

*На правах рукописи*



**МЕЗЕНЦЕВА Антонина Викторовна**

**ПРОФИЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ  
НИТЕПРОВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ ШВЕЙНЫХ  
МАШИН ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

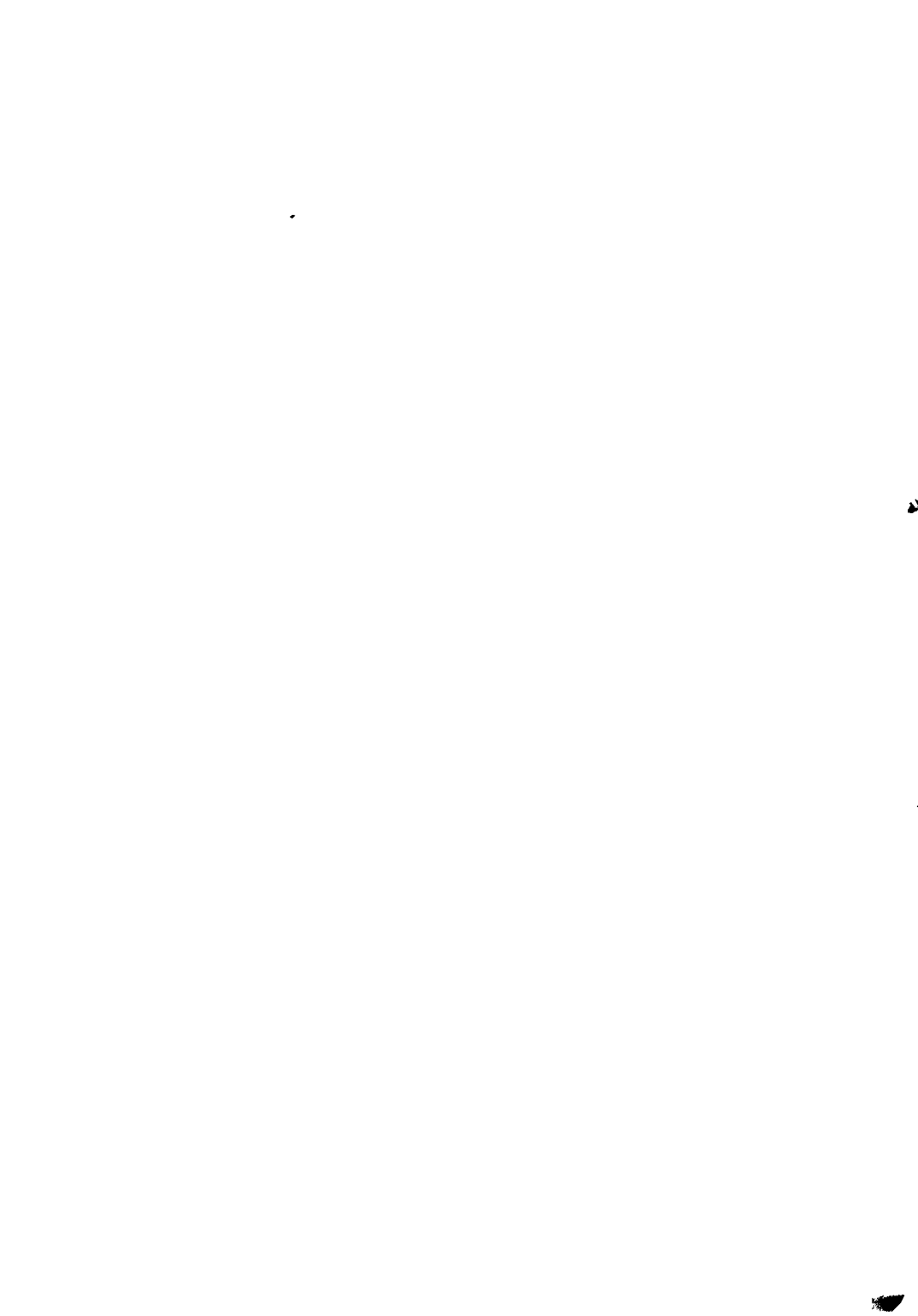
**Специальность**

**05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (легкая промышленность)**

**Автореферат**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Иваново 2005**



2007-4  
944

*На правах рукописи*



**МЕЗЕНЦЕВА Антонина Викторовна**

**ПРОФИЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ  
НИТЕПРОВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ ШВЕЙНЫХ  
МАШИН ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Специальность**

**05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (легкая промышленность)**

**Автореферат**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Иваново 2005**

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Ивановская государственная текстильная академия" (ИГТА).

Научный руководитель –

доктор технических наук, профессор **Чистобородов Григорий Ильич**

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, доцент **Суров Вадим Андреевич**  
кандидат технических наук, доцент **Краснов Александр Алексеевич**

Ведущая организация –

Костромской государственной технологической университет.

Защита состоится 29 декабря 2005 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 212.061.01 при Ивановской государственной текстильной академии по адресу: 153000, г.Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ивановской государственной текстильной академии.

Автореферат разослан «28» ноября 2005 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



КУЛИДА Н.А.

## КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Требования современного потребительского рынка ставят перед предприятиями легкой промышленности задачи разработки новых подходов к организации производства и выпуска качественной и конкурентоспособной продукции. Основным условием повышения качества продукции предприятий швейной отрасли является достижение высокой эффективности технологических процессов за счет широкого внедрения новых технических средств, доступных по цене и удовлетворяющих требованиям современного состояния оборудования.

В современной технологии швейного производства основным способом соединения деталей одежды является ниточное скрепление, поэтому в данном процессе заложены наибольшие резервы повышения производительности труда.

Швейные нитки в процессе работы машины испытывают сложный комплекс воздействий, вызывающих их структурные и физико-механические изменения. Величина этих изменений зависит как от волокнистого состава, структуры, свойств самих ниток и обрабатываемого материала, так и от режимов работы швейной машины. Основные нагрузки несет нитка иглы (верхняя нитка).

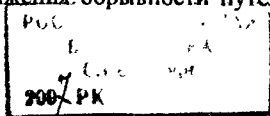
Нить, проходя по рабочим органам швейной машины, испытывает многократные растяжения, изгибы, истирания, изменяет свою круглую форму, в результате чего она теряет свою прочность. Недостаточная прочность ведет к увеличению обрывности швейных ниток в процессе пошива и в швах готовых изделий. Из-за высокой обрывности швейных ниток ухудшается качество продукции и снижается производительность труда, т.к. часть рабочего времени приходится затрачивать на ликвидацию обрывов ниток и на устранение последствий этих обрывов.

