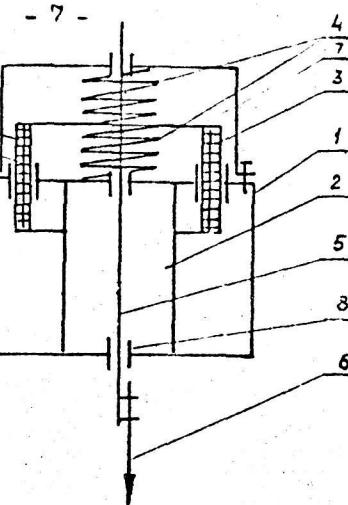


Рис. 1.а Кинематическая схема

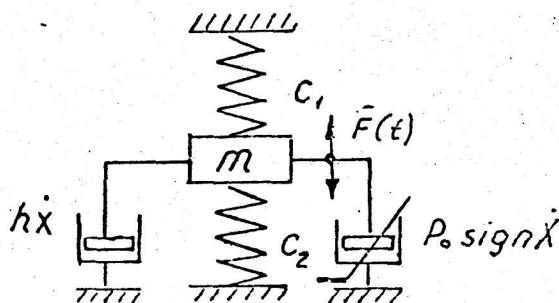


Рис. 1.б Расчетная динамическая схема

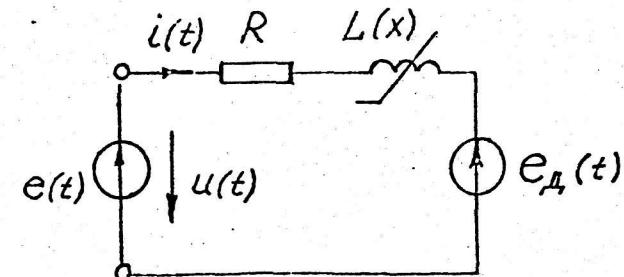


Рис. 1.в Расчетная электрическая схема

усилия, действующие на режущий элемент со стороны настила при проколе, раскрое и возможности их снижения.

Рабочий процесс РГ, описывается системой дифференциальных уравнений, составленных на основе принципа Даламбера и 2-го закона Кирхгофа:

$$\begin{cases} m\ddot{x} + P_0 \operatorname{sign}\dot{x} + h\dot{x} + (C_1 + C_2)x = F(t) \\ \Theta_d(t) + L(x)\frac{di}{dt} + L'(x)i\dot{x} + iR = U(t) \end{cases} \quad (I)$$

здесь:  $m$  - масса подвижных частей РГ;  $P_0 \operatorname{sign}\dot{x}$  - внешняя нагрузка, представляющая собой силу сухого трения,  $h$  - коэффициент вязкого трения,  $C_1$  и  $C_2$  - жесткость пружин,  $F(t)$  - электромеханическая сила,  $\Theta_d(t)$  - ЭДС индуцированная в катушке при ее движении в рабочем поле магнитном поле,  $L(x)$  - индуктивность катушки-якоря,  $i$  - ток,  $R$  - сопротивление катушки,  $U(t)$  - напряжение источника питания.

Определение динамических усилий (внешней нагрузки) при проколе и раскрое настила вертикальным ножом проводилось на специально разработанных стендах.

Как показали результаты экспериментальных исследований, рис.2, при проколе пакета ткани небирирующим яском, по мере проникновения ножа в настиле сила сопротивления возрастает и эта сила  $P_z$  оказывается по своей величине равной 230-250 Н при  $V_z = 0,1 \text{ м/с}$ , т.е. почти на порядок превышает технологическую нагрузку, вызванную силой сухого трения. Возрастание продольной нагрузки при проколе в основной мере зависит от скорости внедрения ножа в настил, что можно объяснить линейным уплотнением прокалываемого материала при динамическом нагружении его острием ножа.

