

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 687.053.1/.5

**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, 2014

Работа выполнена в учреждении образования  
«Витебский государственный технологический университет»

Научный 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 24 июня 2014 г. в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций К 02.11.01 в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» по адресу:

210035, г. Витебск, Московский проспект, 72, ауд. 210.

E-mail: [vstu@vitebsk.by](mailto:vstu@vitebsk.by)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Автореферат разослан «21» мая 2014 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций кандидат технических наук, доцент

Г.В. Казарновская

## **КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ**

До настоящего времени проектирование механизмов автоматической обрезки швейных полуавтоматов базировалось на высокой квалификации и интуиции инженера-конструктора. Основным методом являлся метод макетирования механизма с неоднократной корректировкой и дорабатыванием механизма с учетом различных факторов. В результате, такой способ макетного проектирования увеличивает материальные и трудовые затраты. Этим и обусловлена высокая потребность в разработке научно обоснованной методики проектирования механизмов автоматической обрезки ниток швейных полуавтоматов с МПУ.

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). Таким образом, анализ взаимодействия ножей механизма автоматической обрезки со швейной ниткой и разработка методики проектирования механизмов обрезки ниток швейных полуавтоматов с микропроцессорным управлением являются актуальной научно-технической задачей.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **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 научно-исследовательской работой УО «ВГТУ» 2010–ВПД–071 «Информационные технологии в производствах легкой и текстильной промышленности» (срок выполнения с 2.01.2010 г. по 31.12.2012 г.) № ГР 20100915;

– 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 механизмов автоматической обрезки ниток швейных полуавтоматов с микропроцессорным управлением.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

– провести комплексный анализ процесса взаимодействия ножей механизма автоматической обрезки с ниткой, провести классификацию механизмов для полуавтоматов с микропроцессорным управлением;

– выполнить теоретико-экспериментальное исследование процесса резания швейной нитки и определить основные параметры, влияющие на качество;

– выполнить оптимизацию процесса автоматической обрезки нитки на основе теоретико-экспериментальных исследований;

– разработать методику проектирования механизмов автоматической обрезки ниток вышивального полуавтомата с МПУ;

– провести промышленную апробацию полуавтомата с МПУ, включающего разработанный механизм автоматической обрезки ниток.

*Объектом исследований* является механизм автоматической обрезки ниток на швейных полуавтоматах с МПУ.

*Предметом исследований* являются технологические процессы обрезки швейных ниток и методика оптимального проектирования механизмов автоматической обрезки швейного полуавтомата с МПУ.

### **Положения, выносимые на защиту:**

– классификация механизмов обрезки ниток швейных машин и полуавтоматов по девяти признакам, позволившая определить рациональные механизмы и процессы обрезки ниток для разработки структуры нового механизма автоматической обрезки ниток вышивального полуавтомата с МПУ;

– теоретико-экспериментальные зависимости, позволяющие разработать алгоритм расчета основных параметров механизма обрезки, а также конструкцию ножей механизма автоматической обрезки, обеспечивающую полное разрезание нитки;

– рациональные параметры процесса автоматической обрезки ниток на основе полученных экспериментальных зависимостей вероятности обрезки

ниток методом ножниц от силы прижатия ножей, скорости резания, силы натяжения ниток;

– методика проектирования механизма автоматической обрезки ниток вышивального полуавтомата с МПУ, применение которой позволяет значительно уменьшить сроки проектирования, повысить качество обрезки, увеличить быстродействие.

#### **Личный вклад соискателя**

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

Соискателем лично:

- проведена классификация механизмов обрезки швейных ниток;
- разработана теоретико-экспериментальная модель резания швейных ниток в процессе автоматической обрезки;
- создана экспериментальная установка для исследования процесса резания швейных ниток;
- разработана методика проектирования механизма автоматической обрезки ниток вышивального полуавтомата с МПУ;
- проведены испытания промышленного образца разработанного механизма автоматической обрезки ниток в производственных условиях ФХИ «Купава» (г. Витебск).

Изложенные в диссертации результаты получены автором лично, при его непосредственном участии или под его научным руководством.

Теоретико-экспериментальные зависимости, обобщенные в представленной работе, выполнены автором как самостоятельно, так и в соавторстве. Автору принадлежит разработка основных методик проведения экспериментов и обработка результатов; научное руководство и непосредственное участие в экспериментах, включая обработку результатов и их интерпретацию; написание статей, тезисов докладов, отчетов. Совместными с соавторами являются результаты, полученные при выполнении госбюджетных заданий и проектов, хоздоговорных НИР.

Совместно: с Радкевичем А.В. проводилась разработка установки для получения данных о механических свойствах ниток в момент их обрезки; с Корнеенко Д.В. проведены исследования надежности обрезки ниток на швейном полуавтомате по конструктивно-технологическим факторам, с Давыдько А.П. разрабатывался измерительный стенд для усилия резания швейных ниток и проводилась разработка управляющих программ для системы управления МПУ; с Кирилловым А.Г. разработаны программные продукты «MechCut» и «MechCut2»; с Семиным А.Г. исследовалось влияние механизма автоматической обрезки в машине с друкривошипным нитепритягивателем на

диаграмму потребления игольной нитки; с Козловым А.З. исследовалось формирование свободных остатков нитки в швейных полуавтоматах.

Под руководством автора студент Ситов А.С. проводил съем диаграмм потребления игольной и челночной нитки на многоголовочном вышивальном полуавтомате, а студент Дылевич А.И. модернизировал установку для определения сил резания швейной нитки.

Большая часть работ выполнена в соавторстве с научным руководителем доктором технических наук Сункуевым Б.С., который осуществлял общее руководство всей тематикой, участвовал в постановке проблемы в целом и задач экспериментальных исследований.

### **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); Международной НТК «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии» (Могилев, 2005); Международной НТК «Молодежь – производству» (Витебск, 2006); Международной НТК «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (ПОИСК – 2009) (Иваново, 2009 г.); Международной НТК «Поликомтриб – 2011» (Гомель, 2011); Международной НПК «С наукой в будущее» (Барановичи, 2012); Международной НТК «Techno and Design» (Киев, 2012); Международной НТК молодых ученых, аспирантов и студентов «Актуальные проблемы техники и технологии» ЮРГУЭС (Шахты, 2012); Международной НТК «Автоматизация, мехатроника и инновационные технологии в машиностроении» (Киев, 2013); на научно-технических и научно-методических конференциях преподавателей и студентов УО «ВГТУ» (Витебск, 2004 – 2010 гг.); на заседаниях кафедры МАЛП ВГТУ, 2003 – 2012 гг.; на заседаниях кафедры механики ВГТУ, 2009 – 2013 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».

