

УДК 677.054.33

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОКЛАДЫВАНИЯ УТОЧНОЙ НИТИ НА ЛЕНТОТКАЦКОМ СТАНКЕ

Селезнев С.В., Шляпугин Р.В., Пирогов Д.А.

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный политехнический университет»,
Иваново, e-mail: pirogov81@mail.ru

Лентоткачество – подотрасль текстильного производства, занимающаяся производством тканей небольшой ширины в виде лент из различных материалов. Ленты используются для изготовления изделий для медицины (бинты, ортопедические повязки и др.); гибких элементов различных машин, механизмов и устройств (плечевых ремней, корпусных лент, стяжных лент, буксировочных тросов, страховочных ремней, парашютных стропов и др.). В работе проведено исследование новой конструкции механизма привода челноков лентоткацкого станка с использованием индивидуального сервопривода. Ее преимущество заключается в упрощении конструкции механизма привода челноков, повышении эффективности и надёжности его работы. На основании расчетов мощности, потребляемой механизмами прокладывания утка лентоткацкого станка, дана рекомендация по выбору закона движения входного звена, при использовании которого снижение требуемой мощности модернизированного механизма по сравнению с базовой конструкцией составит 70 %.

Ключевые слова: лентоткачество, механизм челноков, сервопривод, теория механизмов и машин, энергоэффективность

WEFT INSERTION MECHANISM IN THE RIBBON WEAVING MACHINE

Seleznev S.V., Shlyapugin R.V., Pirogov D.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
«Ivanovo State Polytechnic University» e-mail: pirogov81@mail.ru

Ribbon weaving is a sub-sector of the textile manufacture, engaged in production of narrow-width fabrics of ribbon form made of different materials. Woven ribbons are used for production of medical products (elastic bandages, orthopedic bandages, etc.), flexible elements of cars, mechanisms and devices (shoulder straps, tie bands, towing ropes, safety belts, parachute ropes, etc.). In this paper the study is made of the new construction of the shuttle drive mechanism in the ribbon weaving machine using an individual servo-drive. The advantage of this construction is a simplified shuttle drive mechanism, the increased efficiency and reliability of operation. Basing on the calculations of power consumed by the weft insertion mechanism in the ribbon weaving machines, recommendations are given for selection of the motion law for the input element, with which the reduction in the power consumption by the modernized mechanism, as compared with the base construction, may reach 70 %.

Keywords: ribbon weaving, shuttle mechanism, servo, theory of machines and mechanisms, energy efficiency

Применение современных приводных систем позволяет повысить эффективность ткацкого оборудования за счет оснащения некоторых механизмов индивидуальным приводом, предоставляющего возможность упрощения конструкции, уменьшения движущихся масс и снижения потребляемой электроэнергии.

На лентоткацком станке ТЛ-2/70 [5], предназначенном для выработки одновременно двух лент специального назначения шириной до 70 мм на скоростях от 250 до 400 мин⁻¹, применяется устройство для прокладывания уточной нити с помощью челноков (рис. 1). От асинхронного электродвигателя через клиноременную передачу движение передается главному валу I и далее посредством зубчато-ременной передачи валу II, на котором закреплен пространственный кулак «косой цилиндр» 1. Он преобразует вращательное движение вала II в возвратно-вращательное движение вала III, оси которых взаимоперпенди-

кулярны. На валу III закреплен двуплечий рычаг 2, несущий разомкнутый плоскозубчатый ремень 3, огибающий систему направляющих роликов 4 и шкивов 5. Челноки 6, входящие в зацепление с ремнем 3, двигаются по направляющим и прокладывают уточную нить в зев. Недостатками данной конструкции являются наличие кинематической пары «кулачок – сухарик», значительные инерционные параметры звеньев рычажной системы.

С помощью изобретения [3] достигается упрощение конструкции механизма привода челноков, повышение эффективности и надёжности его работы. Устройство привода челноков 1 (рис. 2) получает движение от ротора серводвигателя 10, установленного на раме станины станка. На валу ротора можно получить любой закон движения, которое передается посредством плоскозубчатого ремня 7, натяжение которого регулируется натяжным роликом 8, ведущего шкива 9 и приводных шкивов 6 к верти-

кальным валам 5. При вращении валов 5 зубчатые колеса 4 приводят в движение сцепленные с ними челноки 1 с выступами 3, перемещающиеся по неподвижному горизонтальному направляющему 2.

Синхронизация работы челнока с бердом и ремизными рамами лентоткацкого станка обеспечивается электронным устройством управления вращением ротора серводвигателя.

