

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШВЕЙНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Сункуев Б. С.; Кузнецова Т. В.

Производительность полуавтоматов с микропроцессорным управлением ограничивается быстродействием механизмов с шаговыми приводами (в основном координатных устройств) и определяется как инерционными параметрами механизмов, так и кинематическими параметрами режима работы шаговых двигателей. Для расчета максимально возможной производительности полуавтомата найдем выражение целевой функции, связывающее нагрузочные характеристики привода с кинематическими параметрами режима работы шагового двигателя.

Время цикла образования стежка соответствует одному обороту главного вала швейной машины. При этом частота вращения главного вала швейной машины находится из соотношения:

$$n = \frac{60}{T}, \quad (1)$$

где  $n$  - частота вращения главного вала швейной машины, об/мин;

$T$  - время цикла образования стежка, с.

Работа механизмов швейных полуавтоматов должна быть согласована с вертикальным движением иглы. Транспортирование материала ведомым звеном координатного устройства (кареткой) происходит в момент нахождения иглы вне материала за время:

$$t_{тр} = k * T, \quad (2)$$

где  $t_{тр}$  - время транспортирования материала;

$k$  - коэффициент транспортирования [1].

В соответствии с формулами (1) и (2) имеем:

$$n = \frac{60 * k}{t_{тр}}. \quad (3)$$

Перемещение каретке передается через приводной механизм от шагового двигателя. На рис. 1 представлены кинематические диаграммы ротора шагового двигателя при разгоне и торможении с постоянным ускорением,

где:  $t_p, t_t, t_{уст}$  - соответственно время разгона, торможения, установившегося движения ротора шагового двигателя;

$\omega_m$  - максимальная угловая скорость ротора шагового двигателя;

$\epsilon_m$  - модуль максимального углового ускорения ротора шагового двигателя.

Закон движения ротора шагового двигателя (рис. 1) описывается следующими зависимостями:

$$t_p = t_t = \frac{\omega_m}{\epsilon_m}, \quad (4)$$

$$t_{\text{тр}} = t_p + t_{\text{уст}} + t_T = t_{\text{уст}} + 2 * t_p. \quad (5)$$

За время  $t_{\text{тр}}$  каретка перемещается на длину стежка  $S$ :

$$S = S_p + S_{\text{уст}} + S_T, \quad (6)$$

где  $S_p, S_{\text{уст}}, S_T$  - перемещение каретки соответственно за время разгона, установившегося движения, торможения.

$$S_p = S_T = \frac{\omega_m * t_p}{2 * u}, \quad (7)$$

где  $u$  - общее передаточное число привода.

В соответствии с формулами (4), (5), (7) из (6) получаем:

$$S_{\text{уст}} = S - \frac{\omega_m^2}{u * \epsilon_m}. \quad (8)$$

$$t_{\text{уст}} = \frac{S_{\text{уст}} * u}{\omega_m}. \quad (9)$$

Подставляя (4), (8), (9) в (5), получаем:

$$t_{\text{тр}} = \frac{S * u}{\omega_m} + \frac{\omega_m}{\epsilon_m}. \quad (10)$$

Подставив (10) в (3), найдем выражение функции для определения максимально возможной производительности полуавтомата при устойчивой работе привода исследуемого механизма и соответствующих ей кинематических параметров режима работы шагового двигателя и оптимального значения передаточного числа привода:

$$n = \frac{60 * k}{\frac{S * u}{\omega_m} + \frac{\omega_m}{\epsilon_m}}. \quad (11)$$

Длина стежка и коэффициент транспортирования исключаются из варьируемых параметров функции (11), т.к. их величины задаются для конкретного типа полуавтомата в зависимости от пошиваемого материала и особенностей выполняемых швейных операций. На варьируемые параметры функции (11)  $u, \omega_m, \epsilon_m$  накладываются ограничения:

Значения угловых скоростей и угловых ускорений ротора шагового двигателя ограничиваются областью существования динамических механических характеристик для рассматриваемого типа шагового двигателя [2, 3]

$$\epsilon_{m\text{min}} \leq \epsilon_m \leq \epsilon_{m\text{max}}, \quad (12)$$

$$\omega_{m\text{min}} \leq \omega_m \leq \omega_{m\text{max}} \quad (13)$$

Значение передаточного числа привода ограничивается величиной допустимой для данной швейной операции погрешности перемещения каретки, которая принимается равной величине дискреты ее линейного перемещения  $\Delta S$ :

$$\Delta S = \frac{\Delta \alpha}{u}, \quad (14)$$

где  $\Delta \alpha$  - дискрета углового перемещения ротора шагового двигателя.