Исследование показало, что усилие, возникающее при проколе вертикальным ножом, может быть значительно уменьшено, если ножу

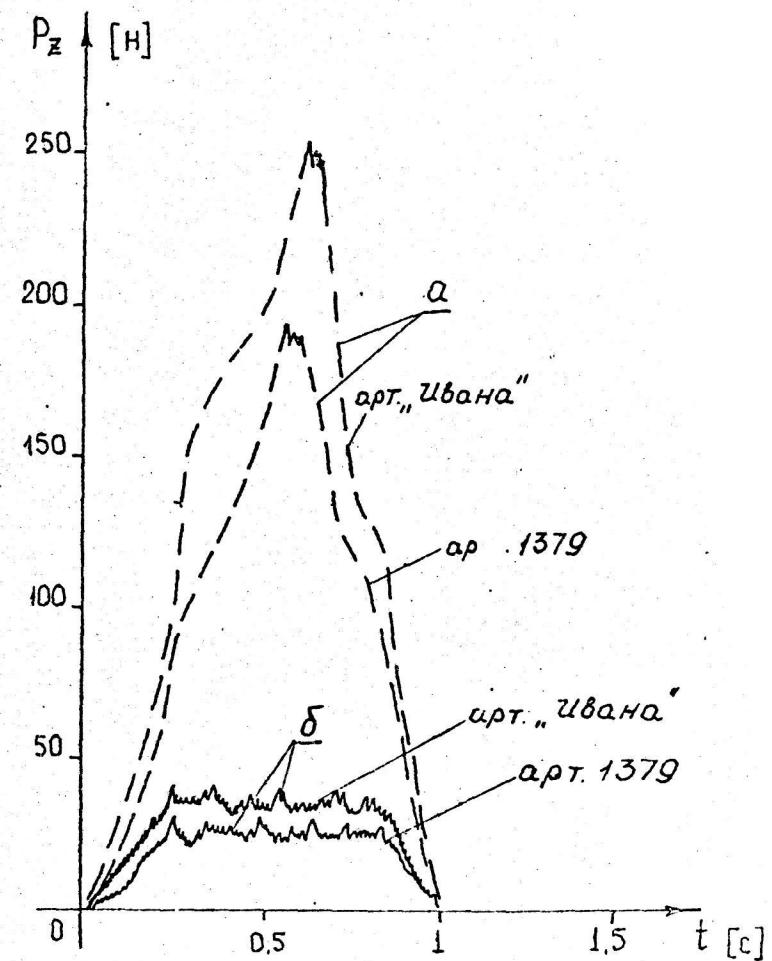


Рис. 2 Графики усилий прокола настила ткани

— — — при неподвижном ноже  
— — — при вибрирующем ноже

сообщить дополнительные вибрации. Прокол настила ножом, совершающим одновременно два движения можно отнести к вибрационному процессу резания. В этом случае используется вызванное вибрацией ножа резкое снижение сопротивления настила ткани, обусловленное действием сравнительно малых периодических постоянных сил, что является линеаризацией сухого трения. Так при колебаниях ножа с амплитудой  $X_m = 0,5 \div 1 \cdot 10^{-4}$  м усилие прокола раскройным ножом резко уменьшается и составляет 30+60 Н в зависимости от типа ткани по сравнению с усилиями прокола ножом 230-250 Н, у которого  $X_m = 0$ , при скорости опускания режущей головки равной  $V_g = 0,1 \text{ м/с}$ .

При проколе настила с увеличением амплитуды колебаний ножа при одной и той же скорости опускания режущей головки усилие прокола растет. Из рис. 3 видно, что при рабочих амплитудах  $X_m = 12 \div 14 \cdot 10^{-4}$  м (при которых происходит раскрой настила) усилие прокола почти равно усилию прокола раскройным ножом, у которого амплитуда колебаний  $X_m = 0$ .