Методика проектирования механизма автоматической обрезки ниток многоголовочного вышивального полуавтомата с МПУ внедрена на предприятии ОАО «НПОКБ машиностроения» (г. Витебск).

«Методика определения сил, действующих в режущем инструменте при резании нитей (ниток) методом ножниц» внедрена на ОАО «Токката» (г. Витебск), ОАО «Витебские ковры» (г. Витебск), в Испытательном центре УО «ВГТУ» (г. Витебск).

### **Опубликованность результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликованы: 41 печатная работа общим объемом 6,1 авторских листа, в том числе 23 статьи (7 статей общим объемом 2,44 авторских листа в научных изданиях, включенных в перечень изданий, утвержденных ВАК РФ) и 16 тезисов докладов. Получено 2 патента на полезную модель и изобретение.

### **Структура и объем диссертации**

Работа содержит введение, общую характеристику работы, четыре главы, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем работы составляет 270 машинописных страниц. Объем диссертации составляет 136 страниц, включающих 54 рисунок и 17 таблиц. В работе использовано 140 библиографических источников, список которых изложен на 11 страницах. В работе приведены 18 приложений, которые представлены на 134 страницах.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность работы, определена основная цель исследований, отражен личный вклад соискателя, указано, где и когда проведена апробация результатов исследований.

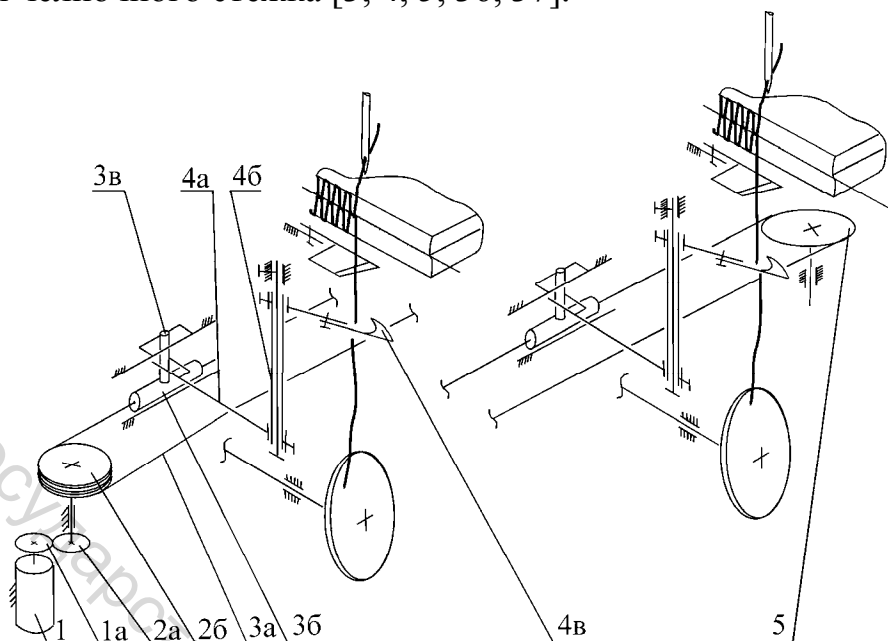
**В первой главе**, основываясь на научных работах, патентных материалах, информации выставок и других источниках, проведен анализ существующих механизмов обрезки, применяемых на швейных машинах и полуавтоматах, и выполнена классификация существующих механизмов автоматической обрезки ниток по 9 предложенным критериям: по способу обрезки игольной и челночной ниток, по времени обрезки относительно цикла шитья, по типу системы управления, по расположению ножей относительно плоскости игольной пластины, по форме ножей, по фазе обрезки, по количеству ножей, по виду стежка, по типу платформы швейной машины [5, 16, 17, 18, 19, 27, 33, 34, 35]. Классификация позволяет выделить наиболее типовые процессы, а также сформулировать требования, предъявляемые к этим механизмам и процессам обрезки швейной нитки.

Для шестиголовочного вышивального полуавтомата с МПУ [40] разработана структура механизма автоматической обрезки ниток, кинематическая схема которого отражена на рисунке 1.

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

Из литературных данных следует, что до настоящего времени описание процесса резания швейной нитки не проводилось.

Рассмотрен процесс резания швейных ниток в механизмах цикловой обрезки, в которых процесс обрезки совмещен с последующим циклом образования челночного стежка [3, 4, 5, 36, 37].



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

**Рисунок 1 – Кинематическая схема механизма автоматической обрезки на многоголовочном вышивальном полуавтомате**

Схема резания представлена на рисунке 2, где обозначены: 1 – нитка, 2 – подвижный нож, 3 – неподвижный нож. Лезвия ножей представлены в виде двух граней, сопрягаемых по радиусу  $r$ . Исследования показали, что радиус сопряжения составляет  $0,02...0,03$  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 ножами находится между сечениями нитки плоскостями, проведенными через центр  $O_1$  скругления граней лезвия подвижного ножа под углами  $\psi_1$  и  $\psi_3$  к оси  $O_1I$ , параллельной оси  $Ox$ . Она разделена на две области. Первая часть области находится между сечениями нитки плоскостями, которые проводятся под углами  $\psi_1$  и  $\psi_2$  к оси  $O_1I$ , в этой части деформация нитки производится скругленными лезвиями ножей.

