

На правах рукописи

Курч Александр Витальевич

Исследование надежности и качества игл
челночных швейных машин

Специальность 05.02.13-
"Машины и агрегаты легкой промышленности"

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1995

Работа выполнена в Московской государственной академии
легкой промышленности

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор Лопандин И. В.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Шляхтин А. В.

кандидат технических наук,
Давыдов А. П.

Ведущее предприятие: АО Артиллерийский Механический завод

Защита состоится 26. ИЮНЯ 1995 г в 12⁰⁰ часов
на заседании диссертационного совета Д-053.32.02 при Мос-
ковской государственной академии легкой промышленности по
адресу: 113806, г. Москва, ул. Осипенко, 33.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московс-
кой государственной академии легкой промышленности.

Автореферат разослан "25. МАЯ 1995 г

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук,

доцент



Б. В. Гривин

Общая характеристика работы

Актуальность работы. С целью повышения производительности труда в настоящее время стали широко применяются автоматизированные универсальные и специальные швейные машины. Высокие скорости швейных машин иногда приводят к снижению качества выполняемых операций и появлению ряда дефектов: увеличению обрывности верхней нитки, пропуску стежков, посадке и стягиванию ткани, нарушению стабильности процесса стежкообразования, снижению прочности шва.

Высокая производительность швейных машин и образование некоторых вышеперечисленных дефектов в большей степени зависят от надежности, геометрии и качества изготовления игл. Например, при использовании больших скоростей увеличивается преждевременная поломка игл. Наблюдаются случаи, когда при замене на новую иглу появляется частый обрыв верхней нитки, причиной которого является низкое качество изготовления такого мелкоразмерного элемента швейной иглы, как ушко. При этом ухудшается внешний вид строчки, снижается сортность изделия, а также затрачивается дополнительное время на осуществление процесса шитья: перезаправку нитки, частую замену вышедших из строя игл. В настоящее время не существует приборов и методов оценки качества обработки поверхностей ушка.

Ранее проводились исследования по швейным иглам: по нагреву игл и его снижению - Степнов Л.Н., Кириллин Е.И., по работе и конструкции игл - Козлов В.П., Курч В.А., Савостицкий А.В., по обрывности игольной нитки - Комиссаров А.И., натяжению верхней нитки - Лопандин И.В., Зверев-Степной

И.А., Зак И.С., Полухин В.П., Мурыгин В.Е.

Настоящая работа посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям, направленным на изучение особенностей процесса взаимодействия иглы с материалом и ниткой в высокоскоростных промышленных швейных машинах, и представляет комплексное решение задач по определению оптимальной формы, размеров и совершенствованию качества поверхности отдельных элементов игл.

Цель и задачи исследования. Целью работы является повышение надежности работы и качества изготовления швейных игл высокоскоростных промышленных швейных машин челночного стежка.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- изучены современные проблемы работы и изготовления игл промышленных швейных машин;
- выполнен теоретический анализ процесса ниточного соединения тканей машинной швейной иглой;
- изучены особенности работы швейной иглы при ее взаимодействии с тканью на высокоскоростных челночных швейных машинах;
- разработаны методы и средства оценки качества швейных игл;
- исследовано взаимодействие верхней нити с рабочими поверхностями ушка иглы;
- разработаны рекомендации заводам, изготавливающим швейные иглы.

Методы исследований. Теоретические исследования проведены с использованием основных положений теоретической механики, теории механизмов и машин, теории колебаний, металловедения. Обработка экспериментальных данных и необходимые расчеты проведены с использованием вычислительной техники.

Научная новизна работы:

- предложены динамические модели и дифференциальные уравнения, отражающие особенности силового и кинематического взаимодействия в системе "игла-ткань" и рейка;
- установлено, что при уменьшении радиуса огибаемой поверхности верхней кромки ушка иглы до величины соизмеримой с поперечным размером нитки при ее деформации в поперечном направлении образуются дополнительные дуги обхвата, величины которых значимы приогибании нитью малых радиусов и оказывают влияние на натяжение нити за счет увеличения площади соприкосновения трущихся элементов;
- предложены и успешно апробированы средства и способы определения форм отдельных элементов швейной иглы, как мелкоразмерного инструмента;
- определено влияние качества обработки и покрытий ушка иглы на величину потери прочности и обрывность верхней нитки в швейной машине;
- выявлена нестабильность величин микротвердости, в поперечных сечениях и на поверхностях игл;
- разработано, изготовлено и испытано устройство, предназначенное для количественной оценки качества обработки уш-

ка иглы без ее разрушения. Новизна технического решения подтверждена патентом России (патент RU 2003075 C1).

