

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ В ПЕРИОД ВЫПОЛНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАКРЕПКИ

*Шарстнёв В.Л., Ким Ф.А.*

В настоящее время все швейное оборудование оснащается автоматизированным приводом, который позволяет значительно сократить время на выполнение подготовительно-заключительных операций. К числу таких относится операция выполнения закрепочных стежков в начале и в конце строчки. Именно при выполнении закрепки наблюдается наиболее частая поломка иглы. Предварительный анализ экспериментальных данных показал, что это связано с характером поведения механизма двигателя материала. Поэтому вполне обоснованным является построение математической модели работы механизма двигателя материала в этот период.

Для того, чтобы проанализировать процесс выполнения автоматической за-крепки, представим механизм транспортирования как систему с двумя степенями подвижности, что на самом деле и имеет место. Кинематическая схема механизма двигателя материала приведена на рис.1. В период выполнения закрепки в качестве ведущих звеньев выступают: кривошип 1 и регулировочное звено 2, получающее движение от соответствующего электромагнита.

Характер поведения механических систем с несколькими степенями подвижности может быть описан уравнениями Лагранжа II рода.

Конкретно для нашего механизма, представленного на рис.1, такая система уравнений будет иметь следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_1} - \frac{\partial T}{\partial \varphi_1} = M_1 \quad (1) \\ \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_2} - \frac{\partial T}{\partial \varphi_2} = M_2 \quad (2) \end{array} \right.$$

где

$\varphi_1, \varphi_2$  - углы поворота звеньев 1 и 2, принятых за обобщенные координаты;

$\dot{\varphi}_1, \dot{\varphi}_2$  - угловые скорости звеньев 1 и 2;

$M_1, M_2$  - обобщенные силы, которые для этого механизма являются приведенными моментами;

$T$  - кинетическая энергия механизма.

Используя методику, изложенную в [1,2], путем преобразований получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} J_{11} \times \frac{d\omega_1}{dt} + \frac{1}{2} \frac{\partial J_{11}}{\partial \varphi_1} \times \omega_1^2 + \frac{\partial J_{11}}{\partial \varphi_2} \times \omega_1 \times \omega_2 + J_{12} \times \frac{d\omega_2}{dt} + \\ + \left( \frac{\partial J_{12}}{\partial \varphi_2} - \frac{1}{2} \frac{\partial J_{22}}{\partial \varphi_1} \right) \times \omega_2^2 = M_1 \\ J_{22} \times \frac{d\omega_2}{dt} + \frac{1}{2} \frac{\partial J_{22}}{\partial \varphi_2} \times \omega_2^2 + \frac{\partial J_{22}}{\partial \varphi_1} \times \omega_1 \times \omega_2 + J_{12} \times \frac{d\omega_1}{dt} + \\ + \left( \frac{\partial J_{12}}{\partial \varphi_1} - \frac{1}{2} \frac{\partial J_{11}}{\partial \varphi_2} \right) \times \omega_1^2 = M_2 \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} J_{22} \times \frac{d\omega_2}{dt} + \frac{1}{2} \frac{\partial J_{22}}{\partial \varphi_2} \times \omega_2^2 + \frac{\partial J_{22}}{\partial \varphi_1} \times \omega_1 \times \omega_2 + J_{12} \times \frac{d\omega_1}{dt} + \\ + \left( \frac{\partial J_{12}}{\partial \varphi_1} - \frac{1}{2} \frac{\partial J_{11}}{\partial \varphi_2} \right) \times \omega_1^2 = M_2 \end{cases} \quad (4)$$

где  $J_{11}$  - инерционный коэффициент, который определяется как обыкновенный приведенный к звену 1 момент инерции механизма с одной степенью свободы, если закрепить звено 2;

$J_{22}$  - инерционный коэффициент, который определяется как обыкновенный приведенный к звену 2 момент инерции механизма с одной степенью свободы, если закрепить звено 1;

$J_{12}$  - инерционный коэффициент, который определяется для случая, когда звенья 1 и 2 подвижны.

Полученная система нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка может быть решена только численными методами с помощью ЭВМ. Отметим, что коэффициенты в этих уравнениях являются сложными функциями двух переменных  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ , которые должны предварительно определяться.

Систему уравнений решим используя метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности.

Начальными условиями для решения системы будут следующие:

$$\begin{aligned} \varphi_1|_{t=0} &= \varphi_{1n}; & \dot{\varphi}_1|_{t=0} &= \dot{\varphi}_{1n}; \\ \varphi_2|_{t=0} &= \varphi_{2n}; & \dot{\varphi}_2|_{t=0} &= 0; \end{aligned}$$

Составленная модель поведения механизма транспортирования в период выполнения автоматической заправки позволяет теоретически исследовать кинематические и динамические характеристики автоматизированной швейной машины. Кроме этого, данная модель позволяет анализировать и периоды работы, когда механическая система имеет одну степень подвижности, то есть, по существу является универсальной для данного класса механизмов.