Из сказанного следует, что в условиях существующей технологии пошива одежды и внедрения нового высокоскоростного оборудования исследование взаимодействия нити с рабочими органами швейной машины, по которым она движется в процессе стежкообразования, приобретает всё большее значение.

Настоящая диссертационная работа посвящена решению прикладных вопросов, связанных с созданием и внедрением в производство высокоэффективных способов и средств улучшения процесса стежкообразования.

Работа выполнена в соответствии с планом исследований Ивановской государственной текстильной академии в рамках научно-технической программы Министерства образования и науки Российской Федерации "Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники" на 2004-2005 гг.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является разработка и внедрение технических средств, обеспечивающих повышение эффективности швейного производства за счет снижения обрывности путем со-



вершенствования конструкций нитепроводящих устройств челночных швейных машин для швейного производства.

Для достижения поставленной цели решены следующие основные задачи:

- разработана математическая модель взаимодействия нити с рабочими органами швейной машины в процессе пошива;
- проведено исследование влияния профиля нитенаправляющих поверхностей на натяжение нити, позволяющее сделать научно обоснованный выбор конструктивно-технологических характеристик элементов взаимодействия еще на этапах проектирования;
- разработаны методики экспериментальных исследований параметров натяжения и крутки нити при ее движении по нитенаправителям и через ушко иглы;
- выявлены причины обрывности и проведено исследование причин снижения исходной прочности ниток;
- апробированы и внедрены в производство новые способы и технические средства улучшения процесса образования стежка на высокоскоростных швейных машинах.

**Методика исследований.** При теоретическом изучении рассматриваемой проблемы использованы методы дифференциального и интегрального исчисления, аналитической и начертательной геометрии, математического моделирования, теоретической механики, механики идеально гибкой нити

Экспериментальные исследования проводились с применением современной измерительной аппаратуры на лабораторном и действующем производственном оборудовании с использованием метода тензометрии для определения натяжения и метода непосредственного раскручивания для определения крутки нити. Обработка экспериментальных данных выполнена с применением методов математической статистики на ЭВМ

**Научная новизна** диссертационного исследования заключается в разработке прикладных вопросов механики нити при ее взаимодействии с рабочими органами швейных машин для расчета и проектирования нитенаправляющих устройств и игл и в использовании полученных научных выводов для совершенствования технологических процессов и оборудования в швейном производстве.

В диссертационной работе впервые получены следующие научные результаты:

- выполнены исследования механизма взаимодействия нити с рабочими органами швейной машины в процессе пошива;
- получены выражения для определения натяжения и кручения и установлена их зависимость от конструктивных параметров,
- решен вопрос повышения надежности швейного оборудования за счет создания новой конструкции швейных игл увеличенной прочности и жесткости

по сравнению с иглами типового изготовления;

- приведены новые экспериментальные данные практической апробации предлагаемых научных разработок.

**Практическая значимость и реализация результатов работы.** Разработанные способы по стабилизации процесса стежкообразования и технические средства для их реализации позволили увеличить производительность труда

Созданные методики теоретического и экспериментального определения параметров натяжения и крутки нити на участках ее движения от катушки до сшиваемых материалов можно применять для оптимизации натяжения и крутки нити на швейных машинах.

Результаты работы рекомендуются к использованию конструкторами при создании новых нитенаправляющих устройств и игл с прогнозируемыми возможностями, производителями для совершенствования технологии шитья, а также студентами при изучении дисциплины "Расчет и конструирование машин швейного производства".

Промышленная реализация результатов диссертационной работы осуществлена на ОАО «Швейная фирма "Айвенго"». Применение нового способа и технических средств улучшения процесса стежкообразования позволило снизить потерю прочности ниток при пошиве, что привело к увеличению длины безобрывного шва и снижению обрывности. В результате увеличения длины шва, выполненного без обрыва, уменьшается время на ликвидацию обрывов и, как следствие, повышается производительность швейных машин.

**Апробация работы.** Материалы по теме диссертационной работы доложены и получили положительную оценку:

- на межвузовских научно-технических конференциях "Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности" (Поиск-2004, г.Иваново, 2004г.; Поиск-2005, г.Иваново, 2005 г.);
- на международной научно-технической конференции "Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности" (Прогресс-2004, г.Иваново, 2004 г.);
- на всероссийской научно-технической конференции "Современные технологии и оборудование текстильной промышленности" (Текстиль-2005, г. Москва, 2005 г.);
- на расширенном заседании кафедры начертательной геометрии и черчения Ивановской государственной текстильной академии

**Публикации.** Основные результаты исследований, выполненных в рамках настоящей диссертации, опубликованы в 10 печатных работах, в том числе две статьи в журнале "Известия вузов. Технология текстильной промышленности", одна статья в журнале "Известия Ивановского отделения Петровской академии наук и искусств", одна депонированная рукопись, пять тезисов конференций, получено одно свидетельство РФ на полезную модель.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из пяти глав, содержит выводы и рекомендации, приложения, выполнена на 163 страницах машинописного текста, включает 39 рисунков, 19 таблиц и список литературы из 115 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**В первой главе** выполнен обзор научных публикаций, освещающих проблему влияния различных факторов на обрывность ниток на высокоскоростном швейном оборудовании, проведен анализ существующих способов ее решения. Определены основные направления исследований стабилизации процесса стежкообразования, среди которых наибольшее значение имеют исследования натяжения и крутки.

Изучение научных работ таких исследователей, как В.Е. Беденко, М.И. Сухарев, П.П. Кокеткин, И.В. Сафронова, С.И. Русаков, Е.Д. Ефремов и др., посвященных вопросу натяжения нити, возникающего в швейной машине, показывает, что проблема непосредственно связана с уменьшением ее обрывности. Особенно подвергнута обрывности при образовании двухниточного челночного шва игольная нить, что объясняется спецификой воздействия на нее нитепроводящих рабочих органов челночной швейной машины (различные нитенаправители, нитепригнатель, игла), которые, выполняя свои технологические функции подачи и транспортирования нити в зону сшиваемых материалов, являются источниками натяжения.