Практическая значимость. На основании выполненных исследований разработаны, за счет повышения жесткости иглы, предложения по предотвращению прироста длины стежка при шитье на высокоскоростных режимах.

Разработанное и изготовленное устройство для оценки качества обработки ушка швейных игл, позволяет оценить каждую внутреннюю рабочую поверхность в ушке иглы. Устройство может использоваться при контроле выпускаемой продукции и при создании игл новой конструкции.

В результате проведенных исследований сделаны рекомендации по изменению существующих конструкций игл заводам изготовителям.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на научно-техническом семинаре "Повышение эффективности производства в легкой промышленности" в ЦРДЗ (Москва 1991г), совещаниях ТС (Артинского механического завода 1991-1994гг), в ЦНИИ швейной промышленности в ходе выполнения работ по договору, при оформлении отчета (1992-1993 гг), заседаниях кафедры "Машины и аппараты легкой промышленности" (ИГАЛП, 1991-1994 гг).

Публикации. Материалы, изложенные в диссертации, нашли свое отражение в 5-ти печатных работах, в том числе 1-ом описании изобретения к патенту.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов по главам и общих выводов по работе в целом, списка литературы и приложений. Содержит 140 страниц машинописного текста, включая 69 рисунков, библиографию из 75 названий и приложений на 22 страницах.

Содержание работы

В введении дано обоснование актуальности диссертационной работы, сформулирована цель исследования.

В первой главе представлен литературный обзор по изучаемой проблеме. Показано, что игла является одним из основных рабочих инструментов швейной машины и выполняет функцию прохождения верхней нитки сквозь стачиваемый материал, образования снизу под игольной пластиной петли-напуска из нитки, а также ее защиты от взаимодействия с материалом. Игла по конфигурации является сложным мелкоразмерным инструментом, для изготовления которого требуется выполнить более тридцати операций, сохраняя при этом точность заданных размеров и высокую чистоту поверхности. Игла должна обладать высокой механической прочностью, износостойкостью и теплостойкостью, выдерживать нагрузки в поперечном и продольном направлениях. В процессе образования стежка нить огибает целый ряд поверхностей. От качества поверхностей ушка, по которым двигается нить, зависят натяжение и обрывность верхней нитки. Изучение литературы показало, что на износ и потерю прочности верхней нитки в основном оказывает влияние размер и форма иглы (особенно форма кромок ушка), скорость стачивания, крутящего момента нитки,

температура нагрева иглы, габариты и форма челночного комплекта.

Высокие скорости швейных машин приводят к снижению качества выполняемых операций и появлению ряда дефектов, зависящих от качества иглы: преждевременная поломка игл, потеря прочности, частый обрыв верхней нитки.

Из обзора литературы можно констатировать, что в настоящее время не существует работ, в которых бы достаточно полно отражалось влияние качества обработки ушка на натяжение и обрывность игольной нитки. Отсутствуют приборы и методики определения качества обработки ушка, поэтому разработка таких приборов, дающих возможность быстро и объективно оценить качество ушка без разрушения иглы, является безусловно важной задачей.

Установлено, что недостаточно изучена динамика взаимодействия иглы с рабочими органами в высокоскоростных швейных машинах, а так же с тканью и верхней нитью. До сих пор не вполне установлены причины, вызывающие дефекты при высокоскоростном стачивании материала (неравномерность длины стежка, повышенная обрывность верхней нитки, преждевременная поломка иглы).

Во второй главе рассмотрены особенности силового и kinематического взаимодействия в системе игла-ткань-рейка. Изучены факторы, влияющие на процесс увеличения длины стежка от скорости вращения главного вала швейной машины и установлена их взаимосвязь со свойствами иглы.

Составлено дифференциальное уравнение движения ткани для случая абсолютно жесткой ткани и абсолютно податливой

иглы. (Модель 1). Это уравнение устанавливает взаимосвязь между ростом длины стежка x_0 , начальной скоростью v_0 , массой ткани m , а также силой сопротивления движению F . В данном случае за начальную скорость ткани принята горизонтальная скорость рейки в момент ее ухода под игольную пластину.

