

687.053
К78

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

687.053 : 004

УДК 685.34.055.44

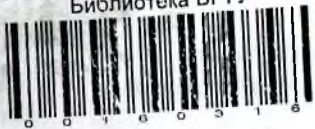


КРАСНЕР
СТАНИСЛАВ ЮРЬЕВИЧ

МЕХАНИЗМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРЕЗКИ НИТОК
ШВЕЙНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ
УПРАВЛЕНИЕМ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.02.13 – “Машины, агрегаты и процессы (легкая
промышленность) (технические науки)”

Витебск
2011



учреждении образования
Витебский государственный технологический университет»

12

руководитель:

Сункуев Борис Семенович, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Машины и аппараты легкой
промышленности» учреждения образования «Витебский
государственный технологический университет»

Официальные оппоненты:

Сторожев Владимир Васильевич, доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой «Машины и аппараты легкой
промышленности» Московского государственного университета
дизайна и технологии, заслуженный деятель науки и техники
Российской Федерации;

Ольшанский Валерий Иосифович, кандидат технических наук,
профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование
машиностроительного производства» учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет»

Оппонирующая организация:

Научно-исследовательское республиканское унитарное
предприятие «Центр научных исследований лёгкой
промышленности», г. Минск, Республика Беларусь

Защита состоится 15 марта 2011 г. в 10.00 на заседании совета по защите
диссертаций К 02.11.01 в учреждении образования «Витебский
государственный технологический университет»

2100

E-m:

C

образован

Авто

Учен

диссе

наук,

о/и

учреждения
итет»

овская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

На швейных и обувных предприятиях Республики Беларусь широко используются швейные полуавтоматы с микропроцессорным управлением. Системы микропроцессорного управления позволяют значительно расширить возможности автоматизации процессов изготовления швейных и обувных изделий. Необходимой частью швейного полуавтомата с микропроцессорным управлением (МПУ) является механизм автоматической обрезки ниток.

Практически отсутствуют работы, посвященные исследованию процесса обрезки швейных ниток и разработке методов проектирования механизмов автоматической обрезки ниток, что затрудняет создание оптимальных механизмов обрезки.

В Республике Беларусь разработкой швейных полуавтоматов с МПУ в соответствии с программой импортозамещения занимается ряд организаций, в том числе ОАО «НПОКБ машиностроения» (г. Витебск). В связи с этим вопросы исследования и проектирования механизмов обрезки швейной нитки являются актуальными.

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами

Диссертационная работа выполнялась в соответствии:

– с проектом отраслевой научно-технической программы «Легкая промышленность» 2001 ПР ГБ-111 «Разработать и освоить производство петельного полуавтомата с микропроцессорным управлением» (срок выполнения с 2.01.2001 г. по 30.09.2002 г.) № ГР 20013051;

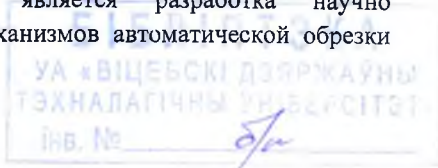
– с проектом региональной научно-технической программы «Инновационное развитие Витебской области» 2003-ГБ-707 «Разработать многоголовочный вышивальный полуавтомат с микропроцессорной системой управления и освоить его производство» (срок выполнения с 3.01.2003 г. по 30.09.2004 г.) № ГР 2003719;

– с научно-исследовательской работой УО «ВГТУ» 2006 – ВПД – 060 «Разработка и освоение компьютерной технологии обработки изделий из кожи и текстиля» (срок выполнения с 2.01.2007 г. по 31.12.2009 г.) № ГР 2007694;

– с грантом Министерства образования Республики Беларусь «Разработка теории резания швейных ниток» (срок выполнения с 2.01.2005 г. по 31.12.2005 г.) № ГР 20051151.

Цель и задачи исследований

Целью диссертационной работы является разработка научно обоснованных методов проектирования механизмов автоматической обрезки ниток швейных полуавтоматов с МПУ.



В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- провести анализ механизмов автоматической обрезки ниток и разработать их классификацию;
- выполнить исследование процесса обрезки ниток с целью выявления основных факторов, влияющих на процесс обрезки;
- разработать математическую модель процесса обрезки нитки с целью оптимизации технологических режимов обрезки;
- разработать механизм автоматической обрезки ниток и провести его промышленную апробацию на опытном образце многоголовочного вышивального полуавтомата.

Объектом исследований является механизм автоматической обрезки ниток на швейных полуавтоматах с МПУ. *Предметом исследований* являются параметры процессов обрезки швейных ниток и методика оптимального проектирования механизмов обрезки.

Положения, выносимые на защиту:

- классификация механизмов обрезки ниток швейных машин и полуавтоматов по девяти признакам, которая позволяет выделить типовые механизмы и процессы обрезки ниток;
- анализ процессов автоматической обрезки ниток на швейных полуавтоматах, на основании которого сформулированы основные требования к параметрам процесса, при которых могут быть получены оптимальные длины остатков ниток на поверхности изделия без ухудшения качества;

- математические модели зависимости сил, действующих на ножи в процессе обрезки ниток методом ножниц, от геометрических параметров ножей, упругопластических свойств ниток, полученных экспериментальным методом на специально разработанной установке, применение которых позволяет разработать оптимальную конструкцию ножей, обеспечивающих полное разрезание нитки;

- математические модели зависимости вероятности полной обрезки ниток методом ножниц от силы прижатия ножей, скорости резания, силы натяжения ниток, применение которых позволяет оптимизировать значения последних;

- методика проектирования механизма автоматической обрезки ниток многоголовочного вышивального полуавтомата с МПУ, применение которой позволяет повысить производительность вышивания за счет снижения временных затрат на обрезку, минимизировать длины остатков обрезанных ниток без ухудшения качества обрабатываемых изделий.

Личный вклад соискателя

Результаты диссертационной работы, сформулированные в защищаемых положениях и выводах, отражают личный вклад соискателя.

Соискателем лично:

- разработана классификация механизмов обрезки швейной нитки;
- разработана теоретическая модель резания швейных ниток в процессе автоматической обрезки;
- разработана экспериментальная установка для исследования процесса резания швейных ниток;
- разработаны математические модели и методика оптимизации процесса обрезки;
- проведен расчет технологических параметров механизма автоматической обрезки ниток на многоголовочном вышивальном полуавтомате;
- проведена оптимизация кинематических и динамических параметров механизма автоматической обрезки ниток;
- проведены испытания промышленного образца разработанного механизма автоматической обрезки ниток в производственных условиях ФХИ «Купава».

Апробация результатов диссертации

Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку :

- на международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» (Витебск, 2005);
- на международной научно-технической конференции «Молодежь – производству» (Витебск, 2006);
- на международной научно-технической конференции «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (ПОИСК – 2009) (Иваново, 2009 г.);
- на научно-технических и научно-методических конференциях преподавателей и студентов УО «ВГТУ» (Витебск, 2004 – 2010 гг.);
- на заседаниях кафедры МАЛП ВГТУ, 2003 – 2010 гг.

