

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи
УДК 677. 021.125

РАХМОНОВ ИНОМЖОН МУХТОРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА
ИГЛЫ С УПРУГИМ ЭЛЕМЕНТОМ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ШВЕЙНЫХ
МАШИН**

05.02.13 – Машины и агрегаты легкой промышленности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент – 2008 год

Работа выполнена на кафедре «Технология изделий и оборудование легкой промышленности» в Бухарском технологическом институте пищевой и легкой промышленности

Научный руководитель:	доктор технических наук, профессор Джураев Анвар Джураевич
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор Шукуров Мухтор Махмудович кандидат технических наук, профессор Азимов Тохир Джураевич
Ведущая организация:	Наманганский инженерно-экономический институт

Защита диссертации состоится «__» _____ 2008 г. в __ часов на заседании специализированного совета **ДК 067.01.01** при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

По адресу: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ташкентского института текстильной и легкой промышленности.

С авторефератом на узбекском языке можно ознакомиться на сайте www.ttesi.uz

Автореферат разослан «__» _____ 2008 г.

**Ученый секретарь специализированного совета,
доктор технических наук, профессор**

Маматов А.З.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Существующий уровень развития техники и технологий предлагает использование машин, механизмов и рабочих органов, которые совершают возвратно-поступательные, качательные или сложные комбинированные движения. Такие механизмы используются как в машинах периодического (ткацкие, трикотажные, швейные, гребнечесальные, обувные и др.) так и непрерывного действия (механизмы съемных гребней чесальных машин, клубочные механизмы чесальных и ленточных машин и др.). Как правило, машины, содержащие таких механизмов, являются виброактивными и требуют применения виброизоляторов. Однако, виброизоляция, защищая фундамент и перекрытия производственного помещения от воздействия динамических нагрузок со стороны машин, не меняет ни величины, ни характера нагрузок в самой машине и поэтому не может служить средством, гарантирующим нормальную работу машины. Это отрицательно влияет на технологический процесс.

Динамические нагрузки в машине являются следствием движения ее исполнительных механизмов и рабочих органов, скорости движения которых, в соответствии с требованием увеличения производительности, все время возрастают, растут и инерционные нагрузки в звеньях механизмов. Эти нагрузки приводят к снижению срока службы кинематических пар, соединяющих звенья механизмов, к частым их разладам, снижению объема вырабатываемой продукции, что иногда делает экономически нецелесообразным повышение скорости. Однако, если найти путь к снижению инерционных нагрузок в кинематических парах механизмов, то появляется возможность дальнейшего, а иногда, значительного увеличения скоростных режимов работы механизма при сохранении или даже снижении эксплуатационных расходов, особенно в машинах швейного производства.

Исходя из вышеизложенного, разработка новых конструкций механизмов машин легкой промышленности, в частности, швейных машин позволяющих снизить динамические нагрузки и увеличить скоростные режимы работы машины, является актуальной задачей, решению которой посвящена данная диссертационная работа.

Степень изученности проблемы. Основные пути совершенствования швейных машин и механизмов направлены на повышение производительности за счет ускорения скоростных режимов, увеличения надежности технологического процесса сшивания материалов. При этом задачи решаются путем снижения массы и габаритов рабочих элементов и применением эффективных технологий их изготовления с применением автоматизированных систем управления. При этом увеличение скоростных режимов, работы рабочих органов и механизмов приводя, путем снижения нагрузок в кинематических парах с использованием упругих элементов в швейном машиностроении оставались в стороне. Поэтому данная диссертаци-

ция направлена на решение этих задач.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.

Работа выполнена в рамках научно-исследовательской программы ГКНТ Республики Узбекистан № 4.1.26 «Совершенствование существующих и создание новых технологических процессов и оборудования для легкой промышленности».

Цель исследования. Целью работы является разработка и обоснование параметров новой конструкции механизма иглы швейной машины, с упругой связью, обеспечивающих увеличение скоростных режимов работы с одновременным снижением эксплуатационных расходов.

Задачи исследования. Провести анализ исследований конструкций швейных машин, а также существующих конструкций механизмов иглы швейных машин легкой промышленности; разработать новую конструкцию механизма иглы с упругим накопителем энергии, позволяющую снизить динамические нагрузки в кинематических парах; провести кинематический анализ и оптимизационный синтез кривошипно-ползунного механизма иглы с упругими элементами; изучить закон движения механизма иглы с упругим накопителем энергии при различных скоростных режимах работы швейной машины; составить математическую модель машинного агрегата механизма иглы с упругой связью швейной машины и решением задачи динамики машинного агрегата с механизмом иглы построить графические зависимости параметров и режимов движения иглы, обосновать параметры упругой связи; экспериментально исследовать силы реакции, действующие в шарнирах механизма, с определением рациональных параметров предлагаемого механизма; провести производственные испытания швейной машины с рекомендованным механизмом иглы и обосновать его технико-экономические показатели.

Объект и предмет исследования. Универсальная швейная машина челночного стежка с рекомендуемым механизмом иглы.

Методы исследований. Теоретические исследования проводились с использованием известных методов прикладной механики, высшей математики, а также общих методов теории механизмов технологических машин, теории колебаний сложных систем. Экспериментальные исследования по определению реакции в действующих шарнирах механизма проводились методом тензометрирования. Экспериментальные исследования по оптимизации основных параметров нового механизма проводились методом математического планирования.

Основные положения, выносимые на защиту:

- новая конструкция механизма иглы с упругим элементом;
- динамическая модель и уравнение движения механизма иглы с упругой связью;
- математические модели уравнения движения машинных агрегатов с рекомендуемым механизмом иглы, полученные зависимости изменения

режимов работы в функции параметров системы;

- результаты экспериментальных исследований нагруженности механизма иглы с упругими элементами;
- результаты экспериментов математического планирования и рекомендуемые параметры системы.

Научная новизна.

На основе проведенных теоретико-экспериментальных исследований получены следующие новые научные результаты:

- на основе анализа существующих конструкций разработана новая конструкция механизма иглы швейной машины с упругой связью;
- решена задача динамики механизма иглы с упругой связью при учете динамической и механической характеристик двигателя, инерционных, упруго-диссипативных параметров механизма, а также силы сопротивления сшиваемых материалов швейной машиной. Получены зависимости изменения параметров в функции от силы сопротивления сшиваемых материалов;
- определены рациональные параметры механизма иглы с упругой связью, установлено, что при более жесткой упругой связи механизма иглы увеличится время на сжатие и уменьшится время рабочего хода сшивания материалов;
- на основе анализа кинематики механизма иглы с упругой связью, а также уравнивания механизма при различной частоте вращения кривошипа обоснованы рациональные параметры системы. Установлено, что в упругой связи механизма иглы (пружины) максимальные значения нормальных напряжений меньше чем 400 МПа, число циклов нагружения становится неограниченным.
- экспериментально определены параметры и характер силовой нагруженности механизма с упругим элементом и без него. Определен оптимальный режим работы швейной машины при использовании упругого накопителя энергии.

Научная и практическая значимость результатов исследований. По результатам проведенных исследований разработана новая конструкция механизма иглы с упругим элементом и комплексными исследованиями обоснованы необходимые параметры системы. Работоспособность предложенной конструкции механизма иглы с упругим элементом швейной машины определялось путем проведения производственных испытаний.

