УДК 687.053.246; 004.942

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ИГЛОВОДИТЕЛЯ

ANALYTICAL STUDY OF NEEDLE BAR MECHANISM

Ф.Р. РАХМАТУЛИН, Р.Р. АЛЕШИН, С.А. ЕГОРОВ, С.В. СЕЛЕЗНЕВ, А.А. МУХИН

F.R. RAKHMATULIN, R.R. ALESHIN, S.A. EGOROV, S.V. SELEZNEV, A.A. MUKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)

(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)

E-mail: AleshinRustem@yandex.ru; esa21-02@mail.ru

В работе представлено трехмерное моделирование механизма игловодителя швейной машины и результаты кинематического и силового анализа. Предложена экспоненциальная зависимость реакции в опорах кинематической пары от длины шатуна. Подсчитаны коэффициенты экспоненциальной модели.

In work three-dimensional modeling of the mechanism needle drive of the sewing machine and results of the kinematic and dynamic analysis is presented. Exponential dependence of reaction in kinematic pair from length connecting rod has been as a result offered. Coefficients of exponential model are estimate.

Ключевые слова: игловодитель, трехмерное моделирование, шатун, реакция в опоре.

Keywords: needle bar, three-dimensional modelling, connecting rod, reaction in the kinematic pair.

Одним из основных механизмов швейной машины является механизм игловодителя. Именно на него ложится основная нагрузка при образовании швейной строчки. Главными усилиями, действующими на рабочие органы механизма, являются не технологические нагрузки, а инерционные – от звеньев рычажного механизма. Износ направляющих игловодителя приводит к увеличению шума в машине и, как следствие, к повышенной утомляемости оператора.

Опубликовано большое количество работ, посвященных разработке новых конструкций механизма игловодителя [1...3]. Наибольшее распространение получил кривошипно-ползунный механизм с различными модификациями. В курсе теории механизмов и машин В.А. Зиновьева [4] говорится об обратно пропорциональной зависимости между реакциями в кинематических парах и длиной шатуна.

Целью проведенного исследования являлось установление характера влияния длины кривошипа на реакции в кинематических парах. В качестве объекта исследования был принят механизм игловодителя про-

мышленной швейной машины Typical GC 6850. Работа механизма игловодителя рассматривалась в режиме установившегося движения. На рис. 1 представлена структур-ная схема рычажного механизма игловодителя (а) и структурная схема механизма иг-лы Typical GC 6850 (б).

а) б)

Рис. 1

Исследование механизма выполняли по следующей методике. На первом этапе проведено эскизирование механизма игловодителя, используемого на машине Typical GC 6850. На основании полученных эскизов в системе Компас-3D были разработаны 3D-модели деталей игловодителя и произведе-на сборка (рис. 1). На втором этапе разработаны конструкции шатунов различной длины (от 20 до 100 мм) и с помощью инструментов системы Компас-3D были определены массоцентровочные характеристики деталей механизма. На третьем этапе проведены кинематическое и кинетостатическое исследования механизма аналитическим методом по методикам подробно, описанным в [4...7].

Для программной реализации изложенных методик использовались алгоритмы, предложенные А.А. Тувиным [6]. На основании проведенных расчетов были получены модули реакций, возникающих в кинематических парах, в зависимости от угла поворота главного вала машины. Отличительной особенностью предлагаемой методики является определение центров масс и моментов инерции деталей с помощью инструментов трехмерного моделирования, что позволяет получить необходимые параметры без изготовления образцов.

Моделирование работы механизма выполняли при различной длине шатуна, которая изменялась в диапазоне от 20 до 100 мм. Для каждой рычажной пары разрабатывалась отдельная трехмерная модель механизма иглы. Расчет проводили в установившемся режиме работы по массоцентровочным характеристикам деталей, заданных при моделировании. Были получены силы, действующие в кинематических парах О, А, В и К. Параметры трехмерных моделей элементов механизма, используемые при выполнении расчетов, представлены в табл. 1. Результаты вычислений, построенные по модулям полученных значений, представлены на рис. 2 (реакции в кинематических парах: а) – реакции в кинематической паре О, б) – реакции в кинематической паре А, в) – реакции в кинематической паре В, г) – реакции в кинематической паре К).