Найденное выражение является аналитическим представлением известной теоремы об изменении кинетической энергии точки, из которой следует, что увеличение длины стежка при возрастании угловой скорости главного вала машины пропорционально росту скорости рейки, массы ткани и обратно пропорционально силе сопротивления F .

Уравнение является частным случаем решения задачи. Существует несколько возможных динамических моделей.

Модель 2. Абсолютно жесткая ткань и игла с постоянной поперечной жесткостью k .

В данном случае движение ткани происходит с учетом изгиба иглы. В качестве элемента динамической модели иглы предложена пружина с жесткостью k .

Модель 3. Ткань с продольной жесткостью k_t и игла с жесткостью k_i .

Представим иглу и ткань в качестве двух упругих элементов с жесткостью k_t и k_i . Очевидно, что уравнение движения ткани в этом случае будет то же, что и для модели 2.

В работе поперечную жесткость иглы k_i определяли экспериментально, рассматривая иглу, как стержень в случае приложения сосредоточенной нагрузки P на расстоянии 1 от заделки. Величина жесткости иглы зависит от физико-механических свойств стали, площади поперечного сечения иглы и точки при-

ложения изгибающей силы.

С помощью основного закона динамики составлено дифференциальное уравнение движения ткани для модели 2.

$$m \ddot{x} + kx = -F,$$

Пусть

$$q = \frac{F}{m} \quad \text{и} \quad p^2 = \frac{k}{m}.$$

Тогда:

$$x = \frac{q}{p^2} \cdot \cos(p \cdot t) + \frac{\dot{x}_0}{p} \cdot \sin(p \cdot t) - \frac{q}{p^2}$$

Согласно которого определено, что после ухода рейки под игольную пластину ткань начинает двигаться замедленно и в какой-то момент времени останавливается. Время движения ткани до останова:

$$t_0 = \frac{\pi/2 - \arctg(q/(p \cdot \dot{x}_0))}{p}$$

Подставив реальные значения определим время движения ткани до останова.

Полученное значение t_0 в случае абсолютно податливой иглы превышает t_0 , полученное для иглы с поперечной жесткостью k_i . Это указывает на то, что игла, находящаяся в ткани при своем изгибе тормозит ее, сокращая время до останова и тем самым уменьшая рост длины стежка.

Установлено, что поперечная жесткость иглы - одна из важных характеристик, влияющих на процесс перемещения материала в швейной машине, которую целесообразно повышать за счет уменьшения длины иглы и изменения профиля стержня (при-

меняя на скоростных швейных машинах иглы с дельта-профилем).

В третьей главе проведены исследования по взаимодействию верхней нитки с ушком иглы. Нитка при прохождении через ушко подвергается сложным деформациям: изгибу, растяжению, кручению и в итоге изнашивается.

Высокое натяжение и деформация нитки приводят к ее обрыву. Наиболее частый обрыв верхней нитки (99.5%) происходит при проведении ее иглой через материал, т. е. когда нитка перемещается по поверхностям верхней кромки ушка.

Ушко иглы является мелкоразмерным элементом машинной иглы и если диаметр нитки сопоставим с радиусом огибаемой поверхности, то формула Эйлера претерпевает изменения. Это происходит в тех случаях, когда нитка обладает заметной деформацией в поперечном направлении, которая приводит к фактическому увеличению угла обхвата. С учетом сказанного, уравнение Эйлера для данного случая примет вид:

$$P = Q \cdot e^{\mu \cdot (\alpha + (S_1 + S_2) / R)}$$

где P - натяжение нити на выходе,

Q - натяжение нити на входе,

μ - коэффициент трения,

α - угол обхвата,

R - радиус огибаемой поверхности,

S_1, S_2 - дополнительные дуги обхвата, соответственно на входе и выходе.

В результате расчетов по формуле (с учетом деформации

нитки) построен график изменения натяжения нитки в функции от радиуса огибаемой поверхности, согласно которого можно определить минимально допустимый радиус скругления кромок ушка. При уменьшении величины этого радиуса резко возрастает натяжение нитки.

В работе произведен расчет дополнительных дуг обхвата по силам P и Q . Значение дополнительных дуг:

$$S = \left(\frac{\ln(P/Q)}{\mu} - \alpha \right) \cdot R.$$

Для решения поставленной задачи использовались экспериментальные данные зависимости натяжения нитки от угла обхвата.