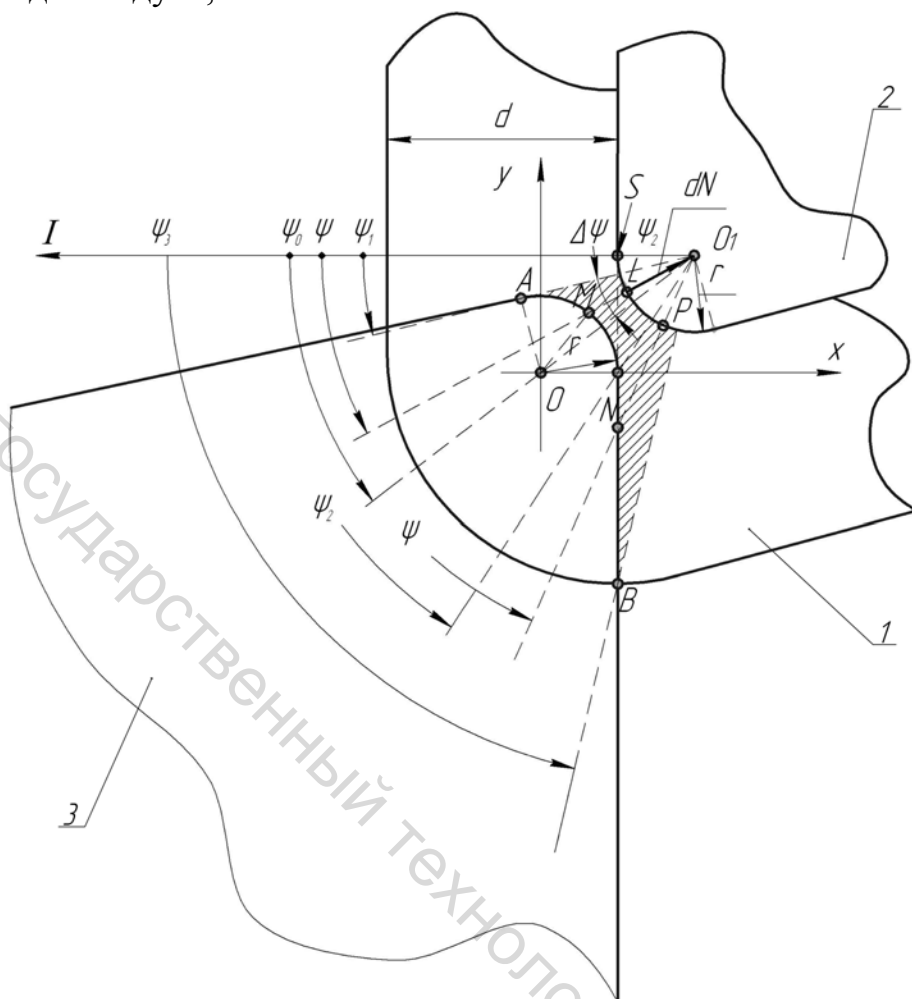
Вторая часть области находится между сечениями нитки плоскостями, проведенными под углами  $\psi_2$  и  $\psi_3$  к оси  $O_1I$ . В этой части деформация нитки производится скругленным лезвием подвижного ножа и плоской гранью неподвижного ножа.

Элементарная сила  $dN$ , действующая на дугу поверхности ножа, ограниченную сечениями, проведенными под углами  $\psi$  и  $(\psi + d\psi)$  к оси  $OI$ , определяется выражением:



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

где  $\sigma$  – напряжение на площадке,  $H / \text{мм}^2$ ;  $S$  – ширина площадки,  $\text{мм}$ ;  $rd\psi$  – длина дуги,  $\text{мм}$ .



**Рисунок 2 – Схема процесса резания нитки**

Проекции  $dN$  на оси  $Ox$  и  $Oy$  равны:

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

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

Механические свойства нитки в моментах обрезки изучались на специально разработанной установке [3, 12, 13, 14, 15, 31, 32].

Зависимость силы  $P$ , действующей на нож (рисунок 3), от относительной деформации  $\varepsilon$  нитки, носит кусочно-линейный характер:

$$\left. \begin{aligned} P &= k_1\varepsilon, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_0 \\ P &= k_2\varepsilon + h, \text{ если } \varepsilon_0 < \varepsilon \leq 1 \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

где  $k_1, k_2, h$  – коэффициенты, зависящие от свойств ниток и определяемые экспериментальным путем (рисунок 3);  $\varepsilon = \Delta d/d$ :

$\varepsilon_0$  – относительная деформация начальной точки.

Напряжение в нитке находится по формуле (рисунок 3)

$$\sigma = P/(S \cdot b). \quad (5)$$

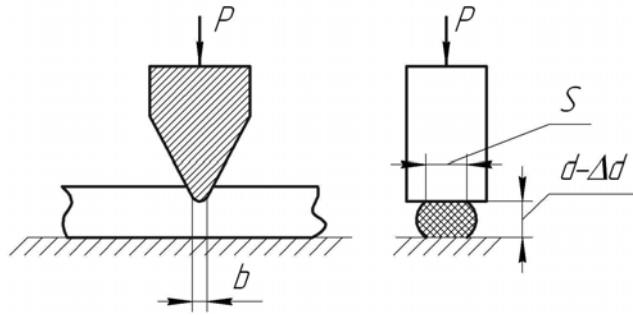


Рисунок 3 – Схема измеряемых параметров при исследовании деформации нитки  
С учетом выражения (4) напряжение в нитке

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{k_1 \varepsilon}{S \cdot b}, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_0, \\ \sigma &= \frac{k_2 \varepsilon + h}{S \cdot b}, \text{ если } \varepsilon_0 < \varepsilon \leq 1 \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

где  $b$  – ширина режущей кромки ножа,  $b = 0,1$  мм;  $S$  – длина реза нитки, мм.

Величина относительной деформации  $\varepsilon_1$  на участке, ограниченном углами  $\psi_1$  и  $\psi_2$  (рисунок 2):

$$\varepsilon_1 = 1 - ML/d, \quad (7)$$

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:

$$1 + r/d = D; \quad (l^2 + r^2)/d^2 = F; \quad 2lr/d^2 = G.$$

Тогда

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

Определим величину  $\varepsilon$  на участке, ограниченном углами  $\psi_2$  и  $\psi_3$ :

$$\varepsilon_2 = 1 - NP/d,$$

где  $NP = O_1N - r = r/\cos\psi - r$ .

Тогда

$$\varepsilon_2 = 1 + r/d - r/(d \cdot \cos\psi).$$

Обозначим  $1 + r/d = R$ ;  $r/d = T$ , тогда

$$\varepsilon_2 = R - T/\cos\psi. \quad (11)$$

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

$$\left. \begin{aligned} dN_{1x} &= \frac{k_1 \cdot r}{b} \cdot (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \cos \psi \cdot d\psi, \\ \text{если } 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_0; \\ dN_{1x} &= \frac{k_2 r}{b} (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \cos \psi \cdot d\psi + \frac{hr}{b} \cos \psi d\psi, \\ \text{если } \varepsilon_0 < \varepsilon \leq 1; \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$$\left. \begin{aligned} dN_{1y} &= \frac{k_1 \cdot r}{b} \cdot (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \sin \psi \cdot d\psi, \\ \text{если } 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_0; \\ dN_{1y} &= \frac{k_2 r}{b} (D - \sqrt{F - G \cdot \cos(\psi_0 - \psi)}) \cdot \sin \psi \cdot d\psi + \frac{hr}{b} \sin \psi d\psi, \\ \text{если } \varepsilon_0 < \varepsilon \leq 1. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