Реализация результатов. Разработанная конструкция механизма иглы с рекомендуемыми параметрами была испытана в Бухарском ООО «Б.Накшбандий» и СП «Пайкенттекстил» в г. Каракуле. Экономический эффект от использования швейной машины с рекомендуемым механизмом иглы составил 12176 сум на одну швейную машину в год.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и получили положительные оценки на: Республиканской

научно-теоретической конференции, посвященной 2500 – летию Бухары (Бухара, 1997); Республиканской научно-теоретической конференции «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури ва илмий салоҳият» (Ташкент, 1998); Республиканской научно-практической конференции «Шарк либослари-дизайнерлар ижод манбаи» (Ташкент, 1998); Международной научно-практической конференции «Миллий иқтисодиётда технологик жараёнларни жадаллаштириш ва энергияни тежайдиган технологиялардан фойдаланиш муаммолари» (Бухара, 2003); Республиканской научно-практической конференции «Тукимачилик, енгил ва матбаа саноатларининг замонавий технологиялари ва истикболли материаллари» (Тошкент, 2004); Международной научно-практической конференции «Globalization in Growing Economies – Building Capacity» (Saudi Arabia, 2007); научных семинарах в Бухарском технологическом институте пищевой и легкой промышленности, Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности и Наманганском инженерно-экономическом институте.

Опубликованность результатов. Основные результаты диссертации опубликованы в 14 научных статьях, из них – 4 в республиканских центральных журналах и один в зарубежном журнале, 2 патентах Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит: из введения, 5 глав, общих выводов, рекомендаций, списка используемой литературы и приложения. Содержание работы изложено на 158 страницах, содержит: рисунков 44, таблиц 15, список литературы из 90 наименований и приложения на 18 страницах.

Автор выражает благодарность профессору К.Т.Олимову и доценту Д.С.Мансуровой за ценные советы и консультации при проведении экспериментальных исследований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы, сформированы цель и задачи исследований, приведена общая методика исследований, определена научная новизна и практическая ценность работы, приведены сведения об использовании результатов исследований в промышленности.

В первой главе приведен обзор отечественных и зарубежных литературных источников по совершенствованию конструкции швейных машин и анализ конструкции механизмов иглы.

Анализ исследований швейных машин показывает, что дальнейшее совершенствование швейных машин и их рабочих органов, механизмов должен быть направлен на повышение скоростных режимов, расширение технологических возможностей, уменьшение габаритов, силовых и энергетических показателей швейных машин. С этой целью нами рекомендуется новая конструкция механизма иглы с упругой связью, выполненный на универсальной швейной машине 1022 кл. (рис 1, а).

Машина предназначена для выполнения разнообразных операций при изготовлении белья, платьев и верхней одежды. Главный вал 11 машины (рис.1.а) имеет две опоры скольжения-втулки 12 и 13. На правом конце вала закреплен маховик 14 с приводным шкивом, связанным со шкивом привода ременной передачей. На левом конце вала установлен кривошип 1 с противовесом. К кривошипу винтом закреплен двойной (коленчатый) палец 15. На наружной шейке пальца с помощью игольчатого подшипника установлена верхняя головка шатуна 2 игловодителя. Нижняя головка шатуна шарнирно соединена с цапфой, жестко закрепленного на игловодителе 7 пальца 17. Игольчатый подшипник 10 установлен на пальце 17. Игольчатый подшипник 9 установлен на пальце 15. Игольчатый подшипник 8 установлен на пальце 16. Игольчатый подшипник 7 установлен на пальце 17. Игольчатый подшипник 6 установлен на пальце 17. Игольчатый подшипник 5 установлен на пальце 17. Игольчатый подшипник 4 установлен на пальце 17. Игольчатый подшипник 3 установлен на пальце 17. Игольчатый подшипник 2 установлен на пальце 17. Игольчатый подшипник 1 установлен на пальце 17.

Игловодитель совершает возвратно-поступательные движения. Направляющими игловодителя служат втулки 18 и 4, установленные в головке рукава машины, и направляющая 16, в пазу которой перемещается камень (ползун) 3, шарнирно надетый на конец пальца 17 игловодителя. Третья направляющая улучшает работу механизма иглы, исключает возможность перекоса нижней головки шатуна. На верхнем конце игловодителя 7 установлен упругий накопитель энергии в виде пружины 8. На конце игловодителя 7 установлен иглодержатель 5, выполненный в виде хомутика, с помощью которого зажимается игла 6.

С целью частичной или полной разгрузки кинематических пар от инерционных нагрузок возвратно-поступательно движущихся частей механизма в нем предлагается установить упругие накопители энергии. Накопители энергии имеют возможность накапливать излишки инерционных

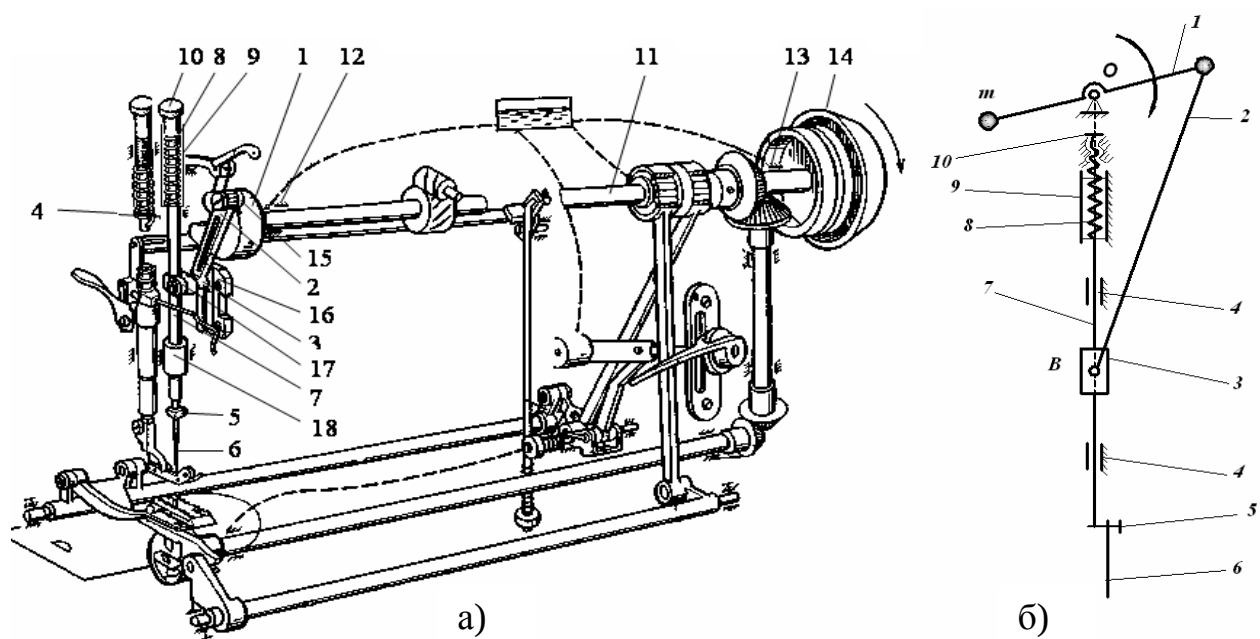


Рис. 1. а) Конструктивная схема швейной машины 1022 кл.