В существующих раскройных автоматизированных агрегатах амплитуда колебаний ножа  $X_m$  не регулируется, как показали эксперименты, усилие при проколе настила превышают возникающее усилие при раскрое в несколько раз, что оправдано сказывается на работе привода РГ в целом. В предлагаемом электродинамическом приводе РГ, амплитуда колебаний ножа при проколе настила можно регулировать силой тока в цели катушки и тем самым снижать усилия, возникающие при проколе в несколько раз, что положительно сказывается на динамике привода РГ.

Согласно результатам исследования были определены значения  $P_x, P_y$  усилий, возникающих при раскрое настила, был определен их порядок в зависимости от скорости перемещения режущей головки, значения усилия  $P_x, P_y$  меняются в диапазоне от 30 до 50 Н.

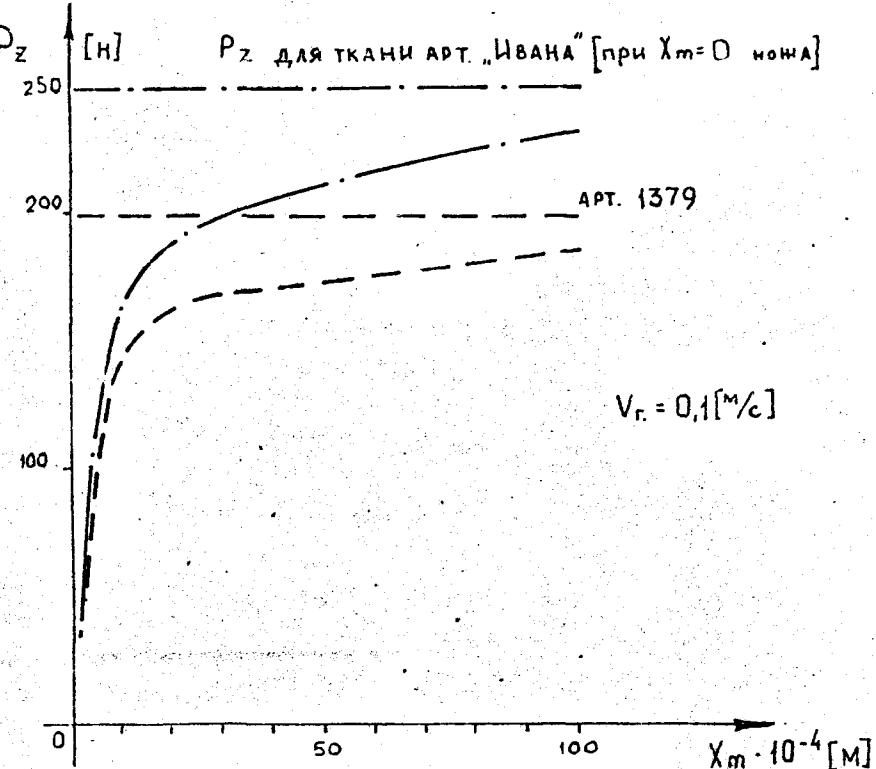


Рис. 3 График зависимости усилия прокола  $P_z$  от амплитуды колебаний ножа  $X_m$

Экспериментально на модели РГ были исследованы нелинейности самой конструкции такие как:

- изменение магнитной индукции ( $B$ ) по зазору магнитопровода;
- изменение индуктивности катушки ( $L$ ) в зависимости от ее положения в рабочем зазоре.

Проведен анализ и была составлена интегральная зависимость  $E_d$  (ЭДС), определяющая влияние магнитной индукции на катушку, в зависимости от ее положения в зазоре магнитопровода РГ. После определения характера нелинейных зависимостей уравнения (1), описывающие рабочий процесс РГ, приняли вид:

$$\begin{cases} m\ddot{x} + P_0 \operatorname{sign}\dot{x} + h\dot{x} + (c_1 + c_2)x = \frac{e}{l} \int_{x-\frac{l}{2}}^{x+\frac{l}{2}} B(x_i) dx_i \cdot i \\ \dot{x} \frac{e}{l} \int_{x-\frac{l}{2}}^{x+\frac{l}{2}} B(x_i) dx_i + L(x)i + iR + L'(x)i\dot{x} = U_0 \sin \omega t \end{cases} \quad (2)$$

Третья глава посвящена исследованию динамики режущей головки на математической модели и отысканию ее оптимальных параметров в условиях раскрыя пистолетов. Основной задачей исследования математической модели на АИМ и ЭИМ является:

- отыскание стационарных режимов колебаний;
- определение областей устойчивых стационарных режимов колебаний;
- исследование влияния величин основных параметров на границе существования гармонических колебаний;
- выбор рациональных параметров РГ.