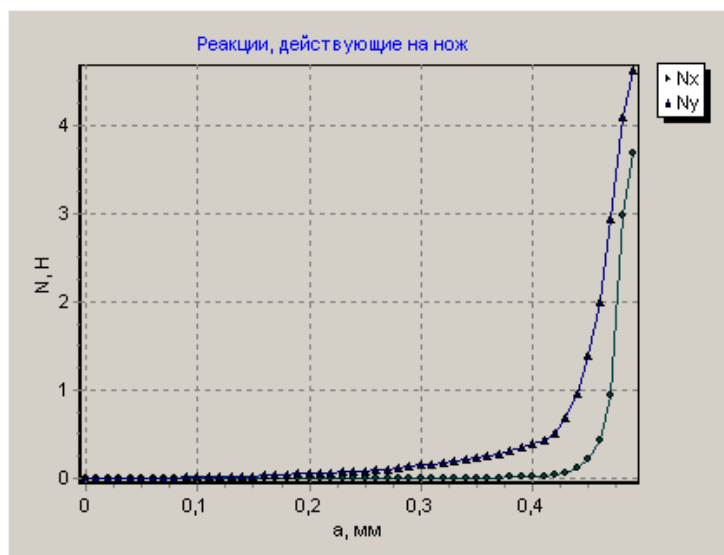
$$\left. \begin{aligned} dN_{2x} &= \frac{k_1 r}{b} \left( R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \cos \psi d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_0; \\ dN_{2x} &= \frac{k_2 r}{b} \left( R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \cos \psi d\psi + \frac{hr}{b} \cos \psi d\psi, \text{ если } \varepsilon_0 < \varepsilon \leq 1; \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

$$\left. \begin{aligned} dN_{2y} &= \frac{k_1 r}{b} \left( R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \sin \psi d\psi, \text{ если } 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_0; \\ dN_{2y} &= \frac{k_2 r}{b} \left( R - \frac{T}{\cos \psi} \right) \sin \psi d\psi + \frac{hr}{b} \sin \psi d\psi, \text{ если } \varepsilon_0 < \varepsilon \leq 1. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Интегрирование уравнений (12), (13), (14), (15) проведено численным методом. При численном интегрировании угол  $\psi$  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  $a$  ножа представлены на рисунке 4. Параметр  $a$  отсчитывается от момента соприкосновения подвижного ножа с ниткой.

Неблагоприятное воздействие на процесс резания нитки оказывает сила  $N_x$ , способная раздвинуть лезвия ножей друг относительно друга. Этот факт требуется учитывать на этапе проектирования узла ножей. Для этого составлено условие гарантированной обрезки нитки на механизме обрезки швейного полуавтомата, учитывающее технологические и конструктивные параметры процесса и механизма. В соответствии с составленным условием проведен расчет возможных смещений подвижного ножа относительно неподвижного для разработанного механизма обрезки нитки [7, 10].



**Рисунок 4 – Графики изменения  $N_x$ ,  $N_y$  от перемещения  $a$**

В работе приведена оптимальная конструкция подвижного ножа вышивального полуавтомата, предусматривающая предотвращение относительного смещения контактирующих граней подвижного и неподвижного ножей [7].

**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

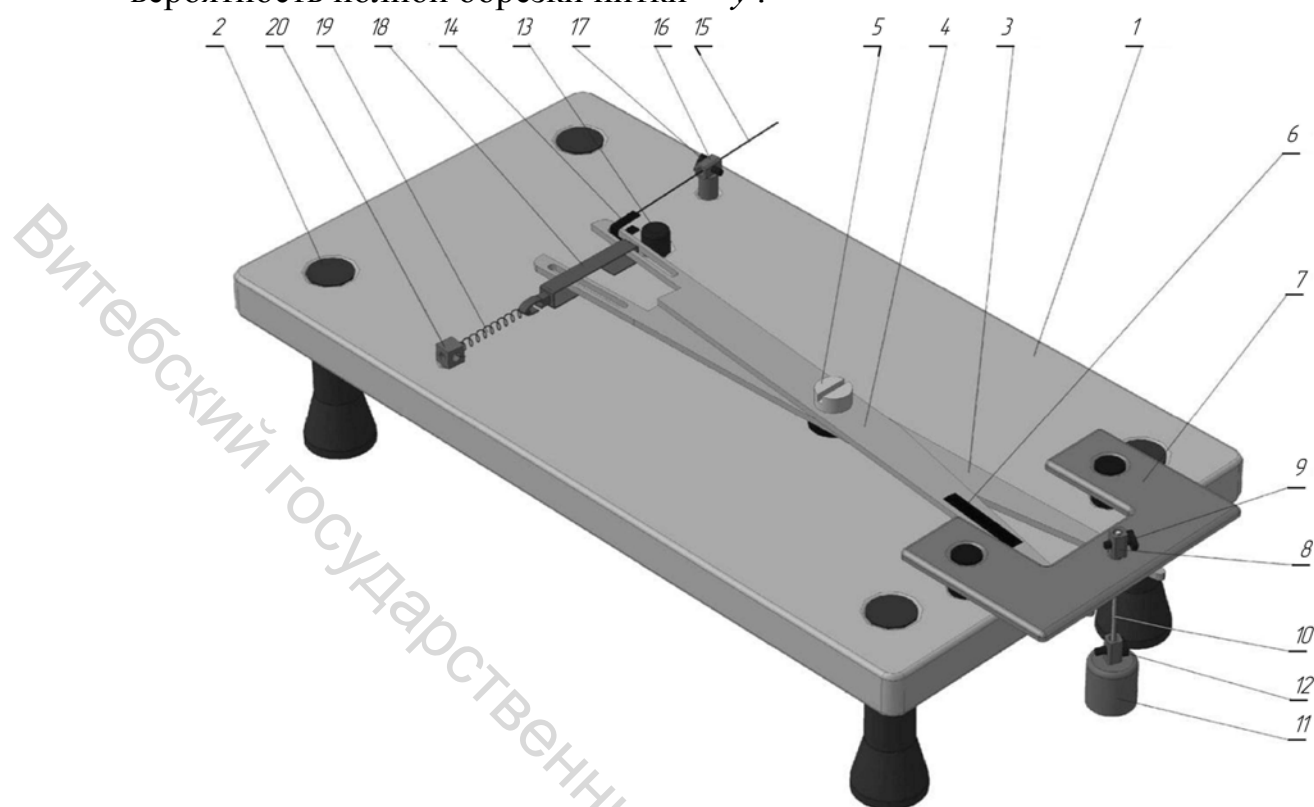
$$y = m / N,$$

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

Разработана экспериментальная установка [4, 8, 11, 12, 14, 26, 29, 30, 31] для исследования процесса резания швейных ниток (рисунок 5). Экспериментальная установка также позволила проверить адекватность аналитического описания процесса резания швейной нитки, представленного во второй главе. Установлено, что отклонение результатов, полученных в ходе эксперимента и по аналитическому описанию, составляет 2,1 %, что ниже допустимых 5 %. Эксперимент подтверждает адекватность аналитического описания процесса [23].