Установлено что, при изменении силы натяжения от 0 до 40 Н значение дополнительной дуги обхвата возрастает от 0.2 мм до 0.8 мм для стержня диаметром $D_r = 1$ мм, соответственно от 0.35 мм до 0.6 мм для стержня, диаметром $D_r = 0.63$ мм. Как видно величины дополнительных дуг обхвата значимы при огибании нитью малых радиусов. С увеличением силовой нагрузки на нить происходит рост ее поперечной деформации, которая увеличивает углы обхвата.

Одновременно с ростом поперечной деформации нитки увеличивается площадь контакта трущихся поверхностей и происходит возрастание натяжения нитки. Величина дополнительных дуг оказывает влияние на остаточную прочность нитки.

В работе проведен сравнительный количественный анализ оценки профилей ушка игл различных фирм-изготовителей.

За эталон сравнения выбрана игла фирмы LEO LAMMERTZ.

Для решения поставленной задачи были изготовлены шлифы игл и их фотографии при увеличении в 150 раз.

Установлено, что радиусы профилей ушка отечественных игл нестабильны и малы. Минимальный радиус 0.02 мм. У импортных игл минимальный радиус составляет 0.14 мм.

Проведенные исследования показали, что при взаимодействии иглы с нитью возникают контактные напряжения. Расчет величины этих напряжений позволяет дать количественную оценку внутренней геометрии ушка. При этом, что чем больше радиус кромки ушка, тем меньше контактные напряжения, следовательно, меньше износ нитки.

В работе проводились исследования влияния покрытий ушка игл на обрывность игольной нитки. В эксперименте использовались иглы 0320-02-90 Артинского механического завода: никелированные с химической полировкой (ХП+Н1), никелированные с химической полировкой покрытые лаком(ХП+Н1+лак); иглы №90 фирмы ORGAN хромированные с лаком и без него; нитки хлопчатобумажные N50×3. Истирание одного участка нитки оценивалось числом циклов прохождения нитки относительно ушка иглы до ее обрыва.

Как было установлено, эффект от покрытий можно получить только тогда, когда поверхность ушка перед нанесением покрытия не имеет дефектов.

Лаковое покрытие позволило снизить коэффициент трения на 35.3%, в результате наблюдалось увеличение циклов до обрыва на экспериментальной установке, с 7 до 50.

Выявлено, что при отсутствии дефектов поверхности ушка для многих игл отечественного и зарубежного производства

имеет место эффект "прирабатываемости" иглы к нити.

В четвертой главе разработаны способы и средства оценки качества игл.

Качество иглы в большой степени зависит от ее формы, качества поверхности ушка. Там, где нитка от длинного желобка через ушко протягивается в сторону короткого желобка, она подвергается большому износу из-за трения о поверхность ушка, которая должна быть отполирована и свободна от всяких неровностей.

При штамповке ушка часто встречается срезание пуансоном радиусов скругления и выкрашивание боковой поверхности ушка, влияющих на снижение прочности и увеличение обрывности игольной нитки при шитье. Данные иглы изучались под микроскопом на специально приготовленных образцах-шлифах. Разработанная методика позволяет исследовать и сравнивать профили ушка игл разных фирм-производителей. Сделанные с большим увеличением фотографии со шлифов дают возможность с большой точностью измерить размеры и изучить профили ушка.

Показано, что профиль ушка иглы отечественного производства создает для перемещения нити неблагоприятные условия, так как у верхней кромки переходы от одной грани к другой выполнены с небольшими радиусами, и нитка в этих местах испытывает большие контактные напряжения. В процессе образования стежка на швейной машине верхняя нить изменяет углы относительно оси иглы, следовательно, она входит в контакт с различными поверхностями ушка, от качества которых в значительной степени зависят износ и обрывность нитки.

Задачей исследования являлась количественная оценка качества изготовления поверхностей ушка без разрушения иглы. Качество обработки ушка определялось количеством циклов, которые выдерживает нить до обрыва при возвратно-поступательном прохождении (перетирании) о его различные поверхности. С этой целью разработана и изготовлена установка, на которой с некоторым приближением имитируются условия взаимодействия иглы с нитью в швейной машине.