Таблица 1

Деталь	Длина между осями L, м	Масса m, кг	Расстояние до центра масс L_S, м	Момент инерции детали J, кг/м^2
Кривошип	0,0145	0,127,89	5,131	36,96437
Шатун	0,020	0,01039	0,01168	2,5975
Шатун	0,025	0,01110	0,01450	4,0454
Шатун	0,030	0,01178	0,01731	5,9061
Шатун	0,035	0,01248	0,02007	8,2150
Шатун	0,040	0,01318	0,02281	11,0062
Шатун	0,0475	0,01414	0,02688	16,1084
Шатун	0,050	0,01457	0,02822	18,1796
Шатун	0,060	0,01596	0,03355	27,6998
Шатун	0,070	0,01736	0,03883	39,8467
Шатун	0,080	0,01875	0,04407	54,8984
Шатун	0,090	0,02014	0,04927	73,1333
Шатун	0100	0,02153	0,05445	94,82937
Камень + Хомут + + Игловодитель	-	34,88	-	-

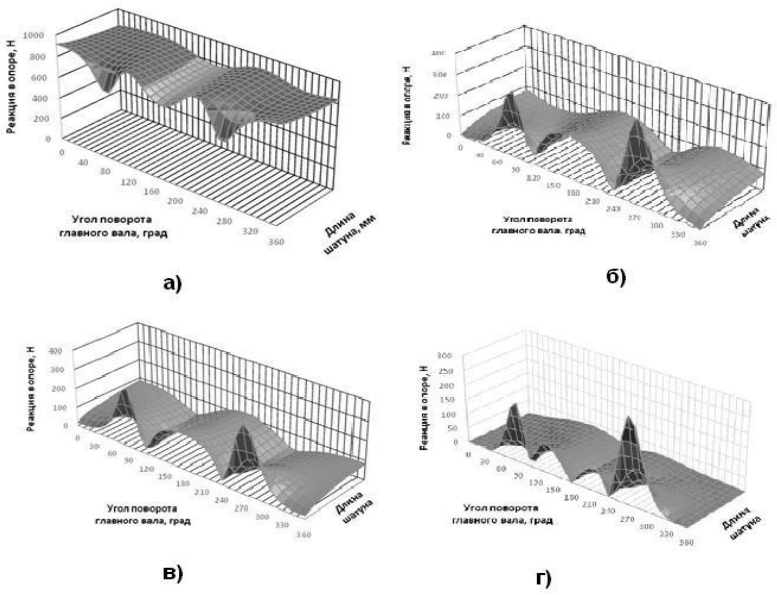

Рис. 2

При угле поворота кривошипа, равном 270°, возникают пиковые нагрузки, которые хорошо видны (рис. 2). Если построить зависимость величины пика от длины шатуна при угле поворота главного вала, равном 270° (рис. 3 – реакции в кинематических парах), то можно сделать вывод, что зависимость является экспоненциальной, выражающейся уравнением регрессии вида:

$$R = Ae^{-\frac{x}{B}} + C, \qquad (1)$$

где R – реакция в кинематической паре, Н; A – коэффициент пропорциональности, Н; B – расстояние до центра масс кривошипа, мм; C – напряжение в кинематической паре при длине шатуна больше длины насыщения (напряжения, которые возникают на прямолинейном участке зависимости), Н; x – длина шатуна, мм.

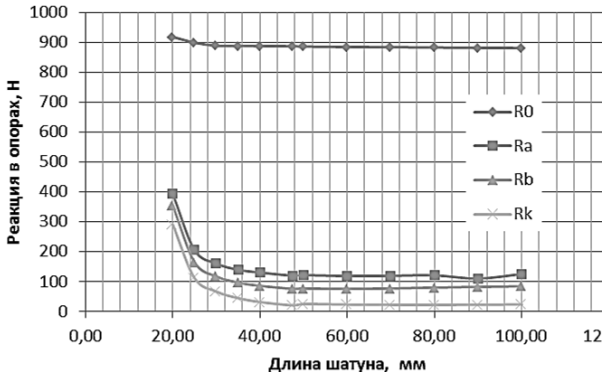

Рис. 3

Значения коэффициентов уравнения (1), рассчитанные для положения главного вала, равном 270°, приведены в табл. 2. Коэффициент детерминации, рассчитанный с помощью инструментов MS Excel, равен 0,99, что указывает на высокую корреляцию предлагаемой модели.