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,  $x_2$  – скорость смыкания ножей,  $x_3$  – сила

натяжения швейной нитки. В качестве выходного параметра была выбрана вероятность полной обрезки нитки –  $y$ .



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 5 – Схема экспериментальной установки**

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):

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

Решена задача определения диапазонов значений силы прижатия ножей, скорости смыкания ножей и силы натяжения нитки, при которых вероятность полной обрезки будет равна 1. Необходимый диапазон режимных параметров механизма обрезки для нитки Экстра 40: сила прижатия ножей свыше 0,68 Н; скорость смыкания ножей от 0,025 до 0,03 м/с; сила натяжения нитки свыше 0,35 Н. Установлен необходимый диапазон режимных параметров механизма обрезки для нитки Sulky 40: сила прижатия ножей свыше 0,72 Н; сила натяжения нитки свыше 0,7 Н.

Результаты исследования применены при проектировании механизма обрезки на швейном полуавтомате. Исследование на надежность механизма обрезки показало гарантированную обрезку швейных ниток.

**Четвертая глава** посвящена разработке методики проектирования механизма автоматической обрезки ниток вышивального полуавтомата с МПУ.

Процессы автоматической обрезки ниток протекают схожим образом для швейных полуавтоматов различного назначения: закрепочных, петельных, вышивальных и др. В настоящей главе методика проектирования разработана применительно к многоголовочному вышивальному полуавтомату с МПУ. Тем не менее основные положения этой методики могут быть использованы для проектирования механизмов автоматической обрезки швейных полуавтоматов других типов.

По результатам патентного и литературного анализа, изложенного в главе 1, в соответствии с теоретико-экспериментальными зависимостями резания швейной нитки, изложенной в главе 2, а также режимными параметрами резания нитки, представленными в главе 3, составлена методика проектирования механизмов автоматической обрезки ниток вышивального полуавтомата [6, 20, 21, 24]. Методика включает в себя следующие этапы: составление технологических, конструктивных и эксплуатационных требований на проектирование механизма обрезки нитки [38]; выбор конструкции режущих ножей с учетом конкретной швейной головки полуавтомата, экспериментальное определение механических характеристик нитки, определение сил резания нитки; разработка конструкции механизма ножа с учетом минимизации натягов; выбор механизма привода ножей с шаговым электроприводом; расчет технологических параметров механизма автоматической обрезки ниток [1]; разработка тактограммы работы механизма; оптимизация кинематических и динамических параметров механизма автоматической обрезки ниток с целью уменьшения времени срабатывания механизма [2, 9, 22, 25, 39].

В соответствии с вышеприведенной методикой разработана конструкция механизма автоматической обрезки ниток для многоголовочного вышивального полуавтомата с МПУ, проектирование, изготовление и внедрение которого проводилось в рамках региональной научно-технической программы «Инновационное развитие Витебской области» 2003-ГБ-707 «Разработать многоголовочный вышивальный полуавтомат с микропроцессорной системой управления и освоить его производство». Полуавтомат с разработанным механизмом внедрен в производство на предприятии «Купава» г. Витебск.

Получены аналитические зависимости для определения длин остатков игольной и челночной ниток, остающихся в игле, челноке и на лицевой и изнаночной стороне материала, от конструктивных и кинематических

параметров механизмов иглы и челнока швейной машины [1]. Для исследуемого полуавтомата требования к проектированию механизма оказались следующими: длина нитки, остающейся в игле после обрезки, должна быть достаточной (не менее 15,3 мм) для устойчивого образования первого челночного стежка без выдергивания нитки из ушка иглы; длина остатка игольной нитки, остающейся на лицевой поверхности материала при выполнении первого стежка после обрезки, не должна превышать заданное значение (36 мм); длина остатка игольной нитки, остающейся на изнаночной стороне материала в начале строчки, не должна превышать заданное значение (50 мм); длина нитки, остающейся в челноке после обрезки, должна быть достаточной (не менее 12 мм) для устойчивого процесса образования первого челночного стежка; длина остатка челночной нитки на изнаночной стороне материала не должна превышать (20,8 мм) заданное значение.

После разработки механизма качество его работы сверялось с представленными требованиями. Установлено, что длина нитки, остающейся в игле после обрезки, составляет 38,5 мм; длина нитки, остающейся в челноке после обрезки, – 35,2 мм; длина нитки, остающейся на лицевой поверхности материала при выполнении первого стежка после обрезки, – 11,7 мм, что подтвердило соответствие механизма заявленным требованиям.

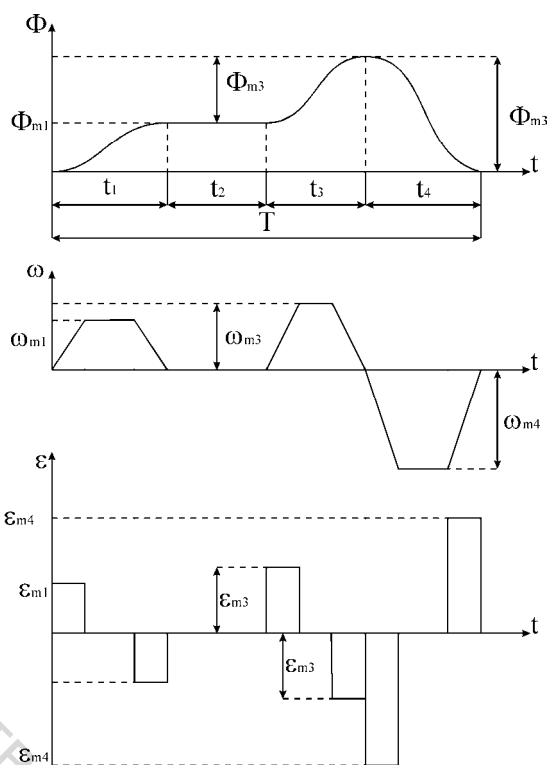
Разработано специальное программное обеспечение [39], выполняющее определение силовых параметров резания швейной нитки («MechCut»). Программный продукт «MechCut» позволяет вводить механические характеристики швейных ниток, полученные экспериментально, и получать в результате расчетов силы  $N_x$  и  $N_y$ , действующие на нож со стороны нитки. Полученные значения сил необходимы для составления условий надежности обрезки ниток.