Исследован ряд случаев.

- случай источника испарений.
- Значение тока  $i$  является функцией  $\omega$  и амплитуды колебаний  $x_m$ , причем с увеличением  $\omega$  до  $\infty$  ток стремится к нулю. Чтобы получить амплитуду  $x_m$  максимальную для системы,

надо подавать ток  $i_{\max}$ . В системе имеется только одна частота (частота резонансная), где минимальному току  $i$  соответствует  $x_m$ , амплитуда  $x_m$  колебаний подвижной части системы.

- Фазо-частотные характеристики в зоне гармонических колебаний в основном совпадают с фазо-частотными характеристиками линейных систем.

Результаты исследования показывают, что при:

$$P_0 \operatorname{sign}\dot{x} > i \frac{e}{l} \int_{x-\frac{l}{2}}^{x+\frac{l}{2}} B(x_i) dx_i$$

- колебания в системе отсутствуют;

$$P_0 \operatorname{sign}\dot{x} \leq i \frac{e}{l} \int_{x-\frac{l}{2}}^{x+\frac{l}{2}} B(x_i) dx_i$$

- колебания существуют явно нелинейного характера;

$$P_0 \operatorname{sign}\dot{x} \ll i \frac{e}{l} \int_{x-\frac{l}{2}}^{x+\frac{l}{2}} B(x_i) dx_i$$

- существуют устойчивые гармонические колебания.

- Случай источника тока

Исследование математической модели РГ с возбуждением от источника тока проводилось:

а) при гармоническом возбуждении;

б) при полигармоническом;

в) при возбуждении двумя гармониками - основной (1-я гармоника), которой соответствует резонансная частота и с - дополнительной частотой, которой соответствовали 2-я; 3-я и др. гармоники.

Исследование при возбуждении, согласно случаю (в), осуществлялось с целью выяснения возможности снижения вибраций технической нагрузки силы сухого трения, за счет наложения на основное колебание колебаний с меньшей амплитудой, но с частотой вибрации в несколько раз чем основной.

Изменение характера амплитуды колебаний подвижной части РГ

при плавном изменении круговой частоты в рабочей зоне показывает, что максимальное значение амплитуды колебаний соответствует резонансной частоте.

Определены зоны существования различных колебаний при возбуждении от источника тока в зависимости от внешней нагрузки, для фиксированных значений частоты  $\omega$ , которая менялась дискретно от  $80 \text{ Гц}$  до  $120 \text{ Гц}$ . Зона гармонических колебаний по сравнению с возбуждением от источника напряжения стала намного шире. Это позволяет более свободно варьировать механическими и электрическими параметрами РГ.

Полигармоническое возбуждение по сравнению с гармоническим возбуждением существенного выигрыша не дает. Зона гармонических колебаний подвижной системы РГ становится уже, а зона нелинейных колебаний увеличивается. Причем для формирования полигармонического возбуждения требуется дополнительный источник возбуждения, что естественно увеличивает стоимость привода.

Для отыскания оптимальных параметров математической модели режущей головки был составлен алгоритм исследования системы с использованием факторного анализа. В соответствии с алгоритмом предусмотрена возможность варьирования основных параметров системы.

Статистическая обработка результатов моделирования показала, что наибольшее влияние конструктивных параметров видно в резонансной области.