Установлено, что натяжение нити при ее движении по поверхности зависит не только от начального натяжения, угла обхвата и кинематических параметров движения нити, но и от геометрических свойств направляющей кривой – ее кривизны. Это подтверждается научными работами А.П. Минакова, И.И. Мигушова, Г.И. Чистобородова и других ученых. Изменение радиуса кривизны огибаемой нитью поверхности оказывает значительное влияние на величину тягового фактора (коэффициента сопротивления).

Техническое перевооружение предприятий также выявило значение структуры ниток, а именно влияние направления их окончательной крутки и величину ее изменения на обрывность в пошиве.

Практика эксплуатации швейных машин показывает, что рабочий участок верхней нитки от сшиваемых материалов до регулятора натяжения нитки раскручивается или закручивается. Качественная оценка этого явления дана в работах Ф.И. Червякова, Ю.В. Павлова. Как показывают исследования, раскручивание нитки вблизи сшиваемых материалов приводит к большой потере прочности, из-за чего увеличивается ее обрывность. Закручивание нити такой опасности не представляет.

Правильный подбор сочетания факторов, влияющих на процесс стежкообразования с точки зрения перераспределения натяжения и крутки нити на ра-



бочих участках, предлагается осуществлять путем изменения формы направляющей поверхности рабочих органов швейной машины, по которым движется нить в процессе шитья, что позволит не только снизить обрывность, но и сделать работу машины более надежной.

В соответствии с целью работы определены и сформулированы научные задачи, для решения которых обоснованно выбраны теоретические и экспериментальные методы исследования.

Вторая глава посвящена моделированию процесса стежкообразования, теоретическому исследованию взаимодействия нити с направляющими поверхностями различной конструкции, влияния формы направляющей поверхности на натяжение нити и формы поперечного сечения швейных игл на изгибную прочность и жесткость

Для исследования силового взаимодействия нити с рабочими органами швейной машины рассмотрена технологическая схема подачи и транспортирования нити в зону сшиваемых материалов. Образование челночных стежков на швейной машине происходит по одной и той же технологической периодически повторяющейся схеме. Период образования стежка соответствует одному повороту главного вала машины.

Для углов поворота через каждые 30 градусов ( $\varphi = 0^\circ(360^\circ), 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ \dots 330^\circ$ ) определяется положение нити на поверхностях нитепроводящих органов. Блок-схема технологического процесса, протекающего в швейных машинах, связывающая натяжение и крутку на входе и на выходе, представлена на рис 1. Прямоугольники соответствуют рабочим органам машины (всевозможные направлятели, нитепроводники и игла), по ним проходит нить в процессе транспортирования от бобины до сшиваемых материалов. Стрелки обозначают входные и выходные параметры состояния нити.

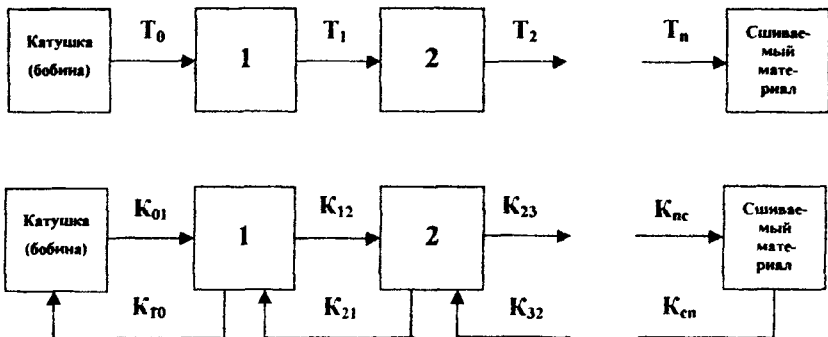


Рис. 1 Блок-схема расчета натяжения и крутки нити

Расчет натяжения нити с учетом изгибной жесткости производился следующим образом:

$$T_{i+1} = T_i k_i + \frac{EJ}{\rho_i^2} (k_i - 1) , \quad (1)$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, n$$

где  $k_i = e^{f\alpha_i}$  – тяговый фактор (коэффициент сопротивления);

$f$  – коэффициент трения;

$\alpha_i$  – угол обхвата поверхности нитью;

$E$  – модуль упругости первого рода;

$J$  – момент инерции поперечного сечения нити;

$\rho_i$  – радиус кривизны оси, огибающей стержень.

На натяжение нити также оказывает влияние и изменение скорости ее движения, поэтому, с учетом скорости и ускорения при перемещении нитки, натяжение определяли по формуле

$$T_{i+1} = (T_i - \mu v^2) k_i + \mu v^2 + \frac{\mu a \rho_i}{f} (k_i - 1) , \quad (2)$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, n$$

где  $\mu$  – масса единицы длины нити;

$v$  – скорость нити;

$a$  – ускорение нити

Последовательно вычисляя коэффициенты сопротивления направляющих поверхностей, определяли натяжение нити в зоне стежкообразования (у поверхности сшиваемых материалов) для каждого фиксированного угла поворота главного вала швейной машины, которое в момент утягивания стежка необходимо сравнивать с величиной разрывной нагрузки нити.

Аналогичным образом производился расчет крутки нити:

$$K_{i,m} \pm K_{i+1} = K_{m,i} , \quad K_{i,m} \mp K_{i+1} = K_{i,m+1} , \quad (3)$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, n ; \quad m = 1, 2, \dots, c$$

где  $K_{i,m}, K_{m,i}$  – крутка на рабочих участках до и после деформации кручения,

$K_{i,1}$  – ложная крутка;

$K_c$  – крутка, образуемая со стороны строчки при выполнении стежков (у швейных машин, выполняющих челночный стежок правой крутки:  $K_c \approx 0,9$  витка на 1 стежок).