$\Delta \alpha = \text{const}$  для определенного типа шагового двигателя. Отсюда:

$$u = \frac{\Delta \alpha}{\Delta S}. \quad (15)$$

$$u_{\min} = \frac{\Delta \alpha}{\Delta S_{\max}}, u_{\max} = \frac{\Delta \alpha}{\Delta S_{\min}}, \quad (16)$$

где  $\Delta S_{\min}, \Delta S_{\max}$  - максимальное и минимальное значения дискреты линейного перемещения каретки.

Таким образом:

$$u_{\min} \leq u \leq u_{\max}. \quad (17)$$

Для обеспечения устойчивой работы приводного механизма параметры функции (11) должны удовлетворять условию согласования нагрузочных характеристик шагового привода с его динамическими механическими характеристиками, которое выражается неравенством:

$$M_d - M_n \geq 0, \quad (18)$$

где  $M_d$  - максимальный движущий момент ротора шагового двигателя;

$M_n$  - приведенный к валу шагового двигателя момент нагрузки.

Максимально возможная величина движущего момента ротора шагового двигателя для заданных значений углового ускорения и угловой скорости ротора шагового двигателя определяется набором динамических механических характеристик исследуемого шагового двигателя. Динамические механические характеристики некоторых типов шаговых двигателей определены в работах [2,3] и выражаются в виде:

$$M_d = M_d(\omega_m, \varepsilon_m). \quad (19)$$

Приведенный к валу ротора шагового двигателя момент нагрузки определяется по формуле:

$$M_n = J_{\text{пр}} * \varepsilon_m + M_{\text{спр}}, \quad (20)$$

где  $J_{\text{пр}}$  - приведенный к валу шагового двигателя момент инерции звеньев механизма;

$M_{\text{спр}}$  - приведенный к валу шагового двигателя момент сил сопротивления.

Приведенные к валу шагового двигателя момент инерции механизма и момент сил сопротивления зависят от общего передаточного числа привода:

$$J_{\text{пр}} = J_{\text{пр}}(u), \quad (21)$$

$$M_{\text{спр}} = M_{\text{спр}}(u). \quad (22)$$

В результате подстановки (21), (22) в (20) имеем:

$$M_n = M_n(u, \varepsilon_m). \quad (23)$$

Максимальная производительность полуавтомата достигается при равенстве момента нагрузки и движущего момента шагового двигателя. Потому от неравенства (18) переходим к рассмотрению его предельного случая:

$$M_d - M_H = 0. \quad (24)$$

Из условия (24) после подстановки в него формул (19), (23) находим выражение угловой скорости:

$$\omega_m = \omega_m(u, \varepsilon_m). \quad (25)$$

После подстановки выражения (25) в формулу (11), функция с тремя варьируемыми параметрами заменяется эквивалентной функцией с двумя варьируемыми параметрами  $u, \varepsilon_m$ , оптимизация которой проводится по методу золотого сечения [4]:

$$n = \frac{60 \cdot k}{\frac{S \cdot u}{\omega_m(u, \varepsilon_m)} + \frac{\omega_m(u, \varepsilon_m)}{\varepsilon_m}}. \quad (26)$$

Предлагаемый способ оптимизации производительности швейных полуавтоматов с микропроцессорным управлением был применен при проектировании шагового привода механизма зигзага петельного полуавтомата с микропроцессорным управлением. Результаты расчета представлены в виде графиков на рис.2.

#### ВЫВОДЫ

1. Предложен способ повышения производительности швейных полуавтоматов с микропроцессорным управлением путем определения для нагрузочных характеристик приводных механизмов оптимальных кинематических параметров режима работы шаговых двигателей.
2. По описанной методике проведена оптимизация приводных механизмов петельного полуавтомата с микропроцессорным управлением.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полухин В.П., Милосердный Л.К. Конструктивно-унифицированный ряд швейных машин класса 31 с горизонтальной осью челнока. - М.: Легпромбытиздат, 1991. - 80 с.
2. Дусматов Х.С. Разработка и исследование механизмов вышивального полуавтомата с микропроцессорным управлением: Дисс.... канд.техн.наук: 05.02.13/ Науч. рук. д.т.н., проф. Сункуев Б.С., ВГТУ.- Витебск, 1995-303с.
3. Дусматов Х.С., Сункуев Б.С., Радченко Э.В. Экспериментальное исследование механических характеристик шагового электродвигателя // Сб. науч. трудов ВГТУ.ч.1./ВГТУ - Витебск, 1995, с 127-129.
4. Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран, Паскаль.- Томск: МП "РАСКО", 1991.- 272 с.