Для отбора областей оптимальных значений параметров РГ из соображений технологии, санитарных норм, теплопроводности, металлоемкости и др. были назначены критерии качества.

На предварительном этапе решения задачи проектирования рекомендуется использование МЦ-поиска, основная цель которого

заключается в получении объективной информации о свойствах исследуемых параметров по отношению к критериям качества. Поиск оптимальных параметров РГ проводился с привлечением статистических методов исследования. В частности, варьируемые параметры разыгрывались по МЦ-сеткам. Дисперсионный анализ и ПМЦ- поиск позволяет определить основные параметры РГ, которые обеспечивают его экономичный режим работы.

Для получения качественных результатов аналитическим путем проводилось решение системы уравнений (2) приближенными методами: методом гармонического баланса и комплексных амплитуд, для существующих зон гармонических колебаний при различных рассмотренных ранее типах возбуждения.

Для решения системы уравнений (2) все нелинейности были линеаризованы и вместо силы сухого трения было введено эквивалентное вязкое сопротивление с коэффициентом  $h_3 = \frac{4 P_o}{\pi x_m \omega}$ . Тогда уравнение (2) приобретает вид

$$\begin{cases} m\ddot{x} + (h + h_3)\dot{x} + (c_1 + c_2)x - lB_o\dot{i} = 0 \\ lB_o\ddot{x} + L_i\dot{i} + iR = U_o \sin \omega t \end{cases} \quad (3)$$

Решение системы уравнений (3) определяет значение амплитуды перемещения:

$$x_{m_{1,2}} = \frac{-(K_{11}K_{12} + K_{21}K_{22}) \pm \sqrt{(K_{11}K_{12} + K_{21}K_{22})^2 - 4[(K_{11}^2 + K_{12}^2)(K_{21}^2 + K_{22}^2 - U_o^2)]}}{2(K_{11}^2 + K_{22}^2)} \quad (4)$$

где:

$$K_{11}(\omega) = lB_o\omega + \frac{l_o\omega}{lB_o} (-m\omega^2 + c_1 + c_2) + \frac{R\omega}{lB_o} h ,$$

$$\frac{l}{x_m} K_{12}(\omega) = \frac{R\omega}{lB_o} \cdot \frac{4P_o}{\pi x_m \omega} = \frac{4P_o R}{\pi l B_o} \cdot \frac{l}{x_m} ,$$

$$K_{21}(\omega) = -\frac{L_0 \omega^2 h}{\epsilon B_0} + \frac{R}{\epsilon B_0} (-m\omega^2 + C_1 + C_2),$$

$$\frac{1}{X_m} K_{22}(\omega) = -\frac{L_0 \omega^2}{\epsilon B_0} \cdot \frac{4P_0}{\pi X_m \omega} = -\frac{4P_0 L_0 \omega}{\epsilon B_0 \pi} \cdot \frac{1}{X_m},$$

и токи:

$$i_1 = \frac{-m\omega^2 + C_1 + C_2}{\epsilon B_0} \cdot X_m; \quad i_2 = \frac{(h+h_3)\omega}{\epsilon B_0} \cdot X_m. \quad (5)$$

Решение системы уравнений (3) методом гармонического баланса позволяет получить формулы для определения амплитудных значений перемещения  $X$  и тока  $i$ , но формулы эти очень громоздки.

Для сравнения результатов решения применим метод комплексных амплитуд, который позволяет получить формулы для вычисления основных технических данных привода таких как:  $X_m$ ,  $I_m$ ,  $\cos \varphi$ ,  $\eta$ .