Промышленная апробация механизма автоматической обрезки ниток на многоголовочном вышивальном полуавтомате осуществлена на фабрике художественных изделий «Купава» (г. Витебск). Результаты работы внедрены в учебный процесс УО «Витебский государственный технологический университет».

Опубликованность результатов диссертации

По материалам диссертации опубликованы 24 печатные работы общим объемом 2,88 авторских листов, в том числе 12 статей (4 статьи общим объемом 1,12 авторских листов в научных изданиях, включенных в перечень изданий,

утвержденных ВАК РБ) и 10 тезисов докладов. Получены патенты на полезную модель «Механизм обрезки на многоголовочном вышивальном полуавтомате» (пат. № 1927 РБ : МПК7 D 05B 65/00 / Б.С. Сункуев, С.Ю. Краснер, И.Л. Шнейвайс, А.П. Давыдько, О.В. Дервояд ; заявитель и патентообладатель УО «ВГТУ». – № и 20040456 ; заявл. 04.10. 2004 ; опубл. 15.03.2005) и изобретение «Механизм обрезки цепочки ниток на швейной машине» (пат. №7016 РБ : МПК7 D 05B 65/00 / Ю.М. Краснер, С.М. Семерик, С.Ю. Краснер ; заявитель и патентообладатель ОАО «Завод швейных машин». – № а 20010019 ; заявл. 09.01.2001 ; опубл. 27.12.2004).

Структура и объем диссертации

Работа содержит введение, общую характеристику работы, четыре главы, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем работы составляет 157 машинописных страниц. Объем диссертации составляет 110 страниц, включающих 53 рисунка и 18 таблиц. В работе использовано 139 библиографических источника, список которых изложен на 14 страницах. В работе приведены 11 приложений, которые представлены на 36 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определена основная цель исследований, отражены научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе, основываясь на научных работах, патентных материалах, информации выставок и других источниках, проведен анализ существующих механизмов обрезки, применяемых на швейных машинах и полуавтоматах, и разработана классификация существующих механизмов автоматической обрезки ниток по 9 критериям.

Отмечено, что наиболее рациональный способ перерезания швейной нитки – способ ножниц. Результаты анализа могут быть использованы при разработке метода проектирования механизма по условиям минимизации свободных остатков нитей. Разработана классификация механизмов обрезки по ряду критериев. Совместно с Козловым А.З. [16] разработан метод проектирования механизма по условиям минимизации свободных остатков ниток. Отмечено, что разработка механизма обрезки ниток должна быть увязана:

- со схемой расположения проколов на изделии при образовании строчки;
- с регулированием (изменением) натяжения игольной нитки в процессе выполнения технологической операции на полуавтомате;

– с введением дополнительных устройств, осуществляющих различные функции (захват, зажим, отвод нитки и т.д.).

Указано, что важным является выбор рационального типа приводного устройства (устройств), он должен учитывать не только конструктивные и функциональные особенности самого механизма обрезки, но и эксплуатационные и технико-экономические показатели работы полуавтомата в целом. Надежность работы механизма во многом зависит от конструкции и принципа действия режущих инструментов.

Вторая глава посвящена исследованию процесса резания швейных ниток [3].

Исследованием процессов резания материалов легкой промышленности занимались В.Н. Цветков, К.М. Платунов, И.И. Капустин, М.А. Дешевой, А.П. Крамаренко, В.П. Горячкин, Г.П. Базюк, Д.Р. Амирханов, В.А. Козлов и др. В этих работах рассмотрено резание тканей, трикотажа, кожи, пряжи. Изучением процессов резания швейной нитки занимались В.В. Дрюков, А.З. Козлов, Л.К. Милосердный, В.П. Полухин и др.

Рассмотрен процесс резания швейных ниток в механизмах цикловой обрезки, в которых процесс обрезки совмещен с последующим циклом образования челночного стежка.

Особенностью процесса резания является то, что разрезаемая нитка с некоторым натяжением охватывает лезвие подвижного ножа (рисунок 1).

Сечение лезвий подвижного и неподвижного ножей представлено на рис. 1 в виде двух граней, сопрягаемых по радиусу r . Исследования показали, что радиус сопряжения составляет $0,02 \dots 0,03$ мм.

Определим силу N , действующую на подвижный нож со стороны нитки. Выберем неподвижную систему координат xOy с началом в центре O скругления граней лезвия неподвижного ножа.

Зона деформации нитки ножей находится между сечениями нитки вертикальными плоскостями, проведенными через центр O_1 скругления граней лезвия ножа под углами ψ_1 и ψ_3 к оси O_1I , параллельной оси Ox .

Разделим эту зону на две части. Первая часть зоны находится между сечениями нитки вертикальными плоскостями, которые проводятся под углами ψ_1 и ψ_2 к оси O_1I (рисунок 1), в этой части деформация нитки производится скругленными лезвиями ножей.

Вторая часть зоны находится между сечениями нитки вертикальными плоскостями, проведенными под углами ψ_2 и ψ_3 к оси O_1I , в этой части деформация нитки производится скругленным лезвием подвижного ножа и плоской гранью неподвижного ножа.

Сначала определим суммарную силу N , действующую на подвижный нож. Рассмотрим элементарную силу dN , действующую на площадку, ограниченную сечениями, проведенными под углами ψ и $(\psi + d\psi)$ к оси OI :

$$dN = \sigma \cdot r d\psi \cdot S, \quad (1)$$

где σ – напряжение на площадке ($H/\text{мм}^2$), S – ширина площадки (мм), $rd\psi$ – длина площадки (мм).

Из (1) определяется модуль силы dN . Для определения направления суммарной силы dN разложим её на проекции по осям x и y :