б) Механизм иглы с упругой связью

1-кривошип; 2-шатун; 3-ползун; 4-втулка; 5,10-винт;
6-игла; 7-игловодитель; 8-пружина; 9-гильза.

нагрузок и возвращать их в систему, когда это необходимо. Учитывая особенности конструкции головки, возможности реализации и простоту конструкции, было предложено использовать два варианта упругих накопителей - пластинчатых и цилиндрических витых пружин. В данной конструкции упругий накопитель энергии выполнен в виде цилиндрической витой пружины 8 (рис.1.б). Предварительная деформация пружины регулируется винтом 10. В этой конструкции почти не имеется ограничений величины хода иглы и напряжения витков, пружины находятся в пределах допустимого. Как и в предыдущей конструкции, разгрузка кинематических пар механизма, в этом случае, происходит за счет деформации упругого элемента-витого цилиндрической пружины. Безотрывность конструкции обеспечивается также с помощью винта 10 путем изменения предварительной деформации пружины в зависимости от скоростного режима.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям механизма иглы с упругими накопителями энергии. Для определения изменений скорости и ускорения рабочего органа, проведен кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма иглы, также определена длина упругой пружины в свободном состоянии. Полученные выражения дали возможность определить основные параметры упругой связи при ее проектировании.

В данной главе рассматривается задача в случае кинематического замыкания между ведущим и ведомым звеньями. Поскольку потеря контакта между ними невозможна (наличием зазоров в кинематических парах пренебрегаем), то за начало отсчета выберем среднее положение механизма.

Пружина на игловодителе установлена так, что она не деформирована в среднем положении механизма. Поэтому перемещение ведущего звена, в случае кинематического замыкания, записывается в виде:

$$x_1 = a \sin \omega t \quad (1)$$

Выражение для подсчета силы R , действующей со стороны ведущего звена на ведомое, примет вид:

$$R = m \ddot{x}_1 + \eta \dot{x}_1 + k x_1 \quad (2)$$

Подставляя значение x_1 из (1) в формулу (2) получим:

$$R = a \sqrt{(k - m \omega^2)^2 + (\eta \omega)^2} \sin(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{\eta \omega}{k - m \omega^2}$$

Из полученной формулы следует, что при $\eta = 0$ и $k = m \omega^2$ можно получить $R=0$ и тем самым полностью разгрузить кинематическую пару. Однако это только теоретически возможный случай, так как в реальной конструкции $\eta \neq 0$. Для правильного определения параметров механизма и устройства необходимо обоснованно выбрать все критерии: конструктивные, технологические и экономические, обеспечивающие их нормальное

функционирование. Как уже было отмечено, критерии не позволяют судить о нагрузках в самом устройстве, что может стать причиной выхода из строя элементов устройства или же невыполнения возложенных на него задач.

При синтезе механизма иглы швейной машины с накопителем энергии необходимо выполнение следующих основных условий: для нормального протекания технологического процесса пошива изделий на машине ход иглы должен иметь определенную величину (ход); обеспечение надежности и работоспособности узла связи механизм-разгрузатель; обеспечение надежности и долговечности упругого элемента устройства.

Как уже было отмечено, в качестве упругого элемента разгрузателя была выбрана цилиндрическая витая пружина. Благодаря простоте конструкции, технологичности изготовления и обслуживания цилиндрические витые пружины нашли широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Руководствуясь этим исследованием, нами было изготовлено из стандартной пружинной проволоки несколько различных цилиндрических витых пружин, у которых максимальные значения нормальных напряжений находятся в пределах 250-500 МПа. Эти пружины были подвергнуты длительным испытаниям на разработанном для этой цели стенде механизма иглы швейной машины с накопителем энергии. В результате исследований было установлено, что пружины, у которых максимальные значения нормальных напряжений ниже 400 МПа, работают надежно.

Исследовано обеспечение разгрузки кинематических пар механизма иглы до требуемой величины при различных значениях вращения кривошипа.

На основе исследований проанализированы законы движения механизма иглы с упругим элементом в предназначенных скоростных режимах движения работы швейной машины. Также проведен оптимизационный синтез механизма иглы с упругой связью швейной машины.

В третьей главе изучена динамика машинного агрегата с механизмом иглы с упругим элементом. В процессе работы на механизм иглы действуют движущая сила и силы сопротивления. При исследованиях учет всех сил, действующих на механизм иглы, позволяет получить в результате законы движения звеньев механизма более реальным. Следует отметить, что при этом система дифференциальных уравнений, описывающих движение системы, будут более сложными и могут возникать некоторые затруднения при их решении. Поэтому для упрощения задачи мы учитывали основные силы, действующие на машинный агрегат с механизмом иглы. Расчетная схема машинного агрегата с механизмом иглы приведена на рис. 2. В данном механизме точки звеньев фактически не изменяют свое положение друг к другу, так как степень свободы механизма равна единице. Упругая связь не меняет степень свободы механизма, только влияет на характер закона движения ползуна (иглы) швейной машины. Поэтому кинематика данного

механизма будет идентичной как кинематика обычного кривошипно-ползунного четырехзвенного механизма.

Вывод дифференциальных уравнений движения системы приведен с использованием уравнения Лагранжа второго рода.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} = Q(q_i), \quad (4)$$

где: $q_i, \dot{q}_i$ - обобщенная координата и ее производная i -того звена; T - кинематическая энергия системы; Π - потенциальная энергия системы; Φ - диссипативная функция Рэлея; $Q(q_i)$ - обобщенная сила i -того звена системы.

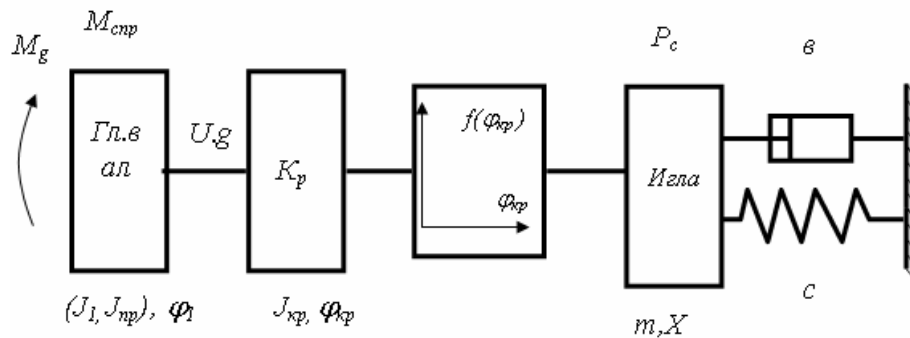


Рис. 2. Машинный агрегат с механизмом иглы с упругой связью.

Для каждой обобщенной координаты составляется отдельное уравнение Лагранжа второго рода. Для нашей системы три обобщенные координаты: φ_1 - угловое перемещение звена привода – главный вал; $\varphi_{кр1}$ - угловое перемещение кривошипа механизма иглы; X - линейное перемещение ползуна (иглы) швейной машины.