Разработана методика оптимизации кинематических и динамических параметров шагового привода механизма автоматической обрезки многоголовочного вышивального полуавтомата по условию минимизации времени обрезки [2, 9, 13, 22, 24, 25]. Кинематические диаграммы шагового привода механизма представлены на рисунке 6, где  $\Phi_i$ ,  $\omega_i$ ,  $\varepsilon_i$  – соответственно углы поворота, угловые скорости и угловые ускорения ротора шагового электропривода. Разработанная методика оптимизации реализована в программном продукте «MechCut2».

Задача минимизации суммарного времени срабатывания механизма производится по целевой функции

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

где  $\psi_1, \psi_2, \psi_4$  – заданные углы поворота зубчатого колеса 2б, рад,  $U_{12}$  – передаточное число зубчатой передачи 1а – 2а (рисунок 1 и рисунок 6).



**Рисунок 6 – Кинематические диаграммы ротора ШЭД механизма обрезки ниток**

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:

$$M_{\partial} \geq M_{сnp1} + I_{np} \cdot \varepsilon_{m1}; M_{\partial} \geq M_{сnp3} + I_{np} \cdot \varepsilon_{m3}; M_{\partial} \geq M_{сnp4} + I_{np} \cdot \varepsilon_{m4},$$

где  $M_{\partial}$  – момент на валу шагового электродвигателя,  $H \cdot м$ ;  $M_{сnp1}, M_{сnp3}, M_{сnp4}$  – приведенные к валу ШЭД моменты сил сопротивления;  $I_{np}$  – приведенный момент инерции масс электропривода,  $кг \cdot м^2$ .

С помощью программного продукта «MechCut2» [39] 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  $T = 0,195 \text{ с}$ .

Разработана «Методика определения сил, действующих в режущем инструменте при резании нитей (ниток) методом ножниц», которая была внедрена на ОАО «Токката», ОАО «Витебские ковры», Испытательный центр УО «ВГТУ».



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. На основе анализа существующего швейного оборудования впервые выполнена классификация механизмов обрезки ниток швейных машин и полуавтоматов по девяти признакам: отдельной 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 швейной нитки [5,16, 17, 19, 33, 34, 35]. На основании этого выполнено проектирование механизма автоматической обрезки ниток на многоголовочном вышивальном полуавтомате с МПУ, включившее в себя разработку исходных данных на проектирование нового механизма, структуру механизма и тактограмму работы основных исполнительных механизмов полуавтомата.

2. На основе взаимозависимости нагружения ножа и деформации нитки, полученной на созданной экспериментальной установке, проведено аналитическое описание процесса резания швейных ниток в процессе автоматической обрезки, разработан алгоритм расчета основных параметров механизма автоматической обрезки [3, 4, 5, 12, 13, 14, 15, 31, 32, 36, 37].

3. Установлены условия гарантированной обрезки нитки на механизме обрезки швейного полуавтомата, учитывающие технологические и конструктивные параметры процесса и механизма. Проведены расчеты возможных смещений подвижного ножа относительно неподвижного для разработанного механизма обрезки нитки, создана конструкция ножей, обеспечивающих полное разрезание швейной нитки [7].

4. Установлено, что отклонение результатов, полученных в ходе эксперимента и по аналитическому описанию процесса резания нитки, составляет 2,1 % [23], что ниже допустимых 5 %. Получены рациональные значения параметров силы прижатия ножей (от 0,68 до 0,80  $H$ ), скорости смыкания ножей (от 0,024 до 0,030  $м/с$ ), силы натяжения нитки (от 0,04 до 0,70  $H$ ) на основе экспериментальных зависимостей вероятности полной обрезки ниток, использованные при проектировании механизма автоматической обрезки ниток на многоголовочном вышивальном полуавтомате [4, 8, 11, 12, 14, 26, 29, 30, 31].

5. Разработаны методика проектирования механизма автоматической обрезки ниток многоголовочного вышивального полуавтомата с МПУ и методика определения сил, действующих в режущем инструменте при резании нитей (ниток) методом ножниц, которые были внедрены на ОАО «НПОКБ

машиностроения», ОАО «Токката», ОАО «Витебские ковры», испытательный центр УО «ВГТУ». Внедрение методик позволило получить значительный экономический эффект [6, 20, 21, 24].

Методики включают: аналитические зависимости для определения длин остатков игольной и челночной ниток, остающихся в игле, челноке и на лицевой и изнаночной стороне материала, от конструктивных и кинематических параметров механизмов иглы и челнока швейной машины [1]; расчеты по оптимизации кинематических и динамических параметров механизма автоматической обрезки ниток швейных полуавтоматов с МПУ, приводящие к повышению производительности вышивания за счет снижения времени на обрезку; разработку механизма обрезки нитки на многоголовочном вышивальном полуавтомате с МПУ (на разработанную конструкцию механизма получена полезная модель Республики Беларусь) [1, 2, 9, 22, 25, 39].

### **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 и модернизации швейных полуавтоматов с МПУ.

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

3. Разработанная методика проектирования механизма автоматической обрезки ниток многоголовочного вышивального полуавтомата с МПУ внедрена на предприятии ОАО «НП ОКБ машиностроения» (г. Витебск).

4. 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.

5. Разработана «Методика определения сил, действующих в режущем инструменте при резании нитей (ниток) методом ножниц», которая внедрена на ОАО «Токката», ОАО «Витебские ковры», Испытательный центр УО «ВГТУ».

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

7. На разработанные конструкции механизмов обрезки получены патенты Республики Беларусь [40, 41].

## 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.

5. Краснер, С.Ю. Исследование параметров процесса резания швейных ниток / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Вестник Киевского национального университета технологии и дизайна. – 2012. – № 3. Специальный выпуск. – С. 132-137.