Таблица 2

Коэффициент уравнения	A	B	C
Реакция в кинематической паре O			
Значение	1666	5,1	885
Реакция в кинематической паре A			
Значение	13333	5,1	125
Реакция в кинематической паре B			
Значение	13333	5,1	80
Реакция в кинематической паре K			
Значение	13333	5,1	22

Характер кривых говорит о некоторой "насыщенной" длине шатуна, при которой дальнейшее увеличение длины не приводит к значительному изменению реакций, возникающих в кинематических парах.

В швейной машине Typical GC 6850 длина шатуна равна 47,5 мм. Для снижения материалоемкости узла и машины в целом рекомендуется уменьшить длину до 40 мм, что позволит сделать механизм более компактным. Анализ результатов исследования показал, что сокращение длины шатуна приведет к увеличению нагрузки менее чем на 5%.

В Ы В О Д Ы

1. Предложена методика выполнения аналитического исследования механизма привода игловодителя швейной машины Typical GC 6850, получены результаты кинематического и силового исследования.

2. Рассчитаны зависимости реакций в кинематических парах от длины шатуна рычажного механизма. Анализ одного из положений позволил установить, что увеличение длины шатуна больше длины насыщения нецелесообразно, поскольку не приводит к изменению реакций в кинематических парах.

3. Полученные уравнения регрессии, описывающие зависимость реакции в кинематических парах от длины шатуна, могут быть использованы при проектировании новых машин.

4. Предлагается сократить длину шатуна на машине Typical GC 6850 на 7,5 мм (15%), что позволит сделать механизм более компактным и сократить металлоемкость.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Патент 2245949 РФ, МПК7 D 05 B 3/02. Механизм игловодителя / А.Е. Рухович, О.Г. Терских, А.Я. Турзинков [и др.]; ОАО "Завод им. В.А. Дегтярёва". - №2004100788/12; заявл. 08.01.2004; опубл. 10.02.2005, Бюл. № 4. – 1 с.: ил.

2. Патент 2055960 РФ, МПК7 D 05 B 3/02. Механизм игловодителя швейной машины ЗИГЗАГ / Н.Н. Буренков, В.К. Зеленко, О.В. Татарников; Конструкторское бюро приборостроения. - № 93020728/12 ; заявл. 20.04.1992; опубл. 10.03.1996, Бюл. № 3. – 2 с.: ил.

3. *Лушников С.В.* Синтез прямолинейно направляющего механизма // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6. С. 80...84.

4. *Зиновьев В.А.* Курс теории механизмов и машин. – М.: Наука, 1972.

5. *Артоболевский И.И.* Теория механизмов и машин. – Изд. 4-е; перераб. и доп. – М.: Наука, 1988.

6. *Тувин А.А., Суров В.А., Андриянов В.М.* Основы автоматизированного расчета стержневых механизмов II-го класса. – Иваново: ИГТА, 1998.

7. *Кикин А.Б.* Синтез направляющего шарнирного четырехзвенника с определением полного числа параметров // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №3. С. 95...100.

R E F E R E N C E S

1. Patent 2245949 RF, MPK7 D 05 B 3/02. Mekhanizm iglovoditelya / A.E. Rukhovich, O.G. Terskikh, A.Ya. Turzinkov [i dr.]; OAO "Zavod im. V.A. Degtyareva". - №2004100788/12; zayavl. 08.01.2004; opubl. 10.02.2005, Byul. № 4. – 1 s.: il.

2. Patent 2055960 RF, MPK7 D 05 B 3/02. Mekhanizm iglovoditelya shveynoy mashiny ZIGZAG / N.N. Burenkov, V.K. Zelenko, O.V. Tatarnikov; Konstruktorskoe byuro priborostroeniya. - № 93020728/12 ; zayavl. 20.04.1992; opubl. 10.03.1996, Byul. № 3. – 2 s.: il.

3. Lushnikov S.V. Sintez pryamolineyno napravlyayushchego mekhanizma // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2005, №6. S. 80...84.

4. Zinov'ev V.A. Kurs teorii mekhanizmov i mashin. – M.: Nauka, 1972.

5. Artobolevskiy I.I. Teoriya mekhanizmov i mashin. – Izd. 4-e; pererab. i dop. – M.: Nauka, 1988.

6. Tuvin A.A., Surov V.A., Andriyanov V.M. Osnovy avtomatizirovannogo rascheta sterzhnevykh mekhanizmov II-go klassa. – Ivanovo: IGTA, 1998.

7. Kikin A.B. Sintez napravlyayushchego sharnirnogo chetyrekhzvennika s opredeleniem polnogo chisla parametrov // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2005, №3. S. 95...100.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 11.11.17.