Крутку, образуемую при протягивании нити через рабочие поверхности направителей и иглы (ложную крутку), определяли по формуле

$$K = \frac{\chi}{2\pi} \sin \theta - \frac{f \left( \frac{d}{2} \right)^2 T}{2\pi GJ_p \rho(s)} (\sin \theta \pm \cos \theta), \quad (4)$$

где  $\chi$  – кручение оси нити;

$\rho(s)$  – радиус кривизны направляющей поверхности (для поверхности в форме окружности  $\rho = \text{const}$ );

$d$  – толщина нити;

$T$  – натяжение в набегающей ветви;

$GJ_p$  – жесткость нити на кручение;

$\theta = 90 - \text{arctg}(0,001\pi d K_n)$ ;

$K_n$  – крутка нити

В результате теоретических исследований найдены все необходимые величины для определения натяжения и крутки нити, а также для определения величины естественного кручения нити при протаскивании ее через тороидальные поверхности отверстий нитенаправителей (рис.2), глазка нитепритягивателя получена формула:

$$\chi = \frac{\text{tg } \gamma}{R \text{ tg}^2 \gamma \left( 1 + \frac{R}{(r+R)} \left( \frac{R}{(r+R)} - 2 \sin \alpha' \right) \right) + R}, \quad (5)$$

где  $\gamma$  – угол вхождения нити на поверхность (угол между касательной к оси нити в точке входа на поверхность и плоскостью, перпендикулярной в данной точке оси образующего цилиндра),

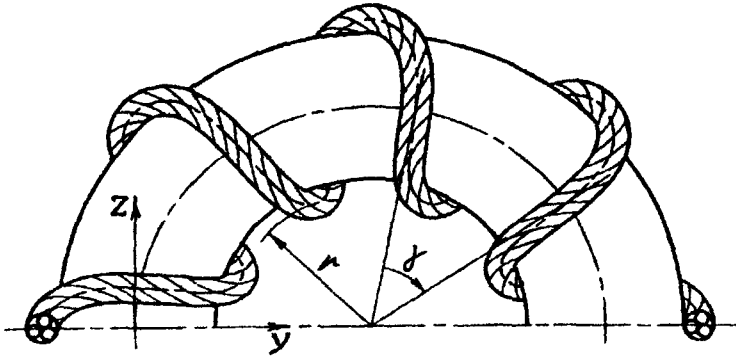
$R$  – радиус образующего цилиндра;

$r$  – радиус образующего тора;

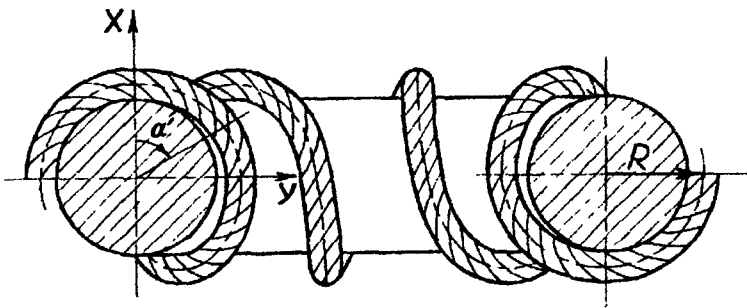
$\alpha'$  – полярный угол.

Анализируя полученное выражение (5), можно сделать вывод о том, что  $\chi$  тем меньше, чем больше  $R$ , меньше  $r$  и чем больше отклоняется угол  $\gamma$  от величины  $\frac{\pi}{4}$ , т.е. так же, как и натяжение нити, интенсивность кручения зависит от конструкции детали.

Графики, показывающие характер изменения натяжения и крутки нити в зависимости от угла поворота главного вала машины у поверхности сшиваемых материалов по результатам расчета, приведены на рис 3 и рис 4, из которых видно, что в момент утягивания стежка нить испытывает наибольшее натяжение. В этот момент происходит наибольшее раскручивание нити крутки S (до 40%), нить крутки Z получает небольшое закручивание (5-7%).

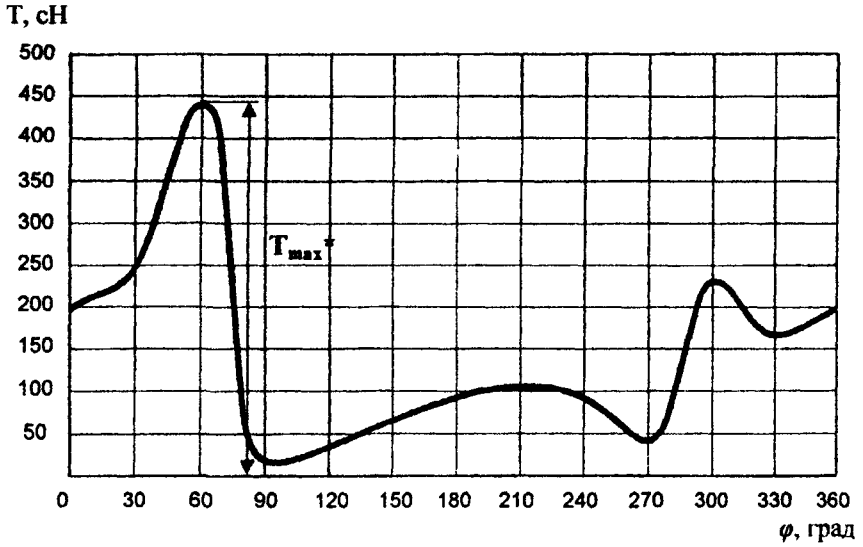


a)



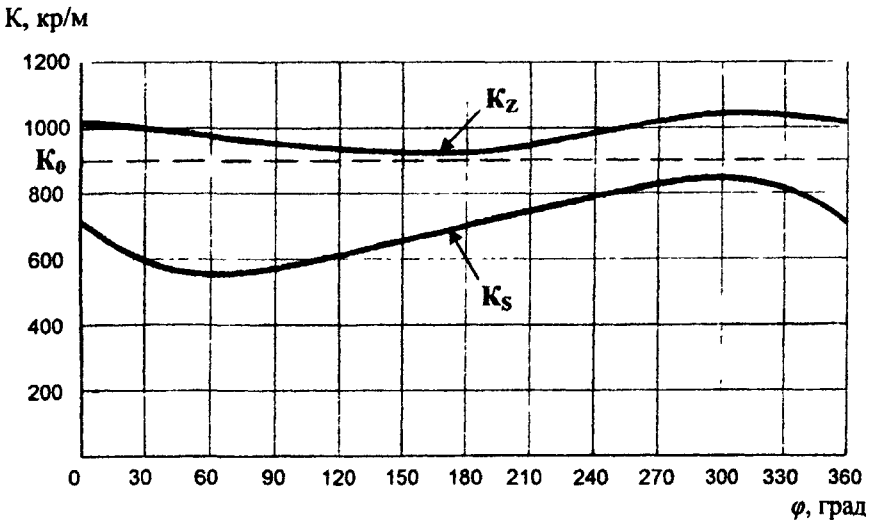
б)

Рис. 2. Определение  $\chi$  нити при протаскивании через тороидальную поверхность



\*  $T_{\max}$  – натяжение, рассчитанное без учета ударной нагрузки

а)



б)

Рис. 3. Графики изменения натяжения и крутки нити

Для упрощения расчетов в исследованиях принимают, что поверхности исполнительных органов швейной машины, по которым движется нить, в поперечном сечении имеют форму окружности. Можно подобрать такой профиль поверхности, который позволит создать минимально возможное натяжение в момент утягивания стежка и уменьшить величину изменения крутки в зоне стежкообразования. Для этого было проведено исследование влияния формы различных поверхностей на натяжение нити.