6. Краснер, С.Ю. Методика проектирования механизма автоматической обрезки ниток многоголовочного вышивального полуавтомата с МПУ / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Вестник Полоцкого государственного университета. Промышленность. Прикладные науки. Машиностроение. – 2012. – № 3. – С. 31-38.

7. Краснер, С.Ю. Конструктивно-технологическое обеспечение надежности обрезки ниток на швейном полуавтомате / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев, Д.В. Корнеенко // Вестник Киевского национального университета технологии и дизайна. – 2013. – № 3. Тематический выпуск. – С. 203-208.

### Материалы конференций

8. 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.]. – Минск.: Современные знания, 2005. – С. 332–334.

9. Краснер, С.Ю. Оптимизация параметров шагового электропривода механизма автоматической обрезки ниток / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев //

материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21-22 апр. 2005 г. в 2 ч. Ч.1 / М-во образования Респ. Беларусь [и др.] ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2005. – С. 404–405.

10. 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.

11. 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.

12. Краснер, С.Ю. Экспериментальный комплекс для определения факторов, влияющих на резание швейной нитки / С.Ю. Краснер, А.В. Радкевич, Б.С. Сункуев // Материалы докладов ХLI научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2008. – С. 42–44.

13. 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.

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

15. 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.

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

17. Краснер, С.Ю. Классификация механизмов обрезки по времени обрезки относительно цикла шитья / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Материалы докладов 44 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2011. – С. 317-318.

18. Краснер, С.Ю. Двухкривошипный нитепритягиватель в швейных машинах с автоматической обрезкой нитки / С.Ю. Краснер, А.Г. Семин // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2011. – Ч. 2. – С. 172-175.

19. Краснер, С.Ю. Классификация механизмов обрезки нитки / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2011. – Ч. 2. – С. 175-177.

20. Краснер, С.Ю. Методика проектирования механизмов автоматической обрезки ниток с микропроцессорным управлением / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // С наукой в будущее : материалы международной научно-практической конференции высших и средних специальных учебных заведений / УО "Барановичский государственный колледж легкой промышленности им. В.Е. Чернышева" ; редкол.: А.В. Пташук, С.Б. Бертош, И.И. Ринкявичене. – Барановичи, 2012. – С. 199-200.

21. Краснер, С.Ю. Методика проектирования механизмов автоматической обрезки ниток с микропроцессорным управлением / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Международная научно-техническая конференция "Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности" (Прогресс-2012) : сборник материалов, 30 мая – 1 июня 2012 г. : в 1 ч. / ИГТА редкол.: Г.И. Чистобродов [и др.]. – Иваново, 2012. – Ч. 1. – С. 288-289.

22. Краснер, С.Ю. Методика проектирования работы шагового двигателя, многоголовочного вышивального полуавтомата / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Актуальные проблемы техники и технологии : сборник научных трудов / ФГБОУ ВПО «Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса» ; редкол.: Л.А. Каплин, Н.Н. Прокопенко, А.А. Сапронов [и др.]. – Шахты, 2012. – С. 35-38.

23. Краснер, С. Ю. Проверка адекватности теоретической модели процесса резания швейной нитки / С. Ю. Краснер // Материалы докладов 46 Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ». – Витебск. – 2013. – С. 322-323.

#### **Тезисы докладов**

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

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

31. 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 XLI научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В.В. Пятов. – Витебск, 2008. – С. 29–30.

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

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

34. Краснер, С.Ю. Классификация механизмов обрезки нитки по форме ножей / С.Ю. Краснер // Сборник тезисов докладов 44 научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2011. – С. 200.

35. Краснер, С.Ю. Классификация механизмов обрезки нитки по количеству ножей / С.Ю. Краснер // Сборник тезисов докладов 44 научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2011. – С. 201.

36. Краснер, С.Ю. Исследование процесса резания ниток / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Поликомтриб – 2011: Тезисы докладов международной научно-технической конференции / ИММС НАНБ ; редкол.: В.Н. Адериха [и др.]. – Гомель, 2011. – С. 128.

37. Краснер, С.Ю. Оптимизации параметров процесса резания ниток / С.Ю. Краснер, Б.С. Сункуев // Поликомтриб – 2011: Тезисы докладов международной научно-технической конференции / ИММС НАНБ ; редкол.: В.Н. Адериха [и др.]. – Гомель, 2011. – С. 128 - 129.

38. Краснер, С.Ю. Технологические и конструктивные требования для проектирования нового механизма автоматической обрезки ниток / С.Ю. Краснер // Тезисы докладов 45 республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной году книги / УО «ВГТУ» ; редкол.: Е.В. Ванкевич [и др.]. – Витебск, 2012. – С. 91-92.

39. Краснер, С. Ю. Оптимизация кинематических и динамических параметров механизма автоматической обрезки ниток / С.Ю. Краснер, А.Г. Кириллов // Тезисы докладов 46 Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ». – Витебск. – 2013. – С. 145.

### **Патенты**

40. 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. Дервояд ; заявитель и патентообладатель УО «ВГТУ». – № и 20040456 ; заявл. 04.10.04 ; опубл. 15.03.05.

41. 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.

## РЭЗЬЮМЭ

### КРАСНЕР СТАНІСЛАЎ ЮР'ЕВІЧ

#### МЕХАНІЗМЫ АЎТАМАТЫЧНАЙ АБРЭЗКІ НІТАК ШВЕЙНЫХ ПАЎАЎТАМАТАЎ З МІКРАПРАЦЭСАРНЫМ КІРАВАННЕМ

**Ключавыя словы:** абрэзка, механізм аўтаматычнай абрэзкі швейнай ніткі, працэс рэзаньня швейнай ніткі, рацыянальныя рэжымы абрэзкі ніткі.

**Аб'ектам даследавання** з'яўляецца механізм аўтаматычнай абрэзкі нітак на швейных паўаўтаматах з МПК. **Прадметам даследавання** з'яўляюцца тэхналагічныя працэсы абрэзкі швейных нітак і методыка аптымальнага праектавання механізмаў аўтаматычнай абрэзкі швейнага паўаўтамата з МПК.