При этом математическая модель динамики машинного агрегата с механизмом иглы швейной машины имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{\dot{M}_g}{2 M_v \omega_c} &= \frac{\omega_0 - \dot{\varphi}_1 \cdot U_{g1}}{\omega_0} - \frac{M_g S_k}{2 M_k}; \\ (I_1 + I_{np}) \ddot{\varphi}_1 &= U_{g1} M_g - M_{1кр} - M_{спр}; \\ I_{кр} \ddot{\varphi}_{кр} &= U_{1кр} M_{1кр} - P_{пкк} f(\varphi_{кр}); \\ m \ddot{X} &= P_{пкк} - b \dot{X} - cX - P_c \end{aligned} \quad (5)$$

Решая задачу, можно определять необходимые параметры системы, в частности, параметры упругой связи «b» и «c», при которых обеспечивается необходимое накопление энергии для прокалывания иглой сшиваемых материалов. Исследования проводили при следующих значениях параметров:

$$\begin{aligned} \omega_c &= 314 \text{ рад / с}; & \omega_0 &= 102,6 \text{ рад / с}; & m &= 0,31 \cdot 10^{-2} \text{ кг}; & U_{g1} &= 1,0; \\ N &= 0,5 \text{ кВт}; & n &= 5000 \text{ об / мин}; & l_{кр} &= 15,5 \text{ мм}; & U_{1кр} &= 1,0; \\ I_1 &= 0,341 \cdot 10^{-2} \text{ кгм}^2; & I_{кр} &= 0,12 \cdot 10^{-4} \text{ кгм}^2; & b &= 76 \text{ Нс / м}; & c &= 4,8 \text{ Н / мм}. \end{aligned}$$

Исследования показали, что с увеличением жесткости упругой связи (в начале опускания) ускорение достигает максимального значения, а при прокалывании и прохождении сшиваемых материалов ускорение уменьшается. Из рис. 3. видно, что при $C=0$ амплитуды ускорения иглы являются одинаковыми (205 м/с^2) как при опускании, так и при подъеме игловода механизма. С увеличением жесткости упругой связи до $8,5 \text{ Н/мм}$ амплитуда ускорения хода иглы при движении вниз достигает $500 \div 520 \text{ м/с}^2$, а при сжатии снижается до $170 \div 200 \text{ м/с}^2$, то-есть с увеличением жесткости упругой связи значительно увеличивается разница амплитудных значений ускорения иглы при её подъеме и опускании (прокалывании материала). На рис. 4. приведены графические зависимости изменения амплитуд ускорения при сжатии и растяжения упругой связи механизма иглы швейной машины при варьировании параметров упругой связи и при сопротивлении сшиваемых материалов $P_c=32 \text{ Н}$. Анализом исследований установлено, что с увеличением коэффициента диссипации упругой связи до 300 Нс/м приводит к уменьшению амплитуды ускорения иглы при опускании вниз и прокалывании материала от 440 м/с^2 до 87 м/с^2 . Это объясняется тем, что при увеличении внутреннего сопротивления упругой связи поглощается некоторая энергия иглы, тем самым, уменьшая амплитудное значение ускорения иглы швейной машины. Важными являются исследования при варьировании коэффициента жесткости упругой связи механизма иглы.

Увеличение коэффициента жесткости до $15,5 \text{ Н/мм}$ позволило увеличить амплитуду колебания ускорения иглы до $580 \div 610 \text{ м/с}^2$ при опускании иглы вниз (рабочий ход) при $P_c=32 \text{ Н}$ за счет дополнительной силы сжатой упругой связи. Кроме того, выявлено, что при сжатии упругого звена (при подъеме иглы) значение ускорения уменьшается в пределах $25 \div 30 \%$ относительно ускорения иглы при увеличении жесткости до $15,5 \text{ Н/мм}$ и расчетных значениях параметров механизма иглы (рис. 5., кривая 1). Поэтому для обеспечения необходимого ускорения иглы при прокалывании сшиваемых материалов целесообразными считаются значения $9,0 \div 12,5 \text{ Н/мм}$ коэффициента жесткости и $175 \div 240 \text{ Нс/м}$ коэффициента диссипации упругой связи механизма иглы швейной машины.

Следует отметить что, с увеличением жесткости упругой связи, важным является определение изменения значения скорости прокалывания иглы. Более жесткая упругая связь приводит к повышению скорости прокалывания иглы швейной машины. Этот закон имеет нелинейный характер. Исследование показывает, что при $P_c=25 \text{ Н}$ скорость прокалывания больше, чем при $P_c=32,5 \text{ Н}$. Это объясняется тем, что при увеличении толщины сшиваемых материалов игла подходит к материалу раньше, нежели при сшивании более тонких материалов. При прокалывании иглой сшиваемых материалов, в зависимости от их толщины, меняется функция положения кривошипа в пределах от $\frac{\pi}{4}$ до $\frac{4\pi}{9}$, тем самым положение

кривошипа и скорость иглы в момент прокалывания материала. Чем больше толщина материала, тем меньше скорость прокалывания иглы, которая зависит от положения кривошипа. При одинаковой толщине сшиваемых материалов скорость прокалывания иглы будет большей при меньшем значении сил сопротивления, и наоборот, меньшей при большем значении силы сопротивления материалов. Это зависит от плотности материала.

Также важными являются исследования, при которых варьируется приведенная масса иглы. На рис. 5 приведены графические зависимости изменения разницы амплитудных значений скоростей иглы, при сжатии и растяжении упругой связи механизма от варьирования приведенной массы иглы. Из них видно, что увеличение массы иглы приводит к снижению разницы амплитудных значений скоростей при рабочем и обратном ходе движения иглы. Так при увеличении массы от $0,21 \cdot 10^{-2}$ кг до $1,0 \cdot 10^{-2}$ кг разница $\Delta \dot{x}$ уменьшится от 120 м/с до 77 м/с при $C=8,5$ Н/мм и от 90 м/с до 30 м/с при $C=4,8$ Н/мм.

Это объясняется тем, что при большей жесткости упругой связи в рабочем ходе иглы скорость также будет большей и тем самым при сжатии упругой связи скорость иглы значительно уменьшится. Поэтому при большей жесткости упругой связи разница амплитудных значений скорости иглы (рис. 5, кривые 1 и 2) будет большей. При этом увеличится неравномерность нагруженности вала кривошипа, что приводит также к увеличению неравномерности вращения кривошипа механизма иглы. Поэтому при выборе параметров упругой связи и приведенной массы иглы необходимо подходить осторожно. В обратном случае, при работе на высоких скоростях ненужная неравномерность может привести к преждевременным застоям.