Для определения натяжения нити, перекинутой как угодно через произвольную поверхность, было использовано общее уравнение расчета натяжения нити:

$$T = T_0 \exp\left(f \int_{s_1}^{s_2} k(s) ds\right), \quad (6)$$

где  $T_0$  – начальное натяжение нити;

$f$  – коэффициент трения;

$ds$  – элемент длины нити;

$k(s)$  – кривизна нити, выраженная через натуральный параметр (длину  $s$  дуги);

$s_1, s_2$  – дуговые координаты элемента нити от некоторой произвольной точки.

В качестве примера рассмотрены поверхности, отличные от окружности (рис. 4, а, б), заданные различными кривыми линиями: 1) кривые второго порядка – эллипс (рис. 5, а, б); 2) циклические кривые – циклоида (рис. 5, в); 3) спирали – спираль Архимеда (рис. 5, г).

Расчет натяжения нити на эллиптической поверхности производился численным методом при помощи программы Project1.exe, которая реализована на языке программирования Delphi4. На основе введенных данных программа на первом и втором (промежуточных) этапах рассчитывает длину дуги и кривизну линии контакта нити с поверхностью, на третьем (заключительном) этапе вычисляет натяжение нити.

Получено выражение для определения натяжения нити, огибающего поверхность с меридиональным сечением в форме циклоиды:

$$T = T_0 \exp\left[f \arcsin\left(\frac{s_2}{4a} - 1\right) \sqrt{\frac{s_1}{4a} \left(2 - \frac{s_1}{4a}\right)} - \left(\frac{s_1}{4a} - 1\right) \sqrt{\frac{s_2}{4a} \left(2 - \frac{s_2}{4a}\right)}\right]. \quad (7)$$

где  $a$  – параметр циклоиды.

При расчете натяжения нити, взаимодействующей с направляющими поверхностями, меридиональное сечение которых выполнено в форме спирали Архимеда, использовано выражение

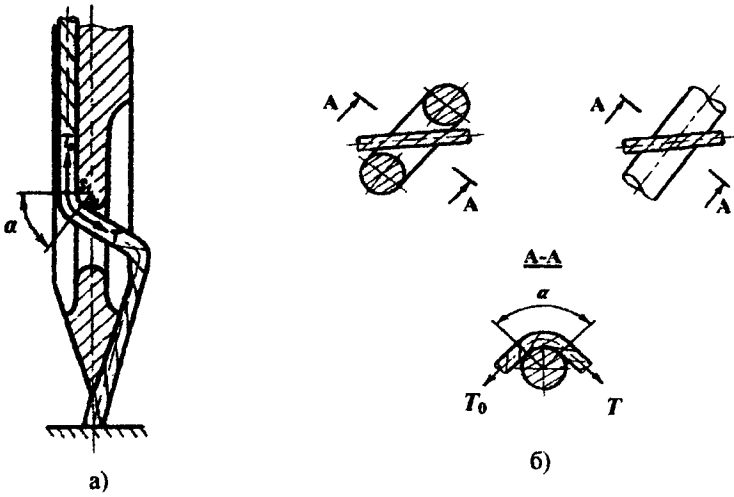


Рис. 5. Нитенаправляющие поверхности с меридиональным сечением в форме окружности

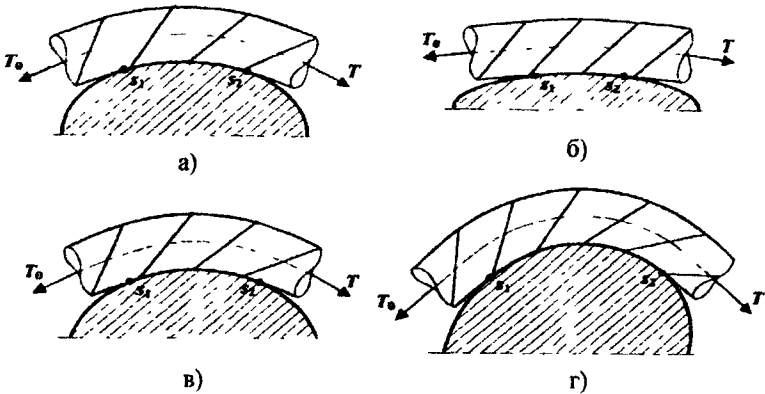


Рис. 6. Формы поверхностей, заданные кривыми линиями:  
 а) эллипс –  $a=R$ ,  $b=2/3R$ ; б) эллипс –  $a=R$ ,  $b=1/3R$ ;  
 в) циклоида –  $a=R/\pi$ ; г) спираль Архимеда –  $a=2/3R$

$$T = T_0 \exp\{f(\varphi + \arctg\varphi - \varphi_0 - \arctg\varphi_0)\}, \quad (8)$$

где  $\varphi, \varphi_0$  – углы между радиусами-векторами и полярной осью для начальной и конечной точек соответственно.

В ходе проведенных теоретических исследований влияния формы рассмотренных поверхностей (в сравнении с окружностью) на натяжение нити в зависимости от эквивалентных окружности углов обхвата при различных пунктах входа нити на данные поверхности установлено, что для поверхностей с сечением в форме эллипса и циклоиды наиболее рациональными являются пункты входа от  $30^\circ$  (эквивалентные окружности углы обхвата при этом составляют  $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ ) до  $120^\circ$  (углы обхвата:  $30^\circ < \alpha < 60^\circ$ ). При пунктах входа нити на поверхность от  $0^\circ$  до  $30^\circ$  углы обхвата  $\alpha > 90^\circ$ . Для поверхности в форме спирали Архимеда рациональными пунктами входа являются углы от  $0^\circ$  до  $30^\circ$  (углы обхвата в этом случае составляют  $0^\circ < \alpha < 120^\circ$ ). При этом натяжение нити, огибающей поверхность в форме эллипса меньше на 10-20%, в форме циклоиды – на 8-15%, в форме спирали Архимеда – на 5-6% натяжения нити, скользящей по поверхности в форме окружности. Это необходимо учитывать при конструировании деталей швейной машины (возможно также сочетание свойств каждой поверхности).