Для исследования математической модели проанализируем поведение механизма двигателя ткани автоматизированной швейной машины 31 ряда ПО "Промшвеймаш" (г. Орша) в период выполнения заправки. При этом основной задачей будем считать определение закона движения вала обратного хода 2 (см. рис 1.). В связи с возникающими колебательными процессами при работе электромагнита заправки, именно поведение вала обратного хода влияет на динамику работы швейного агрегата.

В общем случае период работы автоматизированной швейной машины можно разбить на 5 этапов:

1. начало выполнения передней заправки;
2. окончание выполнения передней заправки;
3. выполнение основной строчки;
4. начало выполнения задней заправки;
5. окончание выполнения задней заправки.

Исключим из рассмотрения 3 этап, поскольку в этот период механизм продвижения имеет одну степень подвижности и соответствующий анализ может быть выполнен обычными методами теории механизмов и машин.

Решение систем дифференциальных уравнений, соответствующих каждому из остальных этапов работы двигателя материала, позволил получить зависимости кинематических характеристик вала обратного хода от времени срабатывания электромагнита закрепки [3].

В качестве примера на рис.2 приведены кинематические характеристики для вала обратного хода при выполнении начала передней закрепки. Как видно из графиков, имеет место колебательный процесс обусловленный наличием упругой связи (пружины). Анализ показывает, что при выполнении закрепок коромысло 2 (см. рис.1) получает значительные (до 10.000 с<sup>-2</sup>) угловые ускорения.

Полученные кинематические характеристики позволяют выполнить силовой анализ с целью определения проектных параметров механизма перемещения, оптимальных с точки зрения работоспособности.

Объединив передовые методы синтеза рычажных механизмов [4], разработанную математическую модель и используя современные пакеты прикладных программ, можно вести проектирование и анализ новых конструкций современного швейного оборудования на более высоком научном и практическом уровнях.

#### Литература:

1. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. -М.: Наука, 1979. -576с.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. -М.: Наука, 1988. -640с.
3. Шарстнев В.Л. Динамический синтез основных механизмов швейных машин и полуавтоматов при автоматизированном проектировании. Дисс. на соискание уч. степ. к.т.н. -Витебск.: ВТИЛП, 1993. -191с.
4. Сункуев Б.С. Оптимизационный синтез регулируемых рычажных механизмов машин лёгкой промышленности. Дисс. на соискание уч. степ. д.т.н. -М.: МТИЛП, 1983. -440с.

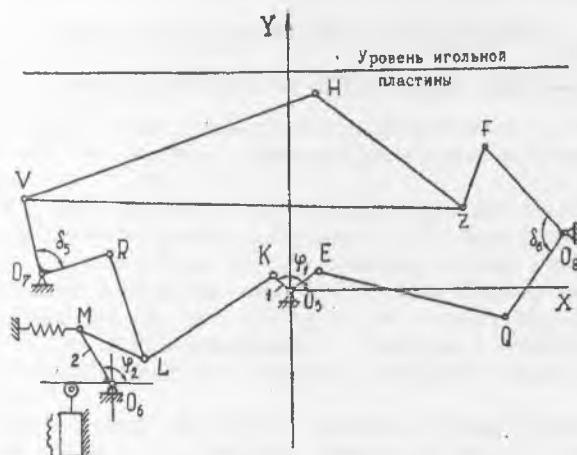
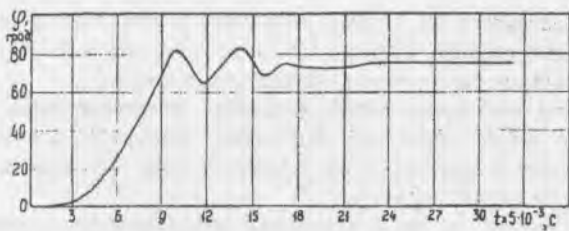
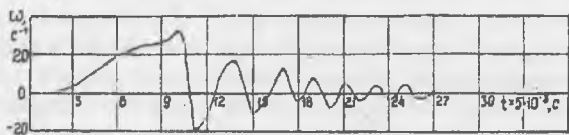


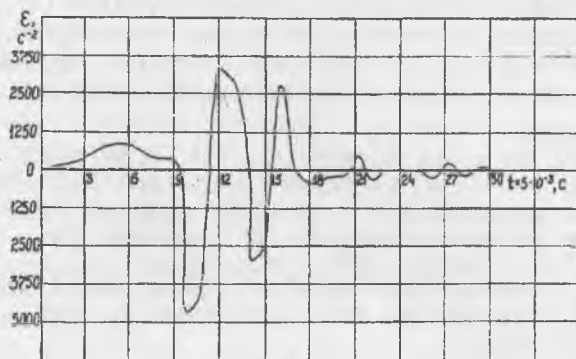
Рис. 1. Кинематическая схема механизма двигателя ткани автоматизированной швейной машины.



а.



б.



в.

а) угол поворота; б) угловая скорость; в) угловое ускорение.

Рис. 2. Кинематические характеристики для вала обратного хода в начале передней заправки.