#### SUMMARY

The method of productivity increase of microprocessor driven sewing half-automatic devices is offered by means of determining optimal kinematic parameters of step engines operation mode for loading characteristics of driven mechanisms.

According to the method described the optimization of microprocessor driven loop half-automatic device was carried out.

Закон движения ротора шагового двигателя

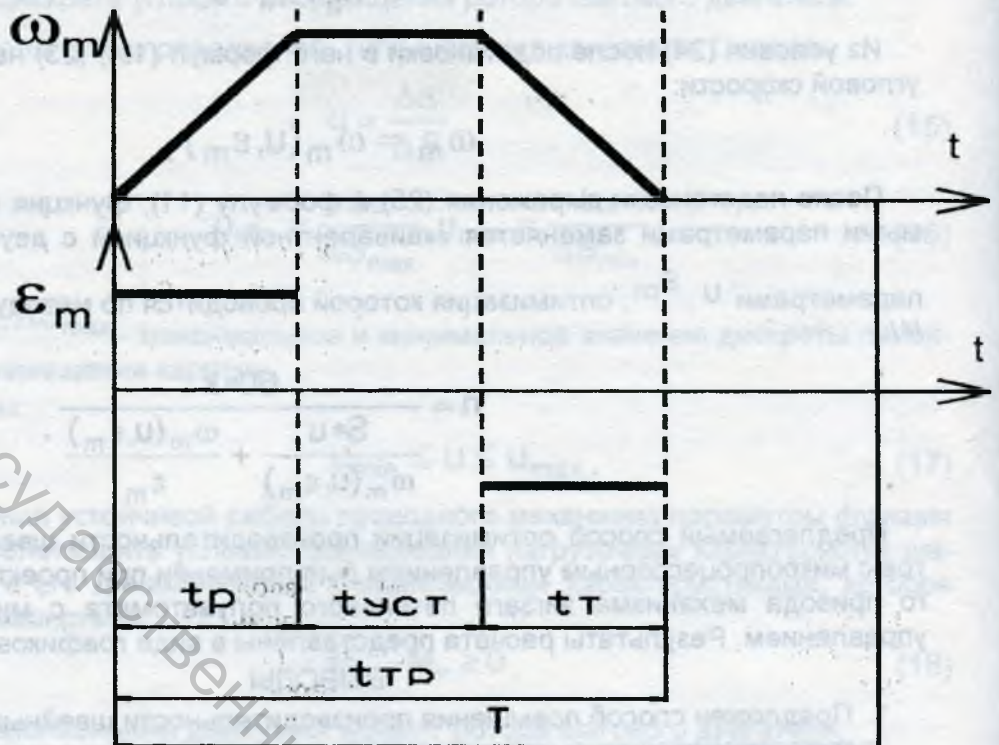


Рис.1

Оптимальная производительность механизма зигзага петельного полуавтомата с микропроцессорным управлением при  $v=60.8$  1/м

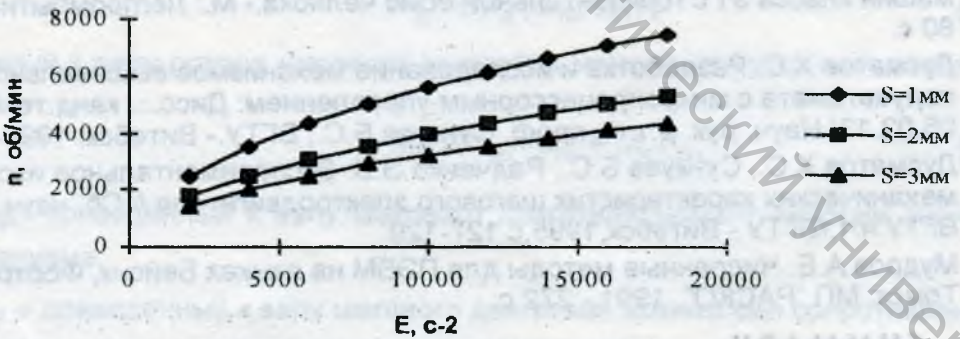


Рис.2