Обрывность нити максимальна при минимальном угле наклона нити γ по отношению к оси иглы. Это объясняется тем, что нить при таких условиях огибает большую поверхность (две грани верхней стенки ушка) и, следовательно, истирается на большей площади. С увеличением угла γ площадь истирания уменьшается, и нить выдерживает многократное количество циклов истирания.

Установлено, что улучшение поверхностей ушка расправкой – в несколько раз увеличивает количество циклов перетирания нити до ее обрыва.

Разработанную методику и установку можно рекомендовать для оценки качества обработки ушка.

В процессе шитья один и тот же участок верхней нити проходит через ушко иглы десятки раз, при этом прочность нити значительно уменьшается от многократного перетирания.

В задачу исследования входило установление влияния качества обработки ушка иглы на потерю прочности нити в процессе образования строчек.

Прочность нитей (верхней и нижней), полученных при распускании строчки длиной 0,5 м на двух слоях шинельного сук-

на, определялась на разрывной машине FP100/1.

Установлено, что потеря прочности верхней нитки зависит от качества обработки поверхности швейных игл. Наименьшую потерю верхней нитки в процессе шитья дает игла ORGAN (Япония) 17,5%, наибольшую – игла (AM3) 28,8% (при длине стежка 4 мм).

Применение дополнительной расправки ушка отечественной иглы позволяет снизить потерю прочности верхней нитки до 23,3%. Потеря прочности верхней нитки увеличивается с уменьшением длины стежка.

Изучение конструкции иглы показало, что длинный желобок должен обеспечивать возможность свободного перемещения нитки. Ниже ушка там же располагается желобок, который выходит на коническую поверхность острия иглы. Установлено, что глубина и длина этого желобка влияют на форму прокола материала иглой и защиту игольной нити от истирания о материал. Проведенные расчеты и экспериментальные исследования показали, что защита обеспечивается на 48–60%. При отсутствии выхода желобка, расположенного ниже ушка на коническую поверхность, обеспечивается полная защита от истирания нити о ткань.

На надежность, долговечность и работоспособность промышленных игл основное влияние оказывают нагрузки, действующие на них в процессе шитья и механические свойства стали из которых они изготовлены. Вследствии малого размера игл использовался метод микротвердости, позволяющий определять твердость микроскопических объемов стали.

Представляет интерес исследование влияния отклонения микротвердости на работу игл в процессе шитья. С этой целью

на швейных и обувных фабриках производилось изучение причин отказа игл в процессе шитья. После поломки и изгиба иглы на поверхности стержня определялась микротвердость. Одной из причин отказа игл является их поломка, связанная с нестабильностью механических свойств. Установлено, что иглы, имеющие микротвердость ниже допустимой 6700 МПа при шитье пластически изгибаются, что приводит к удару острия иглы об отдельные детали машины (лапку, игольную пластину) и выходу иглы из эксплуатации. При нормальной твердости игла ломается, происходит хрупкий излом. Некоторые иглы в процессе шитья получают частичное притупление острия.

В работе проводились поверхностные измерения микротвердости в четырех точках. При этом оказалось, что микротвердость у всех испытываемых игл неравномерна. У большинства игл микротвердость снижается в сторону острия и колбы. У отдельных игл резкое снижение твердости к острию опускается до величины 5200 МПа -ниже допустимой границы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате выполненных экспериментальных и теоретических исследований дополнены положения механики рабочего процесса взаимодействия иглы с полуфабрикатом и рабочими инструментами промышленных швейных машин. Разработаны рекомендации по повышению надежности и качеству машинных швейных игл, некоторые из которых приведены ниже.

2. Составлены динамические модели и дифференциальные уравнения, отражающие особенности силового и кинематического

взаимодействия в системе "игла-ткань" и рейка. При решении уравнений установлено, что на увеличение длины стежка влияет поперечная жесткость иглы, которую можно повысить за счет уменьшения длины иглы и изменения профиля сечения стержня (дельта-профиля). На швейных машинах 31 ряда уменьшение длины стежка было достигнуто за счет замены длинной иглы (0320) на короткую (0052).

3. Установлено, что при уменьшении радиуса огибаемой поверхности верхней кромки иглы до величины соизмеримой с поперечным размером нитки при ее деформации в поперечном направлении образуются дополнительные дуги обхвата.

