

1. Науменко, А. М. Исследование относительной диэлектрической проницаемости моторного масла с использованием портативного измерителя импеданса / А. М. Науменко [и др.] // Инновации текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2022) = International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2022) : материалы докладов международной научно-технической конференции, Витебск, 23–24 ноября 2022 / ВГТУ. – Витебск, 2022. – С. 109–112.

УДК 677.056.666

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КАРЕТКИ

Борисов Е.А., студ., Новиков Ю.В., к.т.н., доц.
 Витебский государственный технологический университет,
 г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрен расчет механизма позиционирования каретки. Определено требуемое усилие системы электропривода. Проверочный расчет винтового механизма позиционирования. Проведена экспериментальная оценка сил позиционирования каретки многоигольного вышивального полуавтомата.

Ключевые слова: механизм позиционирования, ходовой винт, момент вращения, шаговый привод, позиция каретки, точность позиционирования, сила позиционирования.

Выполнено теоретическое исследование силового напряжения, действующего на винтовую передачу, что является одним из важных параметров в процессе работы механизма позиционирования каретки.

Кинематическая схема механизм позиционирования каретки представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Кинематическая схема механизма позиционирования

Опоры винтов на двух жестких подшипниках качения, раздвинутых на некоторое расстояние друг от друга, приближаются к заделке. Частота вращения винтов не должна превышать 85 % критической частоты.

Проверочный расчет винтовой передачи механизма позиционирования каретки вышивального полуавтомата ПВ-1-5.

Износостойкость передачи обеспечивается, если среднее давление в резьбе не превышает допустимое

$$p = \frac{F}{(\pi d_2 h z)} \leq [p]$$

где F – расчетная осевая сила действующая на винт d_2 – средний диаметр резьбы; h – рабочая высота профиля; z – число витков резьбы на высоте гайки H . Рабочая высота профиля круглой резьбы принята как для метрической 0,54P, где P – шаг резьбы. Число витков резьбы на высоте гайки H

$$z = H / P.$$

Допускаемое давление в резьбе $[p]$ для пар: закаленная сталь – бронза 10...15 МПа.

$$p = \frac{60}{(3,14 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 6,66)} = 0,028 \text{ Па} \leq [p] = 10 \text{ МПа}.$$

При малом времени эксплуатации или низкой высоте гайки, давление в резьбе повышается на 20 процентов, если имеется нагрузка не во время вращения, давление может быть повышено на 50 процентов. Давление в резьбе винтов для точных перемещений должно быть в 2,5 раза меньше, чем в приводах общего назначения.

Проверка винта на продольный изгиб.

Устойчивость винта по Эйлеру (принимая $S = 3$),

$$F \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot j}{S \cdot (\mu \cdot l)^2} = \frac{3,14^2 \cdot (2,1 \cdot 10^5) \cdot 536,68}{3 \cdot 400^2} = 2315 \text{ Н.}$$

$$j = \frac{\pi d^4}{64} \left(0,4 + 0,6 \frac{d}{d_1} \right) = \frac{3,14 \cdot 10^4}{64} \left(0,4 + 0,6 \frac{10}{8,647} \right) = 536,68 \text{ м}^4.$$

Площадь сопротивления кручению сечения винта по внутреннему диаметру резьбы (7,6 мм)

$$A_1 = (\pi d^2) / 4 = (3,14 \cdot 10^2) / 4 = 78,5 \text{ м.}$$

Радиус инерции сечения винта

$$i = \sqrt{\frac{j}{A_1}} = \sqrt{\frac{536,68}{78,5}} = 2,61 \text{ м.}$$

Принимаем для гайки $\mu = 0,7$ вместе с опорой рассматривается как заделка

$$\mu \cdot l \geq 100 \cdot i, \quad (1)$$

$$400 \geq 261.$$

Соотношение (1) выполняется для проверки устойчивости винта по Эйлеру.

$$30 \leq (3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 2,61) / (3 \cdot 400^2) = 2315 \text{ Н.}$$

Проверка винта по объемному условию прочности и устойчивости:

$$\sigma = F / A_1 = 2315 / 78,5 = 29,49 \text{ Н/м}^2,$$

значение φ : с учетом $(\mu \cdot l) / i$:

$$(\mu \cdot l) / i = 400 / 2,61 = 153,25.$$

Выбираем значение φ : $\varphi \approx 0,09$.