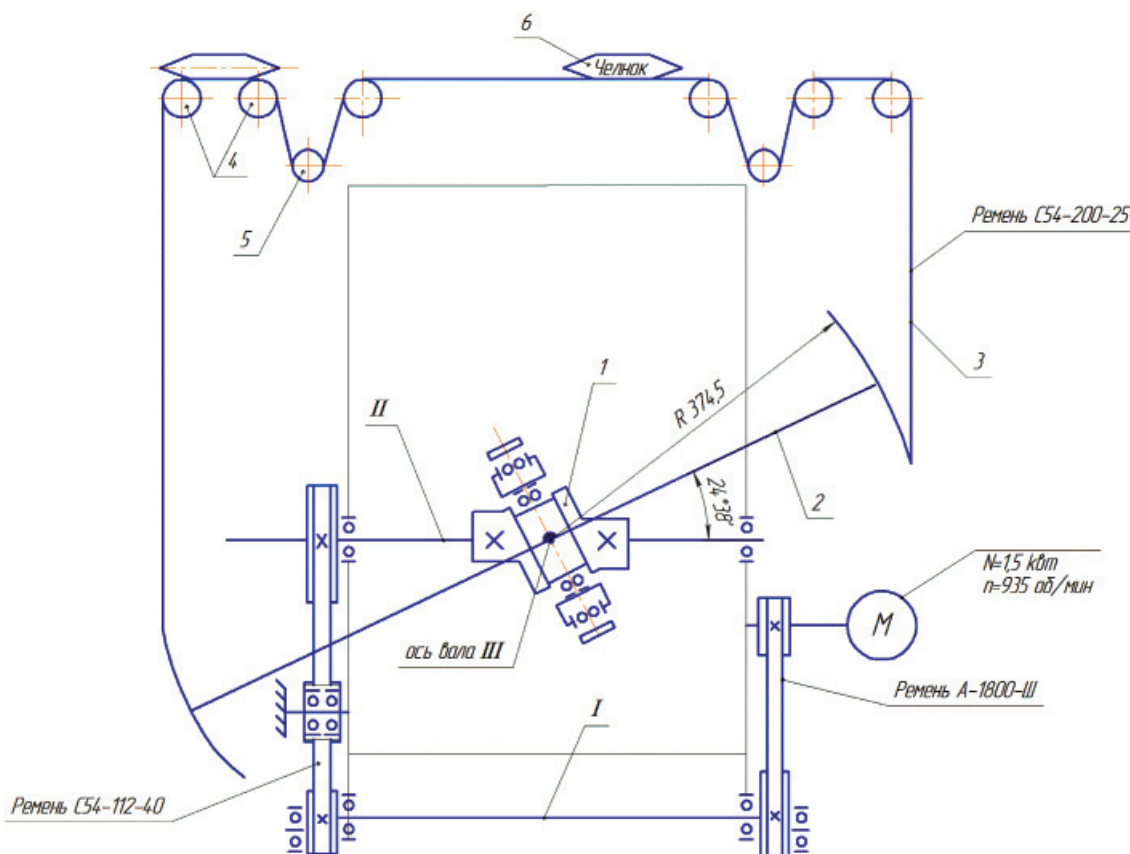


Рис. 1. Привод челноков базового станка

Повышение эффективности работы механизма подтверждается расчетами потребляемой мощности.

В период установившегося движения для базовой конструкции механизма она определяется по формуле

$$N = M_{\text{кш}} \omega_{\text{II}}, \quad (1)$$

где N – потребляемая мощность, кВт; $M_{\text{кш}}$ – крутящий момент и угловая скорость на кулачковом валу II (рис. 1);

$$M_{\text{кш}} = J_{\text{пр}} \beta'' \beta' \omega_{\text{II}}^2,$$

где β' , β'' – аналоги угловой скорости и углового ускорения вала III (рис. 1) соответственно; $J_{\text{пр}}$ – приведенный к оси вала III момент инерции масс звеньев механизма.

При скорости вращения главного вала, равной 400 мин^{-1} , среднее за цикл значение потребляемой мощности на кулачковом валу составило 209 Вт (рис. 4). С учетом КПД клиноременной и зубчато-ременной пере-

дач (рис. 1) это значение на роторе электродвигателя возрастает примерно до 250 Вт.

Для модернизированного механизма мощность на валу ротора серводвигателя определяется по формуле

$$N = J_{\text{пр}} \cdot \varepsilon \cdot \omega_{\text{рот}}, \quad (2)$$

где $J_{\text{пр}}$ – приведенный к оси ротора момент инерции масс движущихся звеньев механизма $J_{\text{пр}} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; ε – угловое ускорение ротора; $\omega_{\text{рот}}$ – угловая скорость ротора.