В результате проведенных исследований выявлено, что величины дополнительных дуг значимы приогибании нитью малых радиусов и оказывают влияние на натяжение нитки за счет увеличения площади соприкосновения трущихся элементов.

4. Расчет натяжения нитки по формуле Эйлера с учетом дополнительных дуг обхвата, позволил определить минимально допустимые радиусы огибаемой поверхности ушка иглы.

5. Предложены способ и средства для определения формы отдельных элементов швейной иглы, как мелкоразмерного инструмента.

6. Анализ внутренней геометрии ушка игл позволил количественно оценить и сравнить иглы различных фирм-изготовителей. Установлено, что радиусы скругления верхней кромки ушка ряда игл нестабильны, малы и находятся в пределах 0.02 мм-0.12 мм.

У некоторых игл эти радиусы больше, близки к теоретически расчетным величинам и имеют размеры 0.14 мм-0.27 мм.

7. Разработано, изготовлено и испытано устройство, предназначенное для количественной оценки качества обработки ушка иглы без её разрушения. Новизна технического решения подтверждена патентом России. Установлено, что снижение качества обработки ушка иглы при работе на высокоскоростных швейных машинах приводит к снижению прочности верхней нитки и ее преждевременному обрыву.

8. Определены потери прочности нитки в процессе шитья в зависимости от качества обработки ушка иглы. Улучшение поверхности ушка дополнительной полировкой у игл отечественного производства позволяет снизить потерю прочности нити.

9. Установлено, что различные покрытия ушка игл значительно влияют на обрывность верхней нитки. Так, лаковое покрытие повышает количество циклов до обрыва при истирании игольной нитки об ушко с 7 до 50 циклов.

Эффект от покрытия может быть получен только при хорошо отполированной поверхности граней ушка.

10. Проведенное изучение геометрии отечественных игл позволило установить, что защиту верхней нитки от трения о шиваемый материал обеспечивает не только длинный желобок, но и его часть расположенная ниже ушка. Расчеты и эксперименты показали, что конструкция отечественных игл позволяет защищать верхнюю нить о материал только на 48-67%.

11. Изучены изменения микротвердости в поперечных сечениях и на поверхностях игл. Установлено, что нестабильность величин микротвердости существенно влияет на работоспособность игл.

При работе на высокоскоростных швейных машинах у игл с

низкой твердостью сокращается их надежность работы из-за изгиба стержня и поломки иглы.

12. Установлено, что выполнение отдельных операций технологического процесса изготовления игл не всегда обеспечивает качество готовой продукции по геометрическим параметрам и шероховатости поверхностей.

На основании проведенных исследований для повышения качества и надежности работы иглы, снижения натяжения и обрывности верхней нити целесообразно:

- изменить конструкцию верхнего и нижнего штампов, служащих для формообразования ушка, заложив в них максимально возможные радиусы, которые обеспечат в заготовках игл мягкие переходы между плоскостями кромок ушка, что позволит обеспечить стабильность в радиусных размерах ушка и сократить время на последующей технологической операции изготовления иглы
- вибраабразивной обработки ушка;

- изменить конструкцию нижнего штампа для уменьшения длины желобка, расположенного ниже ушка, чтобы длина желобка у готовой иглы не выходила на коническую поверхность острия иглы.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Курч А. В., Лопандин И. В., "Проблемы машинных швейных игл". Материал семинара: "Повышение эффективности производства в легкой промышленности", ЦРДЗ, М. 1991. - С. 58-52.

2. Курч А. В., Лопандин И. В., Устройство для оценки качества обработки ушка игл. Патент RU 2003075 С1. 15.11.93.

3. Лопандин И. В., Курч А. В., Ильченко М. А., Воробьева

Е.А. "Исследование колебательных процессов в системе "игла-ткань" в автоматизированных промышленных швейных машинах". Сборник научных трудов МГАЛП: Автоматизация технологических процессов легкой промышленности - М., 1993. - с. 148-154.

4. Лопандин И.В., Курч А.В.. Об изменение формы нити при взаимодействии с рабочими поверхностями ушка промышленных швейных игл. Сборник научных трудов МГАЛП (в печати).

5. Лопандин И. В., Курч А. В.. О покрытиях игла промышленных швейных машин. Сборник научных трудов МГАЛП (в печати).


Ротапринт МГАЛП

Заказ № 200

Тираж - 80 экз