При решении системы уравнений (3) использованы следующие обозначения:

$$x(t) = I_m(x_m e^{j(\omega t + \psi_x)}) = I_m(\dot{x}_m e^{j\omega t}); \quad \dot{x} = x_m e^{j\psi_x};$$

$$i(t) = I_m(I_m e^{j(\omega t + \psi_i)}); \quad I_m = I_m e^{j\psi_i};$$

$$\dot{V}_m = j\omega \dot{x}_m; \quad B_0 = \alpha; \quad C = (C_1 + C_2); \quad h_3 = K$$

При выполнении условия резонанса (для достижения максимальных амплитуд колебаний режущего инструмента)  $(\dots) = 0$  значения основных технических параметров РГ примут вид:

$$X_m = \frac{\alpha U_m}{\sqrt{[-\omega^2 L(K+h)^2 + \omega^2 (RK + Rh + \alpha^2)^2]}}, \quad (6)$$

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R + \frac{\alpha^2}{K+h})^2 + \omega^2 L^2}}, \quad (7)$$

$$\cos \varphi = \frac{R + \frac{\alpha^2 \omega}{K+h}}{\sqrt{(R + \frac{\alpha^2}{K+h}) + \omega^2 L^2}}, \quad (8)$$

$$\eta = \frac{K \alpha^2 \omega^2}{R(K+h) + \alpha^2 \omega^2}. \quad (9)$$

Анализ результатов решения системы уравнений (2) на ЭВМ, приближенными аналитическими методами, дают хорошее совпадение с экспериментом в области гармонических колебаний, а в области резонанса составляют разницу не более 20%, что достаточно для инженерного анализа подобных систем.

В четвертой главе приведена методика расчета РГ.

Основание исходных данных для проектирования РГ являются:

$F_t$  - сила тока привода РГ,  $X_m$  - амплитуда колебаний,  $f$  - частота колебаний.

В основе инженерной методики расчета режущей головки используются следующие физические соотношения:

1. Выражения электромагнитной силы через индукцию магнитного поля в рабочем зазоре и силы тока в катушке (закон Ампера).

2. Выражения для тепловой мощности катушки - якоря с учетом условий теплоотдачи в окружающую среду (закон Джоуля-Ленца).

3. Условия, определяющие энергию магнитного поля в рабочем зазоре с учетом конфигурации магнитной системы, марки материала магнита и магнитного рассеивания (уравнение магнитной цепи).

4. Условие электрического равновесия цепей катушки-якоря на базе уравнений Кирхгофа и векторных диаграмм (уравнение электрической цепи).

5. Условие выбора параметров пружин с учетом массы подвижной системы для достижения электромеханического резонанса (уравнения движения).

Итогом расчета основных параметров катушки-якоря и магнитопровода является расчетное уравнение

$$F_t = 2\pi D \delta B_\delta \sqrt{\frac{K_t \theta \Delta K_k}{\rho}}, \quad (10)$$

связывающее усилие РГ с одной стороны, а с другой стороны с  $B_\delta$  (магнитная индукция) в рабочем зазоре с основными характерными размерами катушки-якоря с учетом рабочей температуры изоляции провода, условий теплоотдачи и технологии исполнения. Задавая главные характеристики материала магнита, магнитопровода, определяют геометрические размеры магнитной системы, при которых в рабочем зазоре обеспечивается выбранная  $B_\delta$  и максимальная энергия магнитного поля.

Разработанная инженерная методика является основной для выбора основных параметров РГ.

При этом:

- удовлетворяются основные требования технического задания;
- выполняются условия конструктивной реализуемости привода режущей головки;
- учитываются ограничения по тепловыделению, по тяговому усилию и величине напряжения питания в зависимости от технических условий;
- обеспечивается минимизация массо-габаритных показателей и в первую очередь магнитной системы.

Предложенная методика может использоваться также для поверочных расчетов рабочих характеристик для реальных приводов подобного типа.

Основные зависимости используемые в методике негромоздки, что позволяет реализовать расчет с помощью простейших вычислительных средств.

В основе методики расчета элементов колебательной системы

лежит определение их собственных частот, которые должны быть равными частоте колебаний тока в сети.

Результаты расчетов предлагаемой методики обеспечивают точность совпадения с результатами эксперимента на реальных моделях не хуже 15+20%. Данная методика апробирована на реальных лабораторных образцах режущей головки (в том числе и устройства для распаривания швов одежды).