$$dN_x = \sigma \cdot rd\psi \cdot S \cdot \cos\psi, \quad (2)$$

$$dN_y = \sigma \cdot rd\psi \cdot S \cdot \sin\psi. \quad (3)$$

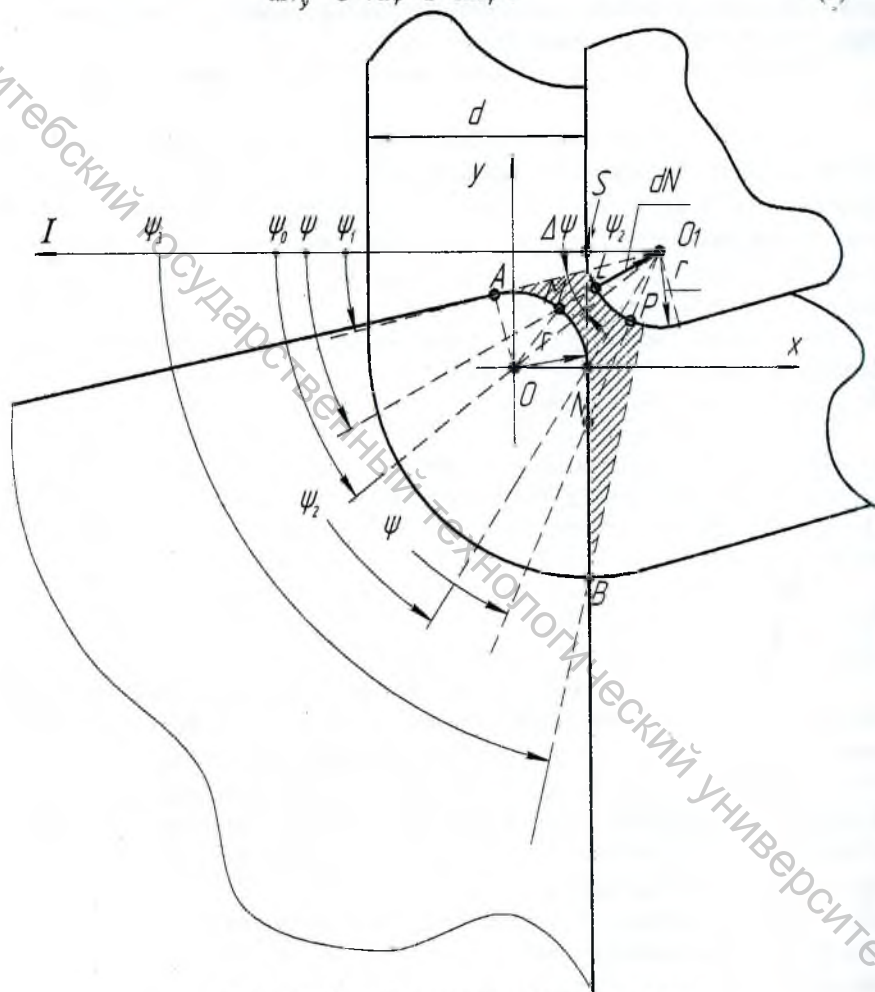


Рисунок 1 – Модель деформации нитки

Для дальнейших исследований необходимо экспериментально определить зависимости силы резания от деформации нитки. Для получения достоверных данных о механических свойствах ниток в момент их обрезания совместно с Радкевичем А.В. разработана установка [3, 11, 21].

При описании зависимости $P = f(\varepsilon)$, для удобства описания, функцию будем рассматривать как линейно-кусочную. В результате проведенных исследований определены зависимости силы P , действующей на нож (рисунок 2), от относительной деформации ε нитки:

$$\left. \begin{aligned} P &= k_1 \varepsilon, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ P &= k_2 \varepsilon + h, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $k_1 = 0,714 \text{ Н}$; $k_2 = 6,67 \text{ Н}$; $h = 4,67 \text{ Н}$; $\varepsilon = \frac{\Delta d}{d}$;

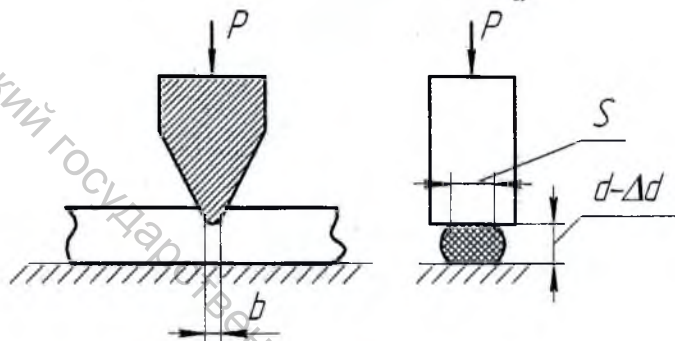


Рисунок 2 – Схема измеряемых параметров при исследовании деформации нитки

Для определения сил, действующих на лезвие ножа, рассчитаем напряжение в нитке из формулы (рисунок 2):

$$\sigma = \frac{P}{S \cdot b}, \quad (5)$$

где b – ширина режущей кромки ножа, $b = 0,1$ (мм); s – ширина резанитки (мм).

Подставив в (5) выражение (4), получим

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{k_1 \varepsilon}{S \cdot b}, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7, \\ \sigma &= \frac{k_2 \varepsilon + h}{S \cdot b}, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Определим величину относительной деформации ε_1 на первом участке, ограниченном углами ψ_1 и ψ_2 (см. рис. 1):

$$\varepsilon_1 = 1 - \frac{ML}{d}, \quad (7)$$

где $ML = O_1M - r$; $O_1M = \sqrt{l^2 + r^2 - 2lr \cos(\psi_0 - \psi)}$; $l = OO_1 = \sqrt{x_{01}^2 + y_{01}^2}$;
 $x_{01} = 2r$; $y_{01} = y_0 - a$; $y_0 = \sqrt{d^2 + 4rd}$; $\psi_0 = \arctg\left(\frac{y_{01}}{x_{01}}\right)$; a – координата
 подвижного ножа; $a = 0 \dots y_0$ (мм).

С учетом этого определим:

$$ML = \sqrt{l^2 + r^2 - 2lr \cos(\psi_0 - \psi)} - r, \quad (8)$$

а затем из (7) найдем:

$$\varepsilon_1 = 1 + \frac{r}{d} - \sqrt{\frac{l^2 + r^2 - 2lr \cos(\psi_0 - \psi)}{d^2}}. \quad (9)$$

Обозначим:

$$1 + \frac{r}{d} = D; \quad \frac{l^2 + r^2}{d^2} = F; \quad \frac{2lr}{d^2} = G.$$

Тогда

$$\varepsilon_1 = D - \sqrt{F - G \cos(\psi_0 - \psi)}. \quad (10)$$

Определим величину ε на участке, ограниченном углами ψ_2 и ψ_3 :

$$\varepsilon_2 = 1 - \frac{NP}{d},$$

где $NP = O_1N - r = \frac{r}{\cos\psi} - r$.