Откуда допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_{\text{сжс}}$

$$[\sigma]_{\text{сжс}} \cdot 0,09 = 200 \cdot 0,09 = 18 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2.$$

На рисунке 2 представлена зависимость коэффициента понижения допускаемого напряжения от гибкости стержня.

В результате эксперимента получены значения сил F_m на маховике привода диаметром 20 мм механизма позиционирования каретки в каждой позиции (1, 2, 3, 4, 5 столбцы 1, 3, 5, 7, 8 соответственно – табл. 1), сила перемещения на маховике между позициями каретки (1-2, 2-3, 3-4, 4-5 столбцы 2, 4, 6, 8 соответственно – табл. 1).

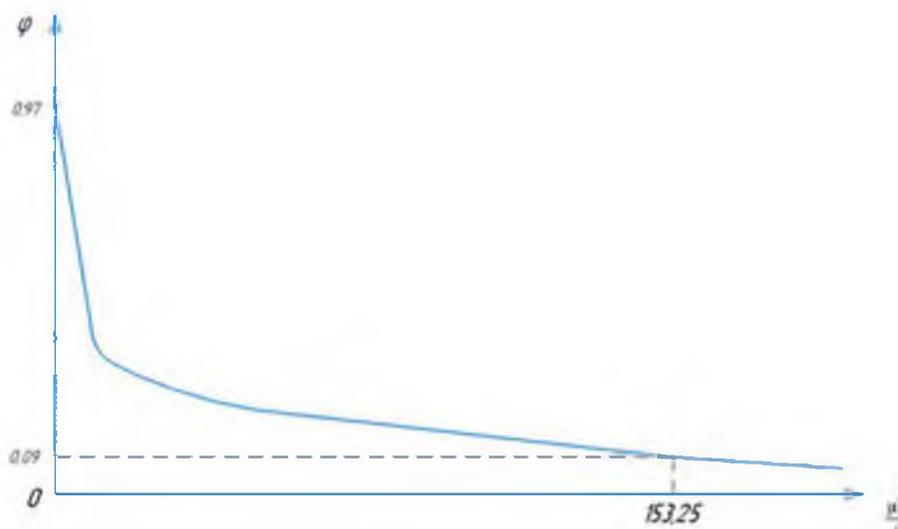


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента понижения допустимого напряжения от гибкости стержня

Таблица 1 – Обработка результатов эксперимента

Опыт	Сила F_m , Н								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ 1	46	25	45	20	60	20	35	23	48
№ 2	35	30	50	20	50	30	80	30	50
№ 3	35	20	50	20	60	30	70	30	50
№ 4	45	30	40	30	60	30	70	30	40
№ 5	40	30	45	25	70	30	45	30	35
№ 6	50	30	40	30	60	30	40	30	40
№ 7	50	30	50	20	70	30	50	20	40
№ 8	40	20	43	30	50	30	40	20	40
№ 9	30	20	40	30	50	30	45	25	30
№ 10	50	25	40	30	70	40	50	30	40

В результате исследований выполнен проверочный расчет винтовой передачи механизма позиционирования каретки вышивального полуавтомата и проведен эксперимент по определению сил на маховике привода. Экспериментальные исследования подтвердили правильность выбора параметров механизма позиционирования каретки.

Список использованных источников:

1. Интернет-портал Wikipedia. Швейная машина. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Швейная_машина
2. Интернет-портал Wikipedia. Машинная вышивка. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Машинная_вышивка
3. Новиков, Ю. В. Исследование параметров процесса резания швейных ниток / Ю. В. Новиков, С. Ю. Краснер // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2020. – № 10 (727). – С. 3–12.