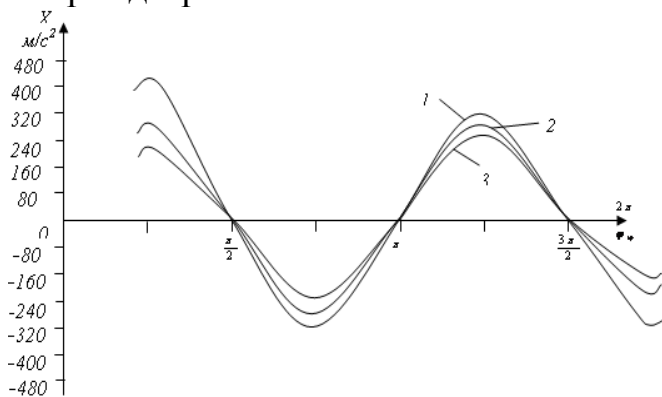


Рис. 3. Зависимости изменения ускорения иглы в функции углового перемещения кривошипа при варьации жесткости упругой связи

1-при $C=0$; 2-при $C=4,8$ Н/мм;
3-при $C=8,5$ Н/мм при $P_c=0$

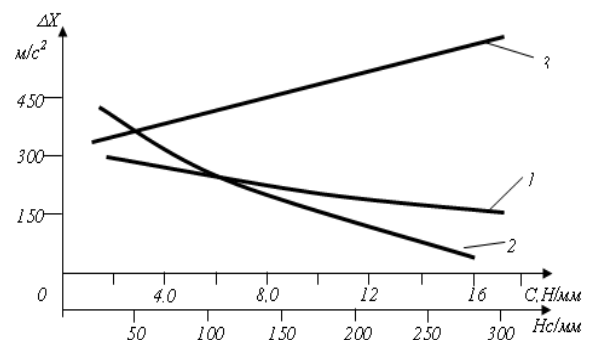


Рис. 4. Графические зависимости изменения амплитуды ускорения при сжатии и растяжения упругой связи в функции ее параметров

1- $\Delta \ddot{x} = f(c)$ – при сжатии;
2- $\Delta \ddot{x} = f(b)$ – при растяжения;
3- $\Delta \ddot{x} = f(c)$ – при растяжении
при $P_c=32$ Н.

Поэтому рекомендуемыми значениями являются $m=(0,2 \div 0,4) \cdot 10^{-2}$ кг, $C=8,5 \div 12$ Н/мм, при которых обеспечивается получение скорости и ускорения прокалывания иглы сшиваемых материалов.

В зависимости от параметров упругой связи рабочий и обратный ход

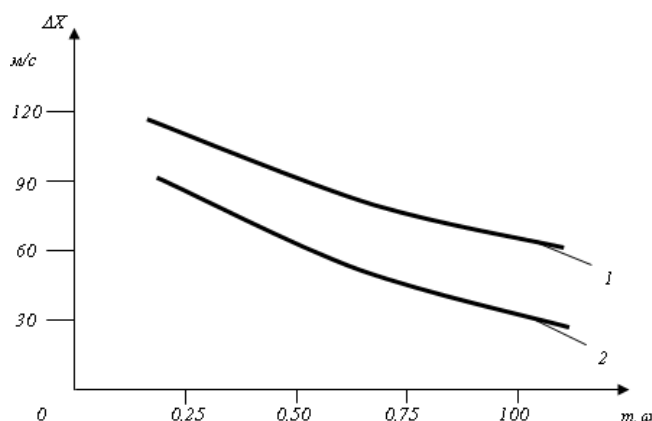


Рис. 5. Зависимости изменения разницы амплитуды скоростей иглы, при сжатии и растяжении упругой связи механизма в функции приведенной массы иглы.

- 1- $\Delta \dot{x} = f(m)$ при $C=4,8$ Н/мм;
- 2- $\Delta \dot{x} = f(m)$ при $C=8,5$ Н/мм;

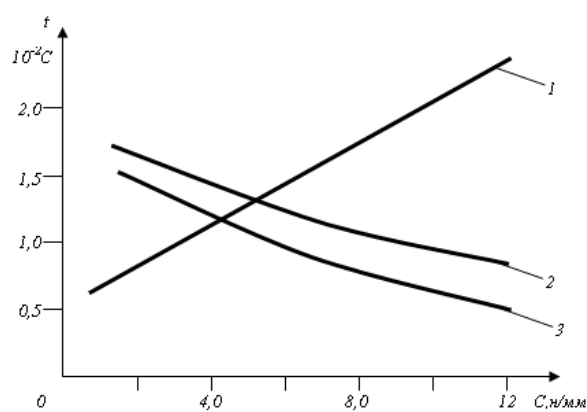


Рис. 6. Графические зависимости изменения времени сжатия и растяжения упругой связи (хода иглы) в функции коэффициента жесткости

- 1- $t=f(c)$ – при сжатии;
- 2- $t=f(c)$ – при растяжении ($P_c=32,5$ Н);
- 3- $t=f(c)$ – при растяжении ($P_c=21$ Н) и при $P_c=32$ Н

иглы осуществляется в разное время. На рис. 6 представлены зависимости изменения времени сжатия и растяжения упругой связи (хода иглы) в функции коэффициента жесткости. Из полученных графических зависимостей видно, что увеличение коэффициента жесткости упругой связи приводит к увеличению времени хода иглы при сжатии и уменьшению времени рабочего хода иглы (рис. 6). Так, при увеличении коэффициента жесткости от 2,4 Н/мм до 12,2 Н/мм время сжатия увеличится от $0,65 \cdot 10^{-2}$ С до $1,85 \cdot 10^{-2}$ С, а время рабочего хода иглы уменьшится, от $1,6 \cdot 10^{-2}$ С до $0,85 \cdot 10^{-2}$ С при сопротивлении сшиваемых материалов 32,5 Н и $1,4 \cdot 10^{-2}$ С до $0,45 \cdot 10^{-2}$ С при сопротивлении материалов 21 Н. Это объясняется тем, что при увеличении жесткости упругой связи в рабочем ходе игла движется быстрее, что способствует сжатию пружины, нежели при обратном ходе.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований швейной машины с рекомендуемым механизмом иглы.

При использовании математического планирования эксперимента появляется возможность изучения исследуемого объекта. Исследуемым объектом для проведения планирования является универсальная швейная машина.

В результате априорной информации и предварительных опытов выявлены основные факторы и уровни их варьирования, оказывающие влияние на технологический процесс. Математические модели исследуемых

параметров с учетом значимых коэффициентов можно представить в виде:

$$\bar{y}'_1 = 8.17 + 0.79X_1 + 0.33X_2 + 0.26X_3 + 0.29X_1X_2X_3$$

По результатам эксперимента высокая производительность получена при скорости главного вала 4500 мин^{-1} , при установке упругого элемента с жесткостью $12,5 \text{ Н/мм}$, при сшивании даже толстых материалов толщиной $4,5 \text{ мм}$. При этом механизм иглы с упругими накопителями энергии работает в режиме вблизи резонансной зоны при минимальной динамической нагрузке.

При исследовании механизмов швейных машин важным фактором является расчет отдельных рабочих органов с учетом сил, действующих на них. С целью определения основных параметров механизма иглы с упругими элементами нами проведены эксперименты для определения характера и величины сил, действующих в процессе работы.

Экспериментальные исследования динамических характеристик механизма иглы швейной машины позволяют получить действительные значения искомых нагрузок и оценить корректность.

Таким образом, основной целью экспериментальных исследований является в подтверждение правильности методики расчета механизма иглы с упругим накопителем энергии. Определение величины и характера изменения динамических нагрузок при применении накопителей энергии позволяет оценить целесообразность их практического использования в механизмах периодического действия швейных машин.