Тогда

$$\varepsilon_2 = 1 + \frac{r}{d} - \frac{r}{d \cos\psi}.$$

Обозначим $1 + \frac{r}{d} = R$; $\frac{r}{d} = T$, тогда

$$\varepsilon_2 = R - \frac{T}{\cos\psi}. \quad (11)$$

Подставив (10) и (11) в (6), а затем в (2), (3), получим:

$$dN_{ix} = \frac{k_1 \cdot r}{b} \cdot (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \cos\psi \cdot d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7; \quad (12)$$

$$dN_{ix} = \frac{k_2 \cdot r}{b} \cdot (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \cos\psi \cdot d\psi + \frac{hr}{b} \cos\psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1;$$

$$dN_{iy} = \frac{k_1 \cdot r}{b} \cdot (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \sin\psi \cdot d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7;$$

$$dN_{iy} = \frac{k_2 \cdot r}{b} \cdot (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \sin\psi \cdot d\psi + \frac{hr}{b} \sin\psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1. \quad (13)$$

$$dN_{2x} = \frac{k_1 r}{b} \left(R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \cos \psi d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7; \quad (14)$$

$$dN_{2x} = \frac{k_2 r}{b} \left(R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \cos \psi d\psi + \frac{hr}{b} \cos \psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1;$$

$$dN_{2y} = \frac{k_1 r}{b} \left(R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \sin \psi d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq 0,7; \quad (15)$$

$$dN_{2y} = \frac{k_2 r}{b} \left(R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \sin \psi d\psi + \frac{hr}{b} \sin \psi d\psi, \text{ если } 0,7 < \varepsilon \leq 1.$$

Интегрирование уравнений (12), (13), (14), (15) проведено численным методом. При численном интегрировании угол ψ изменяется с шагом $\Delta\psi$.

Составлен алгоритм численного интегрирования уравнений (12), (13), (14), (15) и определены N_x , N_y для нитки Sulky 40 фирмы Gunold при $d = 0,18$ мм; $r = 0,02$ мм; $\Delta\psi = 0,017452$ рад. Графики изменения N_x , N_y от перемещения a представлены на рис. 3. Параметр a , отсчитывается от момента соприкосновения подвижного ножа с ниткой.

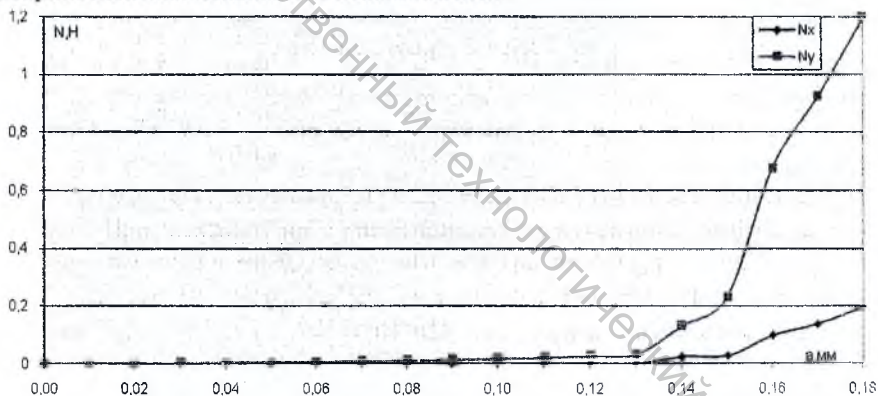


Рисунок 3 – Графики изменения N_x , N_y от перемещения a

Под действием силы N_x лезвия ножей могут перемещаться в направлении оси x , в результате в заключительной стадии резания лезвия не полностью разрезают нитку.

Рассмотрены условия, при которых исключается смещение ножей.

В работе приведена конструкция подвижного ножа, предотвращающая относительное смещение контактирующих граней подвижного и неподвижного ножей, и произведены соответствующие расчеты натяга подвижного ножа на неподвижный.

Третья глава посвящена оптимизации параметров процесса резания швейных ниток. Целью исследований являлось определение влияния технологических параметров механизма на вероятность полной обрезки швейной нитки, определяемой как

$$y = m/N,$$

где m – число опытов, в которых происходит полная обрезка нитки, N – общее число опытов.

Совместно с Сункуевым Б.С., Радкевичем А.В., Давыдко А.П., Шереметьевым И.В., Дылевичем А.И. [4, 5, 7, 8, 10, 15, 18, 19, 20] разработана экспериментальная установка для исследования процесса резания швейных ниток (рисунок 4).

Во время эксперимента производилось измерение силы прижатия ножей. На ножах экспериментальной установки располагаются тензодатчики, которые подключаются по мостовой схеме. Усилитель используется для усиления до нужного значения сигнала с мостовой схемы тензодатчиков. Выходные сигналы с него поступают на самописец, где преобразуются в графическую информацию на бумажном носителе.

Изменение скорости смыкания ножей производилось с использованием пружины. Для изменения скорости смыкания ножей в экспериментальной установке предусмотрены жесткие вставки 18 различной длины. Определение скорости смыкания ножей производилось путем анализа установки и диаграммы, полученной на самописце, при разрезании ножницами нитки.

Сила натяжения нитки в установке изменялась путем подвешивания к исследуемой нитке гирь фиксированной массы 11.

Для поиска оптимальных значений наиболее значимых параметров технологического процесса обрезки швейных ниток, обеспечивающих наилучшие показатели качества, использовались математические методы планирования и анализа эксперимента. Для этого проведен полнофакторный эксперимент на три фактора. В качестве входных факторов были выбраны: x_1 – сила прижатия ножей друг к другу (0,4 ... 0,8 Н), x_2 – скорость смыкания ножей (0,02 ... 0,03 м/с), x_3 – сила натяжения швейной нитки (0,0 ... 0,7 Н). В качестве выходного параметра – y – вероятность полной обрезки нитки.

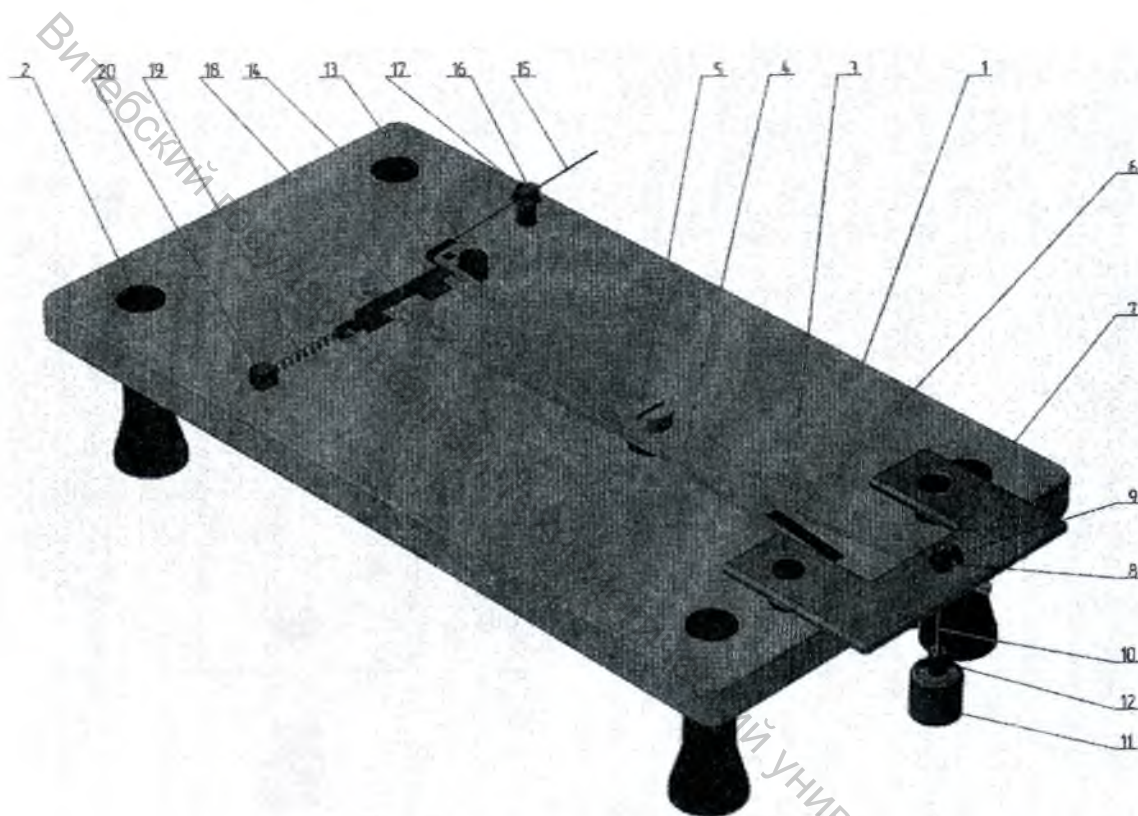
В результате получены следующие математические модели зависимости выходного параметра от входных факторов в кодированных значениях:

– для совместной обрезки двух ниток Экстра 40 РУПП «Гронитекс» (16,5 текс×3):

$$y = 0,809 + 0,387 \cdot x_1 + 0,024 \cdot x_2 + 0,022 \cdot x_3 - 0,203 \cdot x_1^2; \quad (16)$$

– для совместной обрезки двух ниток Sulky 40 фирмы Gunold (14,5 текс×2):

$$y = 0,925 - 0,253 \cdot x_1 + 0,213 \cdot x_3 - 0,187 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,271 \cdot x_3^2. \quad (17)$$



1 – плита; 2 – ножки; 3 – неподвижный нож; 4 – подвижный нож; 5 – винт; 6 – тензодатчик; 7 – кронштейн; 8 – держатель; 9 – стопор; 10 – нитка; 11 – масса; 12 – стопор; 13 – ограничитель; 14 – крючок; 15 – трос; 16 – кронштейн; 17 – стопор; 18 – жесткая вставка; 19 – пружина; 20 – держатель

Рисунок 4 – Схема экспериментальной установки

По регрессионным моделям построены графические интерпретации параметров процесса обрезки. Установлен диапазон рациональных режимных параметров для механизмов обрезки: сила прижатия ножей от 0,68 до 0,8 H ($x_1 = 0,42 \dots 1,00$); скорость смыкания ножей от 0,024 до 0,03 $м/с$ ($x_2 = 0 \dots 1,00$); сила натяжения нитки от 0,04 до 0,7 H ($x_3 = -0,95 \dots 1,00$).

Значения коэффициентов уравнений регрессии показывают, что увеличение силы прижатия (x_1) оправдано только для ниток с большим номером, тогда как для вышивальных ниток будет достаточным отсутствие зазора между ножами и прижатие 0,7 H . Скорость смыкания ножей (x_2) оказывает влияние при резании ниток с большими номерами, тогда как для вышивальной нитки данный параметр не имеет большого значения. Особое внимание привлечен третий параметр – сила натяжения швейной нитки (x_3). Его увеличение оказывает положительное влияние на вероятность обрезки, но его корреляция с силой прижатия ножей может повлечь обрезку нитки в стадии более ранней (обрыв), чем это необходимо в механизме, что приводит к ухудшению качества изделия.

Результаты исследования рекомендованы к применению при проектировании механизма обрезки на вышивальных полуавтоматах. Сила прижатия ножей друг к другу принята 0,8 H ; скорость смыкания ножей принята 0,24 $м/с$; сила натяжения швейной нитки – 0,7 H .

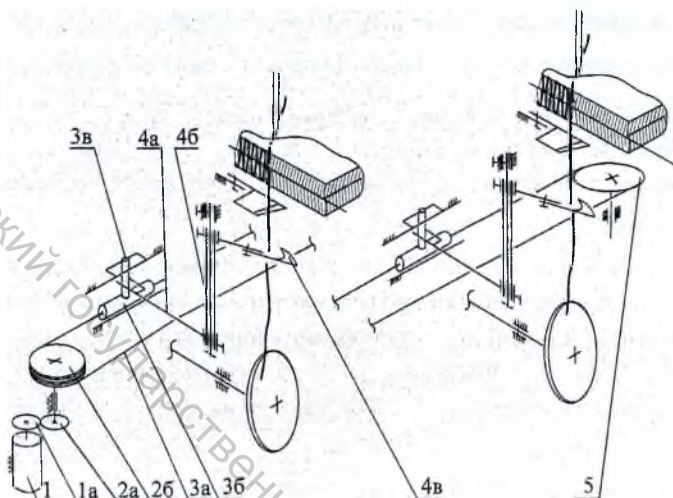
Четвертая глава посвящена разработке и исследованию механизма автоматической обрезки ниток многоголовочного вышивального полуавтомата с МПУ.

Совместно с Сункуевым Б.С., Шнейвайсом И.Л., Давыдко А.П., Дервоедом О.В. [7, 20] спроектирован механизм автоматической обрезки ниток для шестиголовочного вышивального полуавтомата с МПУ, кинематическая схема которого отражена на рисунке 5.

Структура механизмов выбрана исходя из принципа модульности. Механизм автоматической обрезки работает совместно с механизмом освобождения игольной нитки. Разработана тактограмма взаимодействия механизмов вышивального полуавтомата, которая реализована с помощью МПУ.

Совместно с Сункуевым Б.С. [1] проведен расчет технологических параметров механизма автоматической обрезки ниток. Установлены теоретические зависимости между длинами концов игольной и челночной ниток, остающихся после обрезки, и конструктивными параметрами механизма обрезки. Указанные зависимости были учтены при проектировании механизма автоматической обрезки ниток на многоголовочном вышивальном полуавтомате.

Совместно с Ситовым А.С. [6, 9, 17] проведено экспериментальное исследование технологических параметров механизма автоматической обрезки, которое показало высокую надежность разработанного механизма автоматической обрезки ниток.



1 – ротор шагового двигателя; 1а – зубчатое колесо; 2а – зубчатое колесо; 2б – барабан; 3а – трост; 3б – ползуны; 3в – пальцы; 4а – кулисные рычаги; 4б – втулки; 4в – подвижные ножи

Рисунок 5 – Кинематическая схема механизма автоматической обрезки на многоголовочном вышивальном полуавтомате

Разработана кинематическая диаграмма механизма автоматической обрезки (рисунок б), где Φ – углы поворота ротора шагового двигателя (rad), t_1, t_2, t_3, t_4 – отрезки времени, соответствующие фазам работы (c), ω, ε – угловая скорость и ускорение ротора шагового электродвигателя (rad/c и rad/c^2 соответственно).