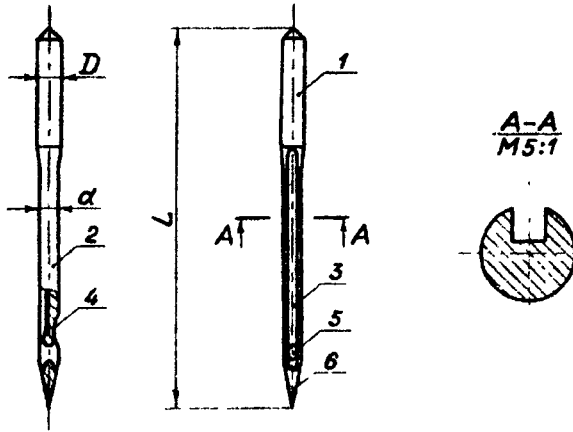
Профилирование поверхностей исполнительных органов машин не только уменьшает натяжение и, как следствие, снижает обрывность в процессе стежкообразования, но и ведет к повышению их износостойкости за счет перераспределения нормального давления на поверхности переменной кривизны и увеличению долговечности за счет увеличения изгибной прочности и жесткости деталей.

Одним из основных инструментов швейной машины является игла, которая непосредственно участвует в процессе образования стежка, поэтому ее конструкция уделено особое внимание.

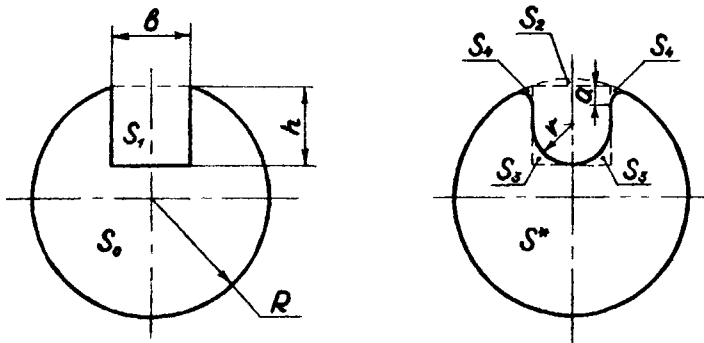
Во время шитья игла может деформироваться и ломаться, вследствие чего встает задача увеличения её изгибной прочности и жесткости в случае, если номер иглы задан (без увеличения диаметра ее стержня) (рис. 6, а, где 1 – колба, 2 – стрежень, 3 – длинный желобок, 4 – выемка, 5 – ушко, 6 – остриё, D – диаметр колбы, d – диаметр стержня, L – номинальная длина), за счет изменения формы поперечного сечения, т.е. в местах резкого изменения контура применены плавные переходы (рис.6,б).

В ходе расчёта швейной иглы № 90 на изгибную прочность и жесткость были получены следующие результаты: относительное изменение площади поперечного сечения составило 1,5%; относительное увеличение момента сопротивления площади поперечного сечения – 2,8%; изгибная прочность повысилась на 2,94%, а жесткость – на 3,12%; при этом долговечность модернизированной иглы по сравнению с иглой типового изготовления увеличилась на 12%.





a)



б)

Рис. 6. Исследование формы поперечного сечения швейных игл с целью увеличения их изгибной прочности и жесткости

**В третьей главе** экспериментально апробирована методика расчетов натяжения и крутки нити. Для исследования процесса стежкообразования на машине 1022 кл. предложена методика активного эксперимента, суть которого состоит в том, что он позволяет с достаточной точностью получать информацию о натяжении при изменении числа слоев сшиваемых материалов и линейной плотности нити, а также о величине изменения числа кручений нити на участках от катушки до сшиваемых материалов в зависимости от направления ее окончательной крутки.

Оценку натяжения нити проводили на лабораторной установке с использованием тензометрического устройства, расположенного вблизи сшиваемых материалов. В результате экспериментальных исследований установлено, что максимальное натяжение (динамическое) в момент утягивания очередного стежка у поверхности сшиваемых материалов в среднем составляет 60-70% от разрывного. С увеличением линейной плотности нити и числа слоев сшиваемых материалов натяжение нити растет.

Крутка нити на рабочих участках, закрепляемой специальными зажимами в момент останова машины, определялась на крутომере до и после процесса стежкообразования. В ходе исследований установлено, что нить левой S крутки от катушки до сшиваемых материалов имеет тенденцию к раскручиванию (в таком раскрученном состоянии, поступая в зону "игла-ткань", за счет воздействия иглы она получает дополнительное раскручивание); нить правой Z крутки – к закручиванию. Изменение числа кручений нити левой крутки у поверхности сшиваемых материалов на 10-15% больше изменения числа кручений нити правой крутки.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили теоретические расчеты, что позволило использовать полученные данные для дальнейшего использования при проектировании новых конструкций направляющих, нитеподающих устройств и игл с прогнозируемыми возможностями.

**В четвертой главе** выявлены причины обрывности ниток и проведен анализ существующих способов их устранения. Установлено, что основной причиной обрывности нитей на швейной машине является снижение их прочности в процессе образования строчки. В результате воздействий, которым подвергается нитка со стороны рабочих органов машины, ухудшаются ее первоначальные свойства, что вызывает обрывы.