Экспериментальные исследования проводились на специальном стенде, разработанном и изготовленном в лаборатории кафедры «Машины, аппараты текстильной и легкой промышленности» Бухарского технологического института пищевой и легкой промышленности.

Экспериментальный стенд содержит швейную машину 1022 кл. АО «Орша» приводимая в движение электродвигателем постоянного тока типа ПН-5. Скоростной режим регулируется в диапазоне частоты вращения главного вала от 0 до 4500 мин^{-1} .

Для определения динамических нагрузок механизма иглы применен метод тензометрирования усилением сигнала и последующей записью на осциллографической ленте (рис. 7).

Величины действующих сил в кинематических парах механизма иглы определялись по известной методике с помощью тензорезисторов. Измерялись действующие силы на механизм подачи при различных скоростных режимах. Получены на осциллограмме записи действующих сил. Обработка осциллографических записей осуществлялась методом ординат. Согласно этому методу нулевая линия действующих сил разбивалась на равные интервалы. Из этих точек восстанавливалась нормаль до пересечения с кривыми осциллограмм, измерялись соответствующие ординаты. Получены ординаты действующих сил реакции на механизм. Разница действующих сил реакции на механизм иглы с упругим накопителем энергии и без него

показаны на рисунке 8. Необходимо отметить, что тензометрированием были определены характер и величина действующих сил реакции в шарнирах механизма иглы с упругим накопителем энергии и без него (рис.7).

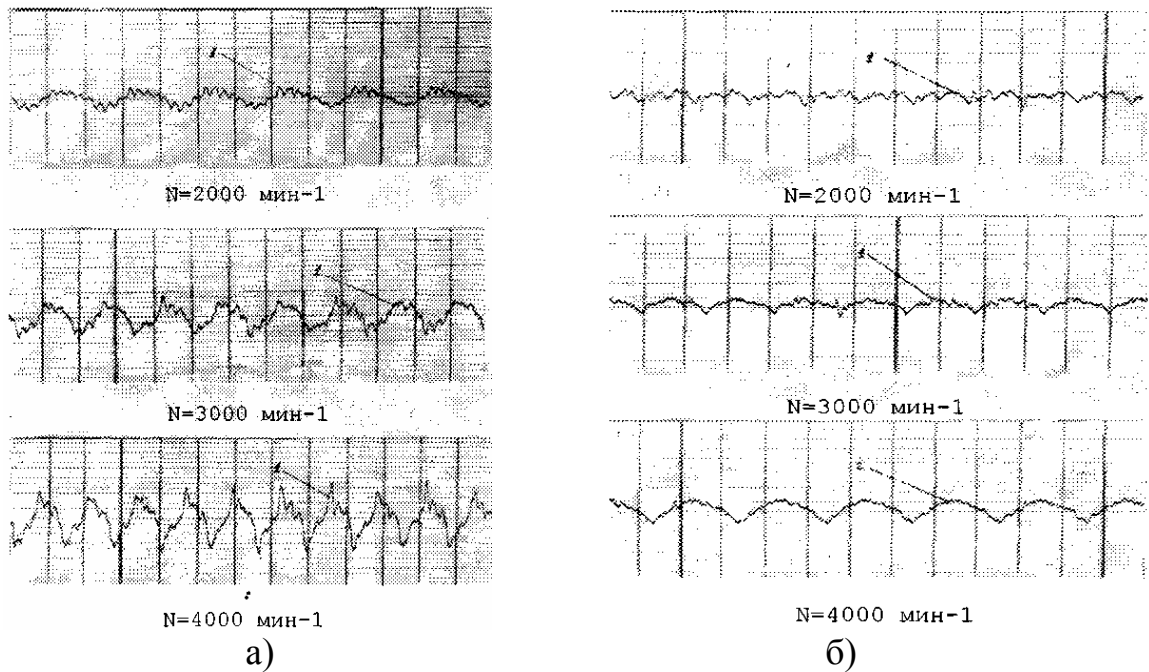


Рис. 7. Действующие силы на механизм иглы:
а) без упругого накопителя энергии; б) с упругим накопителем энергии

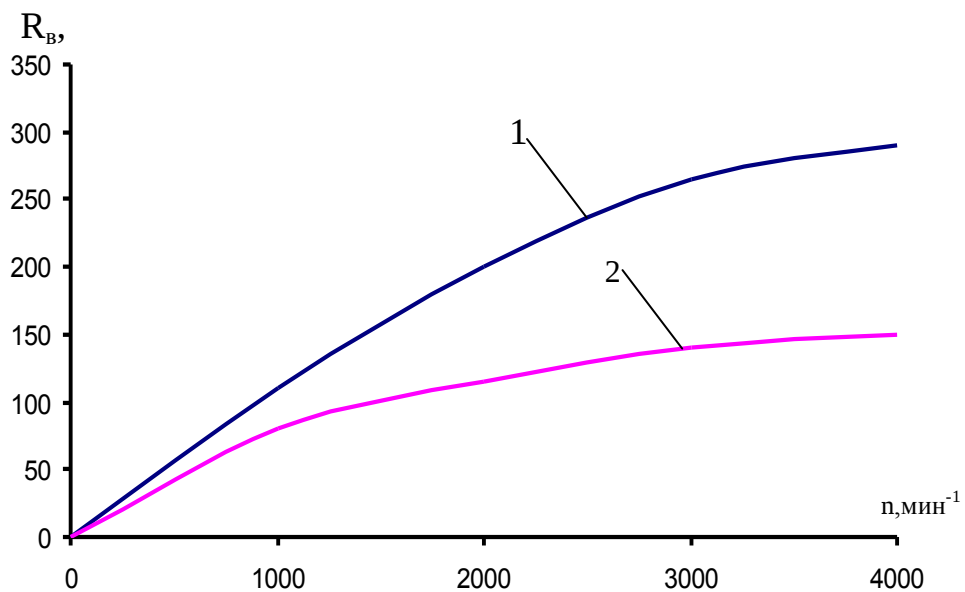


Рис. 8. Зависимость величин действующих сил на механизм иглы от скорости главного вала машины.

Полученные результаты показали, что установка механизма упругого накопителя энергии дала возможность в 2-2,5 раза снизить динамические нагрузки по сравнению с существующими (рис. 8).

Далее приведен расчет экономической эффективности, который показал, что при использовании упругого элемента (накопителя энергии) на механизм иглы позволил получение годового экономического эффекта 12176 сум на одну машину.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На основе анализа существующих конструкций механизмов иглы швейных машин, разработана новая конструкция механизма иглы с упругой связью, позволяющая увеличение производительности швейной машины.

2. Проведен кинематический анализ механизма иглы и получены зависимости параметров системы. На основе исследований проанализированы законы движения механизма иглы с упругим элементом при различных скоростных режимах движения работы швейной машины. Проведен оптимизационный синтез механизма иглы с упругой связью швейной машины.

3. Составлены и проанализированы математические модели машинных агрегатов с механизмом иглы при различных схемах воздействия упругого элемента. Решена задача динамики механизма иглы с упругой связью при учете динамической механической характеристики двигателя, инерционных, упруго-диссипативных параметров механизма, а также силы сопротивления сшиваемых материалов в швейной машиной. Получены зависимости изменения параметров в функции силы сопротивления сшиваемых материалов.