В приложениях приведены документы о внедрении результатов диссертационной работы, авторские свидетельства, таблицы, тексты программ, общий вид конструкции распаривателя и экономическое обоснование.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конкретные научные выводы, полученные в работе, сводятся к следующему:

1. На основе анализа состояния и перспективных направлений развития раскройного производства, патентов, авторских свидетельств и литературы, касающихся указанной области техники, обоснована необходимость создания новой режущей системы, соответствующей лучшим мировым образцам пригодной для использования в современных автоматизированных раскройных агрегатах.

2. С помощью предложенной физической модели режущей головки, а также на основе результатов стендовых исследований определены основные закономерности взаимодействия рабочего инструмента с раскраиваемым настилом, где внешней нагрузкой, действующей на режущий элемент, являлась сила сухого трения.

3. Выявлены условия возникновения гармонических и не-

линейных колебаний в конструкции системы. Установлена их взаимосвязь с динамикой рабочего процесса, непостоянством внешних возмущающих сил, электрических и магнитных параметров объекта.

4. Доказана возможность применения линеаризованной модели режущей системы, удовлетворительно описывающей возникающие гармонические колебания и допускающей применения методов гармонического баланса и комплексных амплитуд.

5. Найдены математические выражения, характеризующие динамику взаимодействия внутренних элементов режущей системы, которые позволили отыскать основные технические параметры объекта и разработать принципиально новую конструкцию системы, защищенную авторскими свидетельствами №№711212, 835736.

6. Установлены области варьирования основных электрических и геометрических параметров комплекса, учитывающие особенности ее возможного технологического применения в промышленности. Методика соответствующего инженерного расчета принята Орловским НИИлегмаш для использования в конструкторских разработках.

7. Ручной электромеханический распарыватель швов, спроектированный и созданный с учетом проведенных исследований, успешно прошел производственные испытания и принят к использованию Главуправлением "Ленинградодежда". Экономическая эффективность на один распарыватель в год составляет 315,5 рублей.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих работах:

I. Абрамов В.Ф., Карамышкин В.В. Электромеханический привод для механизмов машин легкой промышленности. Тезисы докладов Все-

советской конференции "Исследование и проектирование машин и агрегатов легкой промышленности. - М.: МТИШ, 1978. - 132 с.

2. Абрамов В.Ф., Карамышкин В.В. Некоторые вопросы исследования динамики привода ВД. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемы виброзащиты и снижения уровня шума машин в текстильной и легкой промышленности., -Иваново, 1979. - 102 с.
3. Абрамов В.Ф., Ковановская В.А. Методика выбора оптимальных параметров виборежущего устройства на АВМ.-М.: Сб.научных трудов МТИШ, 1986.
4. Абрамов В.Ф., Карамышкин В.В. Разработка электродинамического привода для автоматизированного оборудования для раскрова неметаллических промышленных материалов. Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции "Математическое обеспечение рационального раскрова", - Уфа, УАЦ, 1987. - 183 с.
5. Абрамов В.Ф., Карамышкин В.В. Расчет основных параметров головки электродинамического привода для механизации раскрова ткани.-М.:Сб.научных трудов МТИШ, 1989.
6. Абрамов В.Ф., Карамышкин В.В. Исследование устойчивости работы электродинамического привода на математической модели.- М.: Сб.научных трудов МТИШ, 1989.
7. Абрамов В.Ф. и др. Устройство для раскрова настила текстильных материалов. Авт.свид.СССР, № 711212, кл.Д06Н7/00, заявл. 8.02.1978. зарегистрир. 28.09.1978.
8. Лопандин И.В., Абрамов В.Ф. и др. Привод игловодителя швейной машины. Авт.свид. СССР, кл. Д05Б55/14, №711204, заявл. 13.04.1978, зарегистрир. 28.09.1978.
9. Абрамов В.Ф. и др. Агрегат для раскрова настила полотен мате-