Для снижения потери прочности нити следует повысить ее износостойкость, количество циклов истирания до обрыва. Это возможно при уменьшении силы трения на единицу длины контакта между направителем и нитью и ее натяжения на участке скольжения за счет закономерного увеличения радиуса кривизны поверхности:

$$F_{mp} = f \frac{dN}{dl} = f \frac{T}{\rho} \quad , \quad (9)$$

где  $f$  – коэффициент трения;  
 $dN$  – сила нормального давления нити на элемент поверхности,  
 $dl$  – длина элемента дуги поверхности;  
 $T$  – натяжение нити в данном сечении;  
 $\rho$  – радиус кривизны поверхности

На основании теоретических исследований установлено, что указанному выше требованию удовлетворяют рассмотренные поверхности: эллипс, циклоида, спираль Архимеда

Изменение формы направляющей поверхности, по которой движется нить, влияет на среднюю длину безобрывного шва: в случае, когда профиль поверхности ушка иглы имеет форму спирали Архимеда, уровень технологичности соответствует нормативному; в случае, когда профиль поверхности имеет форму эллипса или циклоиды, показатель технологичности больше в 3-5 раз по сравнению с существующим при движении нити по направляющей поверхности в форме окружности.

В пятой главе приведены результаты производственных исследований по стабилизации процесса стежкообразования на швейных машинах

Производственные испытания проводились на универсальных швейных машинах немецкой фирмы PFAFF и японской фирмы JUKI технические характеристики которых аналогичны техническим характеристикам машины 1022 кл. Для проведения исследований была изготовлена опытная партия игл с дополнительной специальной обработкой ушка. Применение таких игл на соединительно-монтажных операциях по стачиванию деталей одежды позволило увеличить производительность швейных машин в результате снижения числа обрывов и уменьшения времени на их ликвидацию.

Технологическая эффективность проведенной модернизации подтверждается на примере поточной линии по изготовлению мужских костюмов на швейной фабрике "Айвенго". В зависимости от технологической операции и технических условий ее выполнения длина безобрывного шва увеличилась в 3-5 раз, что подтверждает результаты теоретических исследований.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны прикладные вопросы, необходимые для создания новых конструкций направляющих, нитеподающих устройств и игл с прогнозируемыми возможностями, и установлены концептуальные закономерности, описывающие содержание математических процедур профилирования нитенаправляющих органов швейной машины. Выявленные закономерности позволили создать методики, повышающие эффективность проектирования этих устройств, а также прогрессивные технические разработки в технологии швейного производства.

1. Произведен расчет силового взаимодействия нити с рабочими органами швейной машины в процессе стежкообразования, позволяющий определять натяжение и крутку в любой момент времени в зависимости от положения главного вала машины, с целью выявления возможности нормализовать процесс образования стежка за счет подбора наилучшего перераспределения натяжения и крутки нити в результате изменения конструкций нитепроводящих устройств.
2. Получены формулы для нахождения крутки нити, образуемой при протягивании ее через поверхности направителей и иглы, и величины естественного кручения нити при движении по тороидальным поверхностям отверстий нитепроводников, которые позволяют оценивать величину изменения крутки нити на рабочих участках.
3. Определены зависимости натяжения нити для поверхностей с меридиональным сечением в форме эллипса, циклоиды, спирали Архимеда в сравнении с натяжением нити, огибающей поверхность в форме окружности, с целью создания минимально возможного натяжения в зоне стежкообразования. Установлено, что натяжение нити при движении по поверхности с образующей в форме спирали Архимеда на 5-6%, в форме циклоиды на 8-15%, в форме эллипса на 10-20% меньше натяжения нити при ее движении по поверхности с образующей в форме окружности.
4. Для увеличения изгибной прочности и жесткости швейных игл, поломка которых в условиях производства происходит один раз в две-три недели на одну машину, разработана конструкция машинных игл с профилем поперечного сечения, позволяющим повысить их изгибную прочность и жесткость и увеличить долговечность на 12% по отношению к иглам типового изготовления.
5. Для исследования натяжения нити в процессе пошива и влияния механических воздействий исполнительных органов швейной машины на крутку предложены методики проведения эксперимента. Экспериментальные данные подтверждают правильность теоретических выводов.
6. Выявлены причины обрывности игольной нитки на высокоскоростном швейном оборудовании и проведен анализ возможности снижения числа обрывов путем изменения степени изнашивания при уменьшении силы трения на единицу длины контакта между направителем и нитью за счет перераспределения удельного давления на поверхности переменной кривизны. При этом необходимо, чтобы сбегающая ветвь нити располагалась на большем радиусе кривизны.
7. Установлено, что для создания необходимого натяжения нити в зоне утягивания стежка и повышения ее прочности целесообразно использование швейных игл с дополнительной специальной обработкой ушка иглы, позволяющей получить профиль поверхности различной формы: эллипс, циклоида, спираль Архимеда.

- 8 Производственные испытания доказали достаточно высокую эффективность разработанных игл, применение которых позволяет нормализовать процесс стежкообразования и повысить технологический показатель – длину безобрывного шва. Средняя длина строчки, выполненная без обрыва, увеличилась в 3-5 раз. Годовой экономический эффект на 30 машин, образующих двухниточный челночный стежок, в ценах 2005 года составил 67,5 тыс.руб

### Публикации, отражающие основное содержание диссертации

- 1 Чистобородов, Г.И. Определение натяжения длинномерного текстильного продукта, огибающего поверхность с меридиональным сечением в форме циклоиды [текст] / Г.И. Чистобородов, Е.Н. Никифорова, В.В. Капралов, А.В. Глушенко (А.В. Мезенцева), Е.Г. Охотина, И.Г. Чистобородов // Известия Ивановского отделения Петровской академии наук и искусств. – 2004. – С. 167-176.
2. Глушенко, А.В (Мезенцева, А.В.) Определение величины естественного кручения нити при протаскивании через тороидальную поверхность [текст] / А.В. Глушенко (А.В. Мезенцева), Г.И. Чистобородов // Изв вузов Технол. текст. пром-сти. – 2004. – № 3. – С. 98-100.
- 3 Глушенко, А.В. (Мезенцева, А.В.) Исследование поперечного сечения швейных игл и способ увеличения изгибной прочности и жесткости [текст] / А.В. Глушенко (А.В. Мезенцева), А.Г. Свиридов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2004. – №1. – С. 101-104.
- 4 Чистобородов, Г.И. Определение натяжения длинномерного текстильного продукта, огибающего поверхность с меридиональным сечением в форме циклоиды [текст] / Г.И. Чистобородов, Е.Н. Никифорова, В.В. Капралов, А.В. Глушенко (А.В. Мезенцева), Е.Г. Охотина, И.Г. Чистобородов; Иванов гос. текст. академия. – Иваново, 2004 – 13 с. – Деп в ВИНТИ 28.06.04, № 1115 – В2004.
- 5 Пат. 37994 РФ, МКИ D 05 B 85/02. Игла для швейной машины [текст] / Свиридова А.К., Глушенко А.В. (Мезенцева А.В.), Кузнецова М.В. – № 2003128195; заявл. 22.09.03; опубл. 20.05.04, Бюл. № 14. – 4 с
- 6 Паринов, Р.М. Расчет натяжения нити на эллиптической поверхности с использованием ЭВМ [текст] / Р.М. Паринов, А.В. Глушенко (А.В. Мезенцева), Е.Г. Охотина, В.В. Капралов // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2004). тез. докл. межвуз. научно-техн. конференции / Иванов гос. текст. академия – Иваново, 2004 – С. 279-280.
7. Глушенко, А.В (Мезенцева, А.В.) Исследование проводки нити и ее силового взаимодействия с рабочими органами швейной машины [текст] / А.В. Глушенко (А.В. Мезенцева) // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2004): тез. докл. межвуз. научно-