4. Установлено, что с увеличением жесткости упругой связи ускорение иглы в первом полупериоде расжатия упругой связи (в начале опускания) достигает максимального значения, а при прокалывании уменьшается. С увеличением жесткости упругой связи до 8,5 Н/мм амплитуда ускорения хода иглы при движении вниз достигает $500 \div 520 \text{ м/с}^2$, а при сжатии снижается до $170 \div 200 \text{ м/с}^2$.

5. Выявлено, что с увеличением коэффициента диссипации упругой связи до 300 Нс/м уменьшается амплитудное значение ускорения иглы при опускании вниз и прокалывании материала от 440 м/с^2 до 87 м/с^2 . Рекомендуемые значения параметров упругой связи: $C=9,0 \div 12,5 \text{ Н/мм}$, $b=175 \div 240 \text{ Нс/м}$.

6. Получены графические зависимости изменения скорости прокалывания иглой сшиваемых материалов в функции параметров механизма иглы. Установлено, что увеличение толщины сшиваемых материалов приводит к прокалыванию иглой с меньшей скоростью, а более жесткая упругая связь приводит к повышению скорости прокалывания материала иглой швейной машины. Построены графические зависимости

изменения разницы амплитудных значений скоростей иглы, при сжатии и растяжении упругой связи механизма при варьировании приведенной массы иглы. Выявлено, что увеличение массы иглы приводит к снижению разницы амплитудных значений скоростей при рабочем и обратном ходе движения иглы. Рекомендуемым значением приведенной массы иглы является $m=(0,2 \div 0,4) \cdot 10^{-3}$ кг, при которой обеспечивается получение необходимой скорости и ускорения прокалывания иглы сшиваемых материалов.

7. На основе метода математического планирования эксперимента выявлено, что при скорости главного вала 4500 мин^{-1} для обеспечения высокой производительности и наименьшей нагруженности опор и сшивания материалов толщиной 4,5мм, коэффициент жесткости упругого элемента механизма иглы должен быть равным 12,5 Н/мм.

8. Анализом экспериментально полученных значений действующих нагрузок в кинематических парах, как в существующих механизмах иглы, так и в рекомендованном механизме с упругой связью установлено, что разница действующих сил реакции в механизме иглы с упругим элементом в $2,0 \div 2,5$ раза меньше, чем в существующем механизме.

9. Ожидаемый экономический эффект от внедрения модернизированной швейной машины с механизмом иглы с упругой связью составляет 12176 сум на одну швейную машину в год.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Олимов К.Т., Рахмонов И.М., Неустроев С.В. Теоретическое определение сил реакций в шарнирах циклического механизма с упругими элементами // Ж. Проблемы механики. – Ташкент, 2003. – №6. – С. 26-29.
2. Рахмонов И.М. Технологические исследования по оптимизации основных параметров кривошипно-ползунного механизма иглы с упругими элементами швейных машин // Ж. Проблемы механики. – Ташкент, 2005. №1. – С. 41-45.
3. Джураев А., Рахмонов И., Мансурова Д.С. Динамика механизма иглы с упругим элементом швейной машины // Ж. Проблемы текстиля. – Ташкент, 2005. – №4. – С.56-60.
4. Мансурова Д.С., Рахмонов И.М., Джураев А.Д. Влияние жесткости упругого элемента и массы иглы швейной машины на режимы движения ее механизма // Вестник «Тинбо». – Ташкент, 2006. – №2. – С.86-89.
5. Djurayev, I. Rahmonov, D. Mansurova. Dynamics of crank-crawler's mechanism of the needle from the sewing machine // 2nd International Engineering Convention: Globalization in Growing Economies – Building Capacity. – Saudi Arabia, 2007. – P. 762-766.
6. Рахмонов И.М., Аликулов С.А. Теоретическое и экспериментальное определение собственной частоты колебаний головки швейной машины 1022 кл // Талабаларининг илмий маколалар туплами - Бухоро, 1997. - 35-36 б.
7. Рахмонов И.М., Абборов А.С. Совершенствование механизма челнока швейной машины 26 кл. ПМЗ // Талабаларининг илмий маколалар туплами –Бухоро, 1997. –43-44 б.
8. Рахмонов И.М., Назирова В.Р. Эластик элементли энергия йигувчи курулмали даврий игна механизмини яратиш // Кадрлар тайёрлаш миллий дастури ва илмий салохият: Респ. илмий-амалий конф. - Тошкент, 1998. – 206-210 б.
9. Неустроев С.В., Рахмонов И.М., Жураев А.Ж. Динамические исследования циклического механизма швейной машины с упругими элементами // Миллий иктисодиётда технологик жараёнларни жадаллаштириш ва энергияни тежайдиган технологиялардан фойдаланиш муаммолари: Халқаро илмий-амалий анжумани маколалар туплами. 20-22 ноябр 2003. – Бухоро, 2003. – 108-110 б.
10. Рахмонов И.М. Новая конструкция механизма иглы швейной машины // Миллий иктисодиётда технологик жараёнларни жадаллаштириш ва энергияни тежайдиган технологиялардан фойдаланиш муаммолари: Халқаро илмий-амалий анжумани маколалар туплами. 20-22 ноябр 2003.

- Бухоро, 2003. –113-114 б.
11. Рахмонов И.М. Конструктивное решение по снижению сил сопротивлений циклических механизмов // Тукимачилик, енгил ва матбаа саноатларининг замонавий технологиялари ва истикболли материаллари: Респ. илмий-амалий конф. тезислар тўплами. 25-26 май 2004. – Тошкент, 2004. –47 б.
 12. Рахмонов И.М. Разработка новых конструкций кривошипно-ползунных механизмов иглы швейных машин // Современные проблемы механики машин: Тез. докл. Респ. науч. техн. конф. с учас. заруб. ученых. – 7-8 октября 2004. – Ташкент, 2004. – С. 156-157.
 13. Джураев А., Рахмонов И., Салимов М. Математическая модель машинного агрегата иглы швейной машины // Современные проблемы математического моделирования: Труды Респ. науч. конф. – Нукус, 2005. – С.106-107
 14. Мансурова Д.С., Мансурова М.А., Рахмонов И. Новый механизм игловодителя швейной машины // Фан ва ишлаб чиқариш интеграциясини жадаллаштириш муаммолари: Респ. илмий-амалий конф. Тезислар тўплами – Бухоро, 2007. – 229 б.
 15. А.Д. Джураев, И.М. Рахмонов, Д.С. Мансурова. Тикув машинасининг игна юрутивчиси механизми // Ўзбекистон Республикаси Давлат патент – № FAP 2007 0054 ижобий қарори.
 16. А.Д. Джураев, И.М. Рахмонов, М.А. Мансурова, Д.С. Мансурова. Тикув машинасининг материални суриш механизми // Ўзбекистон Республикаси Давлат патент – № FAP 2007 0055 ижобий қарори.

Соискатель:_____

Р Е З Ю М Е

Диссертации Рахмонова Иномжона Мухторовича на тему «Разработка и обоснование параметров механизма иглы с упругим элементом универсальных швейных машин» на соискание ученой степен кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – «Машины и агрегаты легкой промышленности»

Ключевые слова. швейная машина, механизм иглы, кинематическая пара, упругий элемент, кинематика, динамика, анализ, синтез, силы реакций, оптимизация, производительность, качество стежка.