**Мэта працы** – распрацоўка механізмаў аўтаматычнай абрэзкі нітак швейных паўаўтаматаў з мікрапрацэсарным кіраваннем.

На аснове аналізу існуючага швейнага абсталявання распрацавана класіфікацыя механізмаў абрэзкі нітак. Распрацавана тэарэтыка-эксперыментальная мадэль рэзаньня швейных нітак у працэсе аўтаматычнай абрэзкі. Распрацаваны алгарытм вылічэння сіл, якія дзейнічаюць на рухомы нож. Вызначана велічыня неабходнага нацягу нажоў для ліквідацыі зрушэння нажа. Распрацавана эксперыментальная ўстаноўка для вызначэння верагоднасці поўнай абрэзкі нітак у залежнасці ад сілы прыціскання нажоў, хуткасці змыкання нажоў і нацяжэння нітак. Атрыманы ўраўненні рэгрэсіі і праведзена аптымізацыя рэжымных параметраў працэсу аўтаматычнай абрэзкі швейнай ніткі. Распрацавана методыка праектавання і праведзена даследаванне механізма аўтаматычнай абрэзкі нітак вышывальнага паўаўтамата з МПК. Распрацаваны механізм абрэзкі ніткі на многагаловачным вышывальным паўаўтамаце з МПК і праведзена тэарэтычнае і эксперыментальнае даследаванне тэхналагічных параметраў механізма.

Вынікі даследаванняў рэкамендаваны да выкарыстання пры распрацоўцы швейных паўаўтаматаў з МПК. Перспектыўнасць выкарыстання методыкі пацверджана актамі аб укараненні на ААТ “НВВКБ машынабудавання” (г. Віцебск), механізм аўтаматычнай абрэзкі нітак апрабаваны на шасцігаловачным вышывальным паўаўтамаце з МПК у вытворчых умовах ФМВ “Купава” (г. Віцебск). На распрацаваныя канструкцыі механізмаў абрэзкі атрыманы патэнты Рэспублікі Беларусь. Распрацаваная “Методыка вызначэння сіл, якія дзейнічаюць у рэжучым інструменце пры рэзанні нітак метадам нажніц” укаранёна на ААТ “Таката” (г. Віцебск), ААТ “Віцебскія дываны” (г. Віцебск), у выпрабавальным цэнтры УА “ВДТУ” (г. Віцебск).



## РЕЗЮМЕ

**КРАСНЕР СТАНИСЛАВ ЮРЬЕВИЧ**

### **МЕХАНИЗМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРЕЗКИ НИТОК ШВЕЙНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

**Ключевые слова:** обрезка, механизм автоматической обрезки швейной нитки, процесс резания швейной нитки, рациональные режимы обрезки нитки.

**Объектом исследований** является механизм автоматической обрезки ниток на швейных полуавтоматах с МПУ. **Предметом исследований** являются технологические процессы обрезки швейных ниток и методика оптимального проектирования механизмов автоматической обрезки швейного полуавтомата с МПУ.

**Цель работы** – разработка механизмов автоматической обрезки ниток швейных полуавтоматов с микропроцессорным управлением.

На основе анализа существующего швейного оборудования разработана классификация механизмов обрезки ниток. Разработана теоретико-экспериментальная модель резания швейных ниток в процессе автоматической обрезки. Разработан алгоритм вычисления сил, действующих на подвижный нож. Определена величина необходимого натяга ножей для устранения смещения ножа. 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. Разработана методика проектирования и исследован механизм автоматической обрезки ниток вышивального полуавтомата с МПУ. Разработан механизм обрезки нитки на многоголовочном вышивальном полуавтомате с МПУ и проведено теоретическое и экспериментальное исследование технологических параметров механизма.

Результаты исследований рекомендованы к использованию при разработке швейных полуавтоматов с МПУ. Перспективность использования методики подтверждена актом о внедрении ОАО «НПОКБ машиностроения» (г. Витебск), механизм автоматической обрезки ниток апробирован на шестиголовочном вышивальном полуавтомате с МПУ в производственных условиях ФХИ «Купава» (г. Витебск). На разработанные конструкции механизмов обрезки получены патенты Республики Беларусь. Разработанная «Методика определения сил, действующих в режущем инструменте при резании нитей (ниток) методом ножниц» внедрена на ОАО «Токката» (г. Витебск), ОАО «Витебские ковры» (г. Витебск), в испытательном центре УО «ВГТУ» (г. Витебск).

## THE RESUME

KRASNER STANISLAV JURIEVITCH

### AUTOMATIC THREAD CUTTING MECHANISMS FOR SEMI-AUTOMATIC SEWING MACHINES WITH MICRO PROCESSOR UNIT

**Keywords:** cutting, thread auto cutting mechanisms, processes of thread cutting, rational methods of cutting.

**The object of the research** is an automatic thread cutting mechanism for semi-automatic sewing machines equipped with MPU. **Subjects of the research** are technological processes of thread cutting and methods of optimal design of auto cutting mechanisms for semi-automatic sewing machines with MPU.

**The goal of the work** is a development of auto cutting mechanisms for semi-automatic sewing machines with MPU.

The classification of thread cutting mechanisms is developed, based on the analysis of existing sewing equipment. Theoretical and experimental model of thread cutting in the process of automatic cutting is developed. The analytical description of thread cutting process as well as the algorithm for calculation of forces applied to moveable blade is also developed. The degree of blade tension necessary to eliminate blade offset is determined. The experimental appliance is developed which is to determine the probability of full thread cutting in dependence on blade pressing force, blade closing speed and thread tension. Regression equations are formulated and the optimization of mode parameters for automatic thread cutting process is made up. Design methodology is developed and the mechanism of automatic thread cutting for semi-automatic swiveling machines equipped with MPU is examined. The mechanism of thread cutting for multi-head automatic swiveling machine with MPU is developed and theoretical and experimental examination of technology parameters of the mechanism is run up.

Results of the research are recommended to use at the development of semi-automatic sewing machines equipped with MPU. Application perspectiveness of these methods is confirmed by the adoption act issued by JSC "NPOKB Mashinostroeniya" (Vitebsk); automatic cutting thread mechanism is tested and validated at six-head semi-automatic swiveling machine with MPU used in manufacturing conditions at Kupava artware factory (Vitebsk). The developed thread cutting mechanisms are patented in Republic of Belarus. The developed "Methods of determination of forces applied to scissor type cutting tools in the process of thread cutting" are adopted at JSC "Tokkata" (Vitebsk), JSC "Vitebskie Kovry" (Vitebsk) and in the testing center of educational establishment "Vitebsk State Technological University" (Vitebsk).

**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)”

---

Подписано в печать 16. 05. 2014. Формат 60×90/16.

Печать ризографическая. Уч.-изд. л. 1,7 . Усл. печ. л. 0,84 . Тираж 80 экз.

Заказ № 176

---

Отпечатано на ризографе УО “ВГТУ”.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.