- техн. конференции / Иванов. гос. текст. академия. – Иваново, 2004. – С. 268-269.
- 8 Глущенко, А.В. (Мезенцева, А.В.) Моделирование процесса изменения натяжения и крутки нити [текст] / А.В. Глущенко (А.В. Мезенцева), В.В. Капралов // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2004): тез. докл. междунар. научно-техн. конференции / Иванов. гос. текст. академия. – Иваново, 2004. – С. 208-209.
  9. Глущенко, А.В. (Мезенцева, А.В.) Определение ложной крутки нити при протаскивании через поверхность [текст] / А.В. Глущенко (А.В. Мезенцева), В.В. Капралов // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2005). тез. докл. междууз. научно-техн. конференции / Иванов. гос. текст. академия. – Иваново, 2005 – С. 39-40.
  10. Мезенцева, А.В. Исследование влияния формы поверхности на натяжение нити [текст] / А.В. Мезенцева // Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль-2005): тез. докл. всероссийской научно-техн. конференции / Москов. гос. текст. университет. – М., 2005 – С. 88-89.

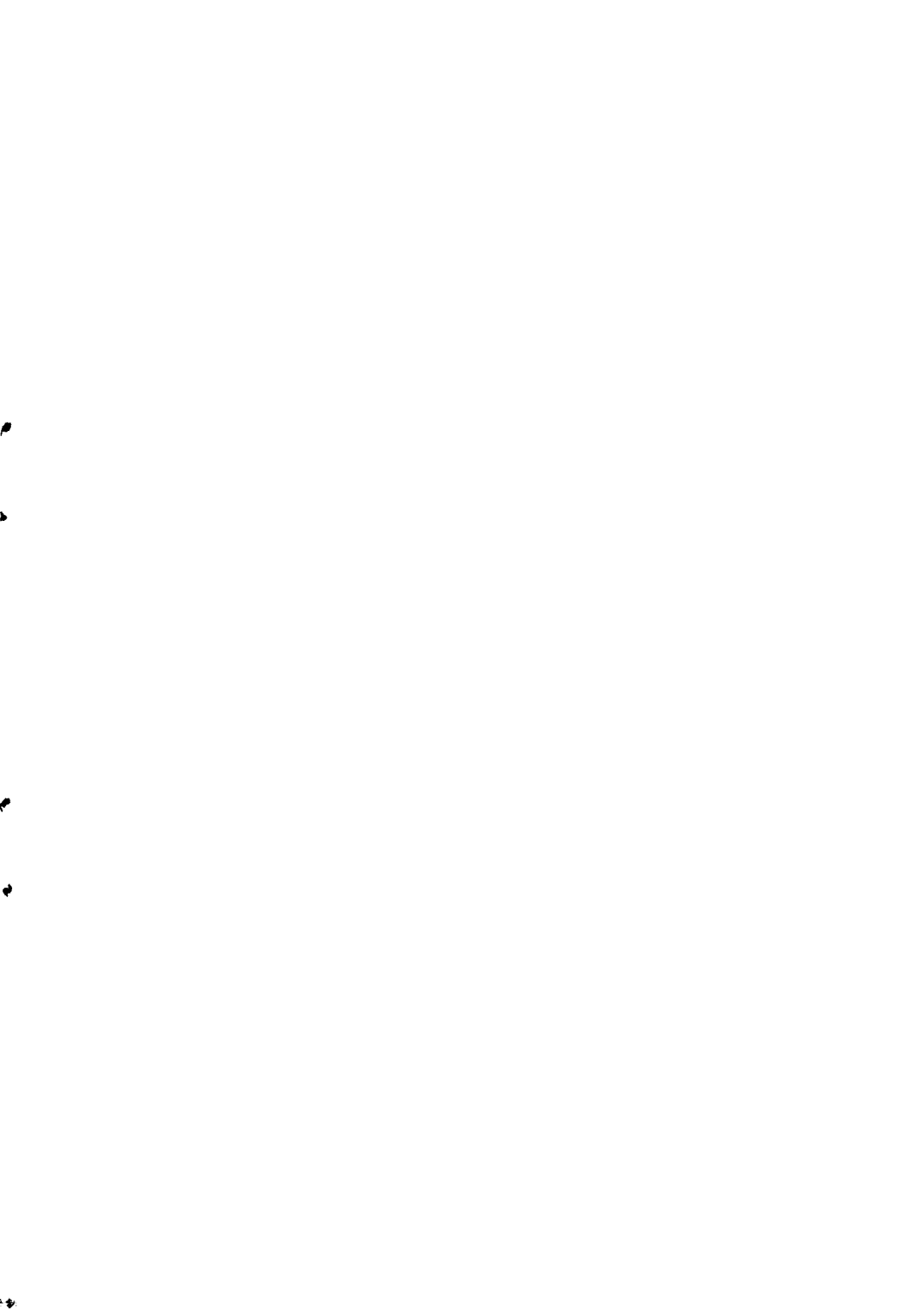
---

Лицензия ИД № 06309 от 19.11.2001 Подписано в печать 23.11.2005. Формат 1/16 60×84  
Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 2,32.  
Уч.-изд. л. 2,20. Тираж 80 экз. Заказ № 290

---

Редакционно-издательский отдел  
Ивановской государственной текстильной академии

Участок оперативной полиграфии ИГТА  
153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21



05.

РНБ Русский фонд

2007-4

944



2007-08-13