Объект исследования. Универсальная швейная машина челночной стежки с рекомендуемыми механизмами иглы.

Цель работы. Разработка и обоснование параметров новой конструкции, механизма иглы швейной машины с упругим элементом.

Методы исследований. Методы решения дифференциальных уравнений, теории механизмов технологических машин, теории колебаний сложных систем. Экспериментальные исследования проводились методами тензометрирования и математического планирования.

Полученные результаты и их новизна. Разработана новая конструкция механизма иглы швейной машины с упругой связью; получены уравнения движения механизма с упругим элементом при кинематическом замыкании между ведущими и ведомыми частями механизма; решена задача динамики механизма иглы с упругой связью при учете динамической и механической характеристик двигателя, инерционных, упруго-диссипативных параметров механизма, а также силы сопротивления сшиваемых материалов швейной машиной; экспериментально определены параметры и характер силовой нагруженности механизма с упругим элементом и без него; определен рациональный режим работы швейной машины при использовании упругого накопителя энергии.

Практическая значимость. Рекомендуемая конструкция механизма иглы швейной машины позволяет повышение производительности при качественной технологии сшивания материалов. Рекомендуется широкое использование в швейном производстве.

Степень внедрения и экономическая эффективность. Работоспособность предложенной конструкции механизма иглы с упругими элементами швейной машины определялась путем проведения производственных испытаний. Разработанная конструкция механизма иглы с рекомендуемыми параметрами была испытана на Бухарском ООО «Б.Накшбандий» и СП «Пайкенттекстиль» в г. Каракуле. Экономический эффект от использования швейной машины с рекомендуемыми механизмами иглы составил 12176 сум на одну швейную машину в год.

Область применения. По разработанной конструкции полученные результаты рекомендованы для использования в НИИ и КБ при проектировании и модернизации швейных машин.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Рахмонов Иномжон Мухторовичнинг 05.02.13 «Енгил саноат машина ва агрегатлари» ихтисослиги бўйича «Универсал тикув машиналари учун эластик элементли игна механизмини янги лойиҳасини яратиш ва параметрларини асослаш» мавзусидаги диссертациясининг

Р Е З Ю М Е С И

Таянч сўзлар. Тикув машинаси, игна механизми, кинематик жуфт, қайишқоқ элемент, кинематика, динамика, анализ, синтез, реакция кучлари, оптималлаштириш, иш унуми, чок сифати.

Тадқиқот объекти. Лойиҳаланган игна механизми, моки баҳяқаторли универсал тикув машинаси

Ишнинг мақсади. Тикув машинаси учун қайишқоқ элементли игна механизмининг конструкциясини ишлаб чиқиш ва параметрларини асослаш.

Тадқиқот усули. Мураккаб системаларда тебраниш назарияси, технологик машина ва механизмлари назариялари учун дифференциал тенгламалар ечиш усулларида назарий изланишларда ва амалий изланишларда эса тензометрик ва математик режалаштириш усулларида фойдаланилди.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Тикув машиналари учун эластик элементли игна механизмининг янги конструкцияси яратилди; етакловчи ва етакланувчи звеноларининг кинематик боғланишида эластик элементли игна механизмининг ҳаракат тенгламаси келтириб чиқарилди; тикув машинасида тикилаётган материал қаршилик кучи, звенолар инерция кучи, эластиклик кучи, электроритгичли динамик ва механик характеристикаларини ҳисобга олган ҳолда эластик элементли игна механизмининг динамик модели ишлаб чиқилди ва назарий масалалари ечилди; эластик элементли игна механизмининг зўриқишлари характери ва параметрлари экспериментал метод орқали аниқланди. Математик режалаштириш методи ёрдамида эластик элементли игна механизмининг оптимал параметрлари ва иш режими аниқланди ҳамда асослаб берилди.

Амалий аҳамияти. Таклиф қилинаётган тикув машиналари учун эластик элементли игна механизмининг янги конструкцияси ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш, тикиш сифатини яхшилаш имконини яратади. Тикувчилик ишлаб чиқариш саноатида кенг қўламда фойдаланишга тавсия этилади.

Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги. Игна механизмининг янги конструкцияси, Бухоро вилояти Қорақўл туманидаги “Пайкент-текстил” қўшма корхонасида, Бухоро шаҳар “Нақшбандий” очик турдаги ҳиссадорлик жамиятида ва “Нилуфар-95” хусусий ишлаб чиқариш корхоналарида амалда жорий этилиб, ижобий натижалар олинди ва иқтисодий самара 1 йилга 1 та тикув машинаси учун 12176 сўмни ташкил этди.

Қўлланиш соҳаси. Таклиф қилинаётган янги конструкция бўйича олинган натижалар, тавсиялар ИТИ ва КБ ларда тикув машиналарни лойиҳалаш ва такомиллаштиришда фойдаланиши мумкин.

R E S U M E

Theses of Rahmonov Inomjan Muhtorovich about subjects "Development and motivation parameter mechanism of the needle with springy element of the universal sewing machines" on competition scientist sedate candidate of the technical sciences on speciality 05.02.13 - "Machines and units to light industry"

Key words: sewing machine, mechanism of the needle, kinematic (pairs), springy element, kinematics, track record, analysis, syntheses, power reaction, optimization, capacity, quality of the stitch.

Subjects of the inquiry: The Universal sewing machine of the shuttle stitch with recommended mechanism of the needle.

Aim of the inquiry: The Purpose of the work is a development and motivation parameter to new design, mechanism of the needle of the sewing machine with springy relationship, providing increase speed state of working with simultaneous reduction of the working expenses.

Method of inquiry: The Dynamic analysis happened to with use the known methods of the decision of the differential equations, as well as the general methods to theories mechanism technological machines, theories of the fluctuations of the complex systems. The Experimental studies on determination of the reactions in acting joint of the mechanism were conducted by method tensor. The Experimental studies on optimization main parameter new mechanism were conducted by method of the mathematical planning.

The results achieved and their novelty: On base of the analysis existing design is designed new design of the mechanism of the needle of the sewing machine with springy relationship are received equations of the moving the mechanism with springy element at kinematics closing between leading and knowledge by parts of the mechanism; is solved problem speakers mechanism of the needle with springy relationship at account dynamic and mechanical feature of the engine, inertia, springy-dissident parameter mechanism, as well as power of the resistance sutured material by sewing machine; an experimental certain parameters and nature power laden mechanism with springy element and without it; also determined rational state of working sewing machine when use the springy drive to energy.

Practical value recommended design of the mechanism of the needle of the sewing machine, allows increasing to capacity under qualitative technology suture material. It is Recommended broadly use in sewing production.

Degree of embed and economic effectivity: The Designed design of the mechanism of the needle with recommended parameter was practised Bukhara "B.NAKSHBANDIY" and JV "Paykenttekstil" in Karakul. The Economic effect from use the sewing machine with recommended mechanism of the needle has formed 12176 sum on one sewing machine per annum.

Sphere of usage: On outwerkig construction got results, recommendations can be used in SRI and CB when designing and modernizations of the machines.