Совместно с Сункуевым Б.С., Давыдько А.П. [2, 13, 14] проведена оптимизация кинематических и динамических параметров механизма автоматической обрезки ниток.

Поставлена задача минимизации суммарного времени срабатывания механизма:

$$\sum t = \left(\frac{\psi_1}{\omega_{m1}} + \frac{\psi_3}{\omega_{m3}} + \frac{\psi_4}{\omega_{m4}} \right) \cdot U_{12} + \frac{\omega_{m1}}{\varepsilon_{m1}} + \frac{\omega_{m3}}{\varepsilon_{m3}} + \frac{\omega_{m4}}{\varepsilon_{m4}}, \quad (18)$$

где ψ_1, ψ_2, ψ_4 – заданные углы поворота зубчатого колеса 2б (rad), U_{12} – передаточное число зубчатых колес 1а, 2а.

Требуется определить такие значения $\omega_{m1}, \omega_{m3}, \omega_{m4}, \varepsilon_{m1}, \varepsilon_{m3}, \varepsilon_{m4}, U_{12}$, при которых сумма $\sum t$ была бы минимальной и при этом выполнялись ограничения:

$$M_0 \geq M_{ср1} + I_{np} \cdot \varepsilon_{m1}; M_0 \geq M_{ср3} + I_{np} \cdot \varepsilon_{m3}; M_0 \geq M_{ср4} + I_{np} \cdot \varepsilon_{m4},$$

где M_0 – момент на валу шагового электродвигателя ($H \cdot m$); $M_{ср1}, M_{ср3}, M_{ср4}$ – приведенные к валу ШЭД моменты сил сопротивления; I_{np} – приведенный момент инерции масс электропривода ($кг \cdot м^2$).

Составлена программа минимизации $\sum t$. Получены оптимальные значения механизма: передаточное отношение шестерен U_{12} составило 3,5; угловая скорость вращения ротора шагового двигателя $\omega_{m1} = \omega_{m3} = \omega_{m4} = 95 \text{ рад/с}$; угловое ускорение ротора шагового двигателя $\varepsilon_{m1} = \varepsilon_{m3} = \varepsilon_{m4} = 4000 \text{ рад/с}^2$. При этом минимальное время $T = 0,195 \text{ с}$.

Разработанная методика оптимизации кинематических и динамических параметров механизма автоматической обрезки ниток может быть использована при разработке механизмов автоматической обрезки ниток.

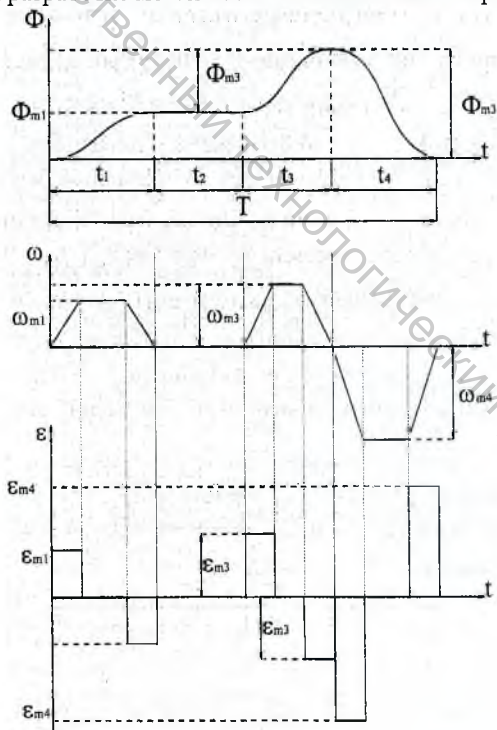


Рисунок 6 – Кинематические диаграммы ротора ШЭД механизма обрезки ниток

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. На основе анализа существующего швейного оборудования разработана классификация механизмов обрезки ниток швейных машин и полуавтоматов по признакам: раздельной или совместной обрезки игольной и челночной ниток, времени обрезки относительно цикла шитья, типу системы управления, расположению ножей относительно плоскости игольной пластины, форме ножей, фазе обрезки, количеству ножей, виду стежка, типу платформы швейной машины, которая позволяет выделить наиболее типовые процессы, а также сформулировать требования, предъявляемые к этим механизмам и процессам обрезки нитки [16].

2. На основе зависимости силы нагружения, действующей на нож от деформации нитки, полученной на созданной экспериментальной установке, разработана теоретическая модель резания швейных ниток в процессе их автоматической обрезки, позволившая получить алгоритм вычисления сил, влияющих на подвижный нож, методом численного дифференцирования [3,11,21].

3. Получены уравнения регрессии и проведена оптимизация параметров процесса автоматической обрезки ниток с помощью метода математического планирования многофакторного эксперимента на разработанной экспериментальной установке, что позволило определить рекомендуемые диапазоны силы прижатия ножей от 0,68 до 0,80 Н; скорость смыкания ножей от 0,024 до 0,030 м/с; силу натяжения нитки от 0,04 до 0,70 Н в механизме автоматической обрезки [4, 5, 7, 8, 10, 15, 18, 19, 20].

5. Разработан механизм обрезки нитки на многоголовочном вышивальном полуавтомате с МПУ, отличающийся от существующих конструктивно и тем, что механизм приводится в действие шаговым двигателем, связанным с блоком микропроцессорного управления вышивального полуавтомата. Экспериментальные исследования технологических параметров разработанного механизма подтвердили правильность аналитических зависимостей, позволяющих минимизировать длины остатков обрезанных ниток без ухудшения качества обрабатываемых изделий [1, 6, 7, 12, 17, 22].

6. Разработана методика оптимизации кинематических и динамических параметров механизма автоматической обрезки ниток швейных полуавтоматов с МПУ, позволяющая оптимизировать их значения, что, в свою очередь, приводит к повышению производительности вышивания за счет снижения временных затрат на обрезку [2, 9, 14, 23, 24].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Результаты исследований процесса резания швейных ниток и методика проектирования механизма автоматической обрезки ниток могут быть рекомендованы к использованию при разработке швейных полуавтоматов с МПУ.

2. Разработан новый механизм автоматической обрезки ниток на вышивальном полуавтомате с МПУ. Механизм может использоваться на швейных предприятиях Республики Беларусь. По техническим характеристикам разработанный механизм соответствует ведущим импортным аналогам.

3. Перспективность использования механизма автоматической обрезки ниток подтверждается опытной апробацией промышленного образца шестиголовочного вышивального полуавтомата с МПУ в производственных условиях ФХИ «Купава» (г. Витебск). Экономический эффект от внедрения механизма автоматической обрезки ниток в производство в ценах на декабрь 2004 г. составил 1428,678 тыс. руб., о чем имеется соответствующий документ.

4. Результаты работы внедрены в учебный процесс УО «ВГТУ» в курс «Машины и агрегаты легкой промышленности», о чем имеется соответствующий акт.

5. На разработанные конструкции механизмов обрезки получены патенты Республики Беларусь [23, 24].

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи

1. Краснер, С.Ю. Обоснование технологических параметров механизма автоматической обрезки ниток на многоголовочном вышивальном полуавтомате / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2009. – № 16. – С. 44-48.

2. Краснер, С.Ю. Оптимизация кинематических и динамических параметров механизма автоматической обрезки ниток / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2009. – № 16. – С. 49-52.

3. Краснер, С.Ю. Исследование процесса резания швейных ниток / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев, А.В. Радкевич // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2009. – № 17. – С. 39-45.

4. Краснер, С.Ю. Оптимизация параметров процесса обрезки швейных ниток / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев, А.В. Радкевич // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2009. – № 17. – С. 45-49.

Материалы конференций

5. Краснер, С.Ю. Разработка автоматизированного измерительного стенда для определения усилий резания швейных ниток / С.Ю. Краснер, А.П. Давыдько // Наука и образование в условиях социально-экономической трансформации общества : материалы VIII Международной научно-методической конференции. Часть 1, Витебск, 19-20 мая 2005 г. / ЧУО «Институт современных знаний имени А.М.Широкова» ; редкол.: В.А. Ключников [и др.]. – Мн.: ЗАО «Современные знания», 2005. – С. 332–334.

6. Краснер, С.Ю. Экспериментальное исследование надежности работы механизма автоматической обрезки ниток многоголовочного вышивального полуавтомата / С.Ю. Краснер, А.С. Ситов // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : сборник статей международной научной конференции / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С.М. Литовский. – Витебск, 2005. – С. 340–342.

7. Краснер, С.Ю. Установка для определения усилия резания швейных ниток / С.Ю. Краснер // Молодежь – производству : сборник статей международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов, 21-22 ноября 2006 г. / УО «ВГТУ» ; редкол.: С.М. Литовский [и др.]. – Витебск, 2006. – С. 269–270.

8. Краснер, С.Ю. Экспериментальный комплекс для определения факторов, влияющих на резание швейной нитки / С.Ю. Краснер, А.В. Радкевич, Б.С. Сункуев // Материалы докладов XLI научно-технической конференции

преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2008. – С. 42–44.

9. Краснер, С.Ю. Исследование процесса резания швейной нитки / С.Ю. Краснер // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск – 2009) : сборник материалов международной научно-технической конференции. Часть 1. / Ивановская государственная текстильная академия; редкол. : Г.И. Чистобородов [и др.]. – Иваново, 2009. – С 313-314.

10. Краснер, С.Ю. Экспериментальное исследование процесса резания швейных ниток / С.Ю. Краснер, А.В. Радкевич, Б.С. Сункуев // Материалы докладов XLII научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2009. – С. 386–387.

11. Краснер, С.Ю. Установка и методика для исследования механических свойств швейных ниток при деформации сжатия / С.Ю. Краснер, А.В. Радкевич // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : сборник статей международной научной конференции / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В.В. Пятов. – Витебск, 2009. – С. 123–125.

12. Краснер, С.Ю. Классификация механизмов обрезки по расположению ножей относительно плоскости игольной пластины / С.Ю. Краснер // Материалы докладов XLIII научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2010. – С. 258–259.

Тезисы докладов

13. Давыдько, А.П. Исследование механизма обрезки ниток швейного многоголовочного полуавтомата / А.П. Давыдько, С.Ю. Краснер // Сборник тезисов докладов XXXVII научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С.М. Литовский. – Витебск, 2004. – С. 100.

14. Краснер, С.Ю. Оптимизация динамических параметров механизма обрезки ниток многоголовочного вышивального полуавтомата с МПУ / С.Ю. Краснер, А.П. Давыдько // Сборник тезисов докладов XXXVII научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С.М. Литовский. – Витебск, 2004. – С. 104.

15. Краснер, С.Ю. Разработка автоматизированного исследовательского стенда для определения усилий резания швейных ниток / С.Ю. Краснер, А.П. Давыдько // Сборник тезисов докладов XXXVIII научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С.М. Литовский. – Витебск, 2005. – С. 121.

16. Козлов, А.З. Формирование свободных остатков ниток при изготовлении прямых петель на швейных полуавтоматах / А.З. Козлов, С.Ю.

Краснер // Сборник тезисов докладов XXXVIII научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С.М. Литовский. – Витебск, 2005. – С. 128.

17. Краснер, С.Ю. Анализ влияния механизма обрезки на диаграмму подачи и потребления игольной и челночной нитки на многоголовочном вышивальном полуавтомате / С.Ю. Краснер, А.С. Ситов // Сборник тезисов докладов XXXVIII научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С.М. Литовский. – Витебск, 2005. – С. 129.

18. Шереметьев, И.В. Установка для исследования процессов резания швейных ниток / И.В. Шереметьев, С.Ю. Краснер // Сборник тезисов докладов XXXIX научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С.М. Литовский. – Витебск, 2006. – С. 74.

19. Краснер, С.Ю. Модернизация установки для определения сил резания швейной нитки / С.Ю. Краснер, А.И. Дылевич // Сборник тезисов докладов ХI научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В.В. Пятов. – Витебск, 2007. – С. 140.

20. Краснер, С.Ю. Экспериментальный комплекс для определения факторов, влияющих на резание швейной нитки / С.Ю. Краснер, А.В. Радкевич, Б.С. Сункуев // Сборник тезисов докладов ХI научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В.В. Пятов. – Витебск, 2008. – С. 29–30.

21. Радкевич, А.В. Установка для исследования механических свойств швейных ниток при деформации сжатия / А.В. Радкевич, С.Ю. Краснер // Сборник тезисов докладов ХI научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В.В. Пятов. – Витебск, 2008. – С. 215.

22. Краснер, С.Ю. Классификация механизмов обрезки нитки по фазе обрезки / С.Ю. Краснер // Сборник тезисов докладов ХII научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В.В. Пятов. – Витебск, 2010. – С. 169.

Патенты

23. Механизм обрезки на многоголовочном вышивальном полуавтомате : пат. 1927 РБ : МПК7 D 05 В 65/00 / Б.С. Сункуев, С.Ю. Краснер, И.Л. Шнейвайс, А.П. Давыдько, О.В. Дервоед ; заявитель и патентообладатель УО «ВГТУ». – № u 20040456 ; заявл. 04.10.04 ; опубл. 15.03.05.

24. Механизм обрезки цепочки ниток на швейной машине : пат. 7016 РБ : МПК7 D 05 В 65/00 / Ю.М. Краснер, С.М. Семерик, С.Ю. Краснер ; заявитель и патентообладатель ОАО «Завод швейных машин». – № а 20010019 ; заявл. 09.01.01 ; опубл. 27.12.04.

РЕЗЮМЕ

КРАСНЕР СТАНИСЛАВ ЮРЬЕВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРЕЗКИ НИТОК ШВЕЙНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Ключевые слова: обрезка, механизм автоматической обрезки швейной нитки, теория резания швейной нитки, оптимальные режимы обрезки нитки.

Объектом исследований является механизм автоматической обрезки ниток на швейных полуавтоматах с МПУ. **Предметом исследований** являются параметры процессов обрезки швейных ниток и методика оптимального проектирования механизмов обрезки.

Цель работы – разработка научно обоснованных методов проектирования механизмов автоматической обрезки ниток швейных полуавтоматов с МПУ.

На основе анализа существующего швейного оборудования разработана классификация механизмов обрезки ниток. Разработана теоретическая модель резания швейных ниток. С помощью экспериментальной установки определены зависимости силы от деформации. Разработан алгоритм вычисления сил, действующих на подвижный нож. Разработана экспериментальная установка для определения вероятности полной обрезки ниток в зависимости от силы прижатия ножей, скорости смыкания ножей и натяжения ниток. Получены уравнения регрессии и проведена оптимизация режимных параметров процесса автоматической обрезки швейной нитки. Разработан механизм обрезки нитки на многоголовочном вышивальном полуавтомате с МПУ и проведено теоретическое и экспериментальное исследование технологических параметров механизма. Разработана методика оптимизации кинематических и динамических параметров механизма автоматической обрезки ниток швейных полуавтоматов с МПУ и получены оптимальные значения.

Результаты исследований рекомендованы к использованию при разработке швейных полуавтоматов с МПУ. Разработанный механизм может использоваться на швейных предприятиях Республики Беларусь. Перспективность использования механизма автоматической обрезки ниток подтверждается опытной апробацией промышленного образца шестиголовочного вышивального полуавтомата с МПУ в производственных условиях ФХИ «Купава». На разработанные конструкции механизмов обрезки получены патенты Республики Беларусь.

РЭЗЬЮМЭ

КРАСНЕР СТАНІСЛАЎ ЮР'ЕВІЧ

РАСПРАЦОЎКА МЕХАΝІЗМАЎ АЎТАМАТЫЧНАЙ АБРЭЗКІ НІТАК ШВЕЙНЫХ ПАЎАЎТАМАТАЎ З МІКРАПРАЦЭСАРНЫМ КІРАВАННЕМ

Ключавыя словы: абрэзка, механізм аўтаматычнай абрэзкі швейнай ніткі, тэорыя рэзаньня швейнай ніткі, аптымальныя рэжымы абрэзкі ніткі.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца механізм аўтаматычнай абрэзкі нітак на швейных паўаўтаматаў з МПК. **Прадметам даследавання** з'яўляюцца параметры працэсаў абрэзкі швейных нітак і метадька аптымальнага праектавання механізмаў абрэзкі.

Мэта працы – распрацоўка навукова абгрунтаваных метадаў праектавання механізмаў аўтаматычнай абрэзкі нітак швейных паўаўтаматаў з МПК.

На аснове аналізу існуючага швейнага абсталявання распрацавана класіфікацыя механізмаў абрэзкі нітак. Распрацавана тэарэтычная мадэль рэзаньня швейных нітак. З дапамогай эксперыментальнай устаноўкі вызначаны залежнасці дэфармацыі ад сілы. Распрацаваны алгарытм вылічэння сіл, якія дзейнічаюць на рухомы нож. Распрацавана эксперыментальная ўстаноўка для вызначэння верагоднасці поўнай абрэзкі нітак у залежнасці ад сілы прыціскання нажаў, хуткасці смыкання нажаў і нацяжэння нітак. Атрыманы ўраўненні рэгрэсіі і праведзена аптымізацыя рэжымных параметраў працэсу аўтаматычнай абрэзкі швейнай ніткі. Распрацаваны механізм абрэзкі ніткі на многагаловачны вышывальны паўаўтамат з МПК і праведзена тэарэтычнае і эксперыментальнае даследаванне тэхналагічных параметраў механізму. Распрацавана метадька аптымізацыі кінематычных і дынамічных параметраў механізму аўтаматычнай абрэзкі нітак швейных паўаўтаматаў з МПК і атрыманы аптымальныя значэнні.

Вынікі даследаванняў рэкамендаваны да выкарыстання пры распрацоўцы швейных паўаўтаматаў з МПК. Распрацаваны механізм можа выкарыстоўвацца на швейных прадпрыемствах Рэспублікі Беларусь. Перспектыўнасць выкарыстання механізму аўтаматычнай абрэзкі нітак пацвярджаецца доследнай апрацацыяй прамысловага ўзору шасцігаловачнага вышывальнага паўаўтамата з МПК ў вытворчых умовах ФМВ «Купава». На распрацаваныя канструкцыі механізмаў абрэзкі атрыманы патэнты Рэспублікі Беларусь.



THE RESUME

KRASNER STANISLAV UR'EVICH

**THE DEVELOPMENT OF AUTHOMATIC THREAD CUTTING
MECHANISMS FOR SEMIAUTOMATIC SEWING MACHINES WITH
MICROBASED CONTROL**

Keywords: cutting, automatic thread cutting mechanism, theory of thread cutting, optimal thread cutting modes.

The object of research is a mechanism of automatic thread cutting of semi-automatic sewing machines with microbased control. **The subject of research** is the data of thread cutting processes and methods of optimal designing of cutting mechanisms.

The work is aimed at the development of scientifically relevant methods of designing of automatic thread cutting mechanisms for semi-authomatic sewing machines with microbased control.

Based under the analysis of existing sewing equipment, the classification of thread cutting mechanisms was developed. The theoretical model of thread cutting was also made up. The experimental assembly helped to determine the relationship between applied force and the deformation. The algorithm of calculation of forces applied to movable cutter is developed. We also developed the experimental assembly for determining the probability of complete thread cutting in dependence on cutter pressing force, cutter closing speed and thread tension.

The equations of regression are obtained, and the optimization of parameters of automatic thread cutting process is performed. We developed the mechanism of thread cutting for multi-head semi-automatic sewing machine with microbased control and performed theoretical and experimental research of technological parameters of this mechanism. There were developed methods oa optimization of kinematic and dynamic parameters of mechanism of automatic thread cutting for semi-automatic sewing machines with microbased control and optimal parameters are obtained.

The results of research are recommended for use in the development of semi-automatic sewing machines with microbased control. The developed mechanism might be used at sewing enterprises of Republic of Belarus. The perspective of use of automatic thread cutting mechanism is confirmed by the experimental approbation of industrial sample of six-head semi-automatic embroidery machine with microbased control, performed in manufacturing conditions at Kupava Artware Factory. The developed constructions of cutting mechanisms are patented in Republic of Belarus.