В первом приближении момент инерции ротора серводвигателя принят из соотношения $J_{\text{рот}} = 0,2 \cdot J_{\text{пр}}$ [4].

Для закона постоянного ускорения перемещение челнока определяется по формуле

$$S = R \int (kt + b) dt,$$

где S – ход челнока; k – постоянный коэффициент уравнения прямой; t – время цикла работы механизма; b – постоянная интегрирования; R – радиус делительной окружности зубчатого колеса 4 (рис. 2).

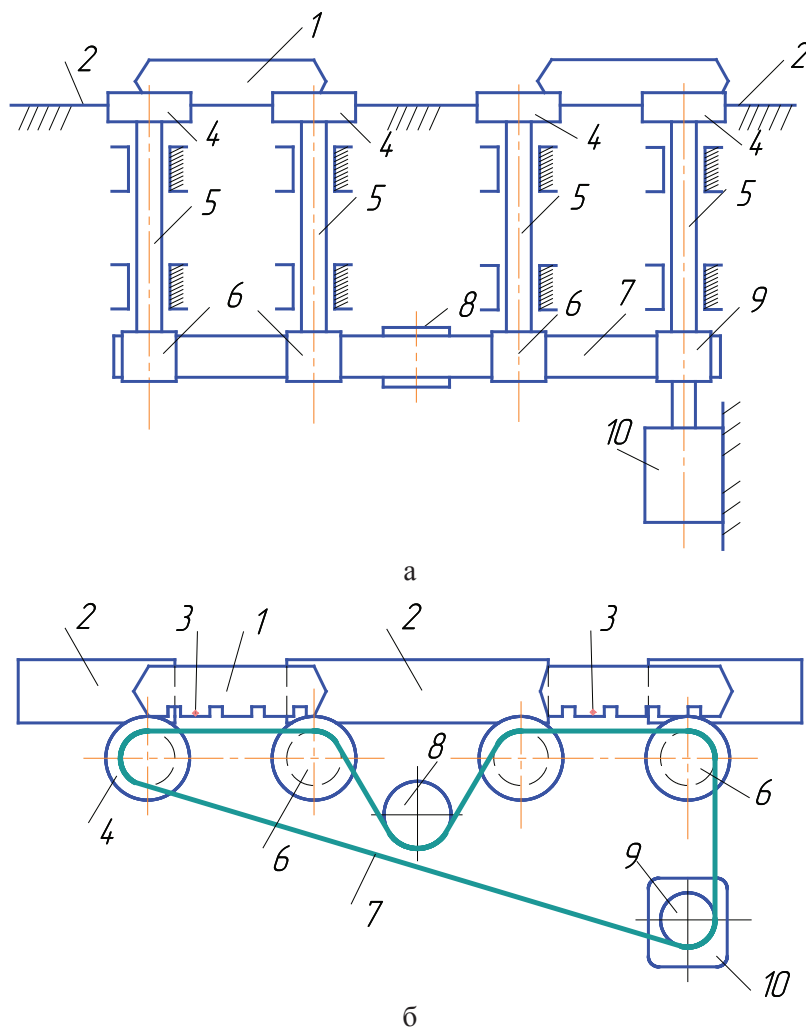


Рис. 2. Модернизированный механизм привода челноков:
а – вид сверху; б – вид сбоку

С другой стороны,

$$S = \varphi_{\max} \cdot R,$$

где $\varphi_{\max}$ – угол поворота ротора серводвигателя.

Отсюда определим искомые

$$\omega = kt + b$$

и

$$\varepsilon = k = \frac{2S}{R \cdot t_{\max}^2},$$

где $t_{\max}$ – время прокидки утка.

По цикловой диаграмме найдем

$$t_{\max} = \frac{\varphi_{\Gamma.B.}}{\omega_{\Gamma.B.}},$$

где $\varphi_{\Gamma.B.}$ – угол поворота главного вала, за который осуществляется прокидка; $\omega_{\Gamma.B.}$ – угловая скорость вращения главного вала станка.

Для скорости вращения главного вала 400 об/мин $t_{\max} = 0,15$ с.

Кинематические параметры механизма для других законов движения входного звена определяются согласно [4].

Современные конструкции сервопривода позволяют обеспечить практически любой из применяемых на практике законов движения входного звена [2, 1]. При сравнении потребляемой мощности для различных законов движения имеем минимальное значение при использовании закона постоянного ускорения (рис. 3).

Среднее за цикл значение потребной мощности модернизированного механизма составило (рис. 3): для закона косинуса (1) – 151 Вт; для закона Шуна (2) – 215 Вт; для закона Стоддарта (3) – 194 Вт; для закона Неклютина без выстоя (4) – 161 Вт; для закона постоянного ускорения (5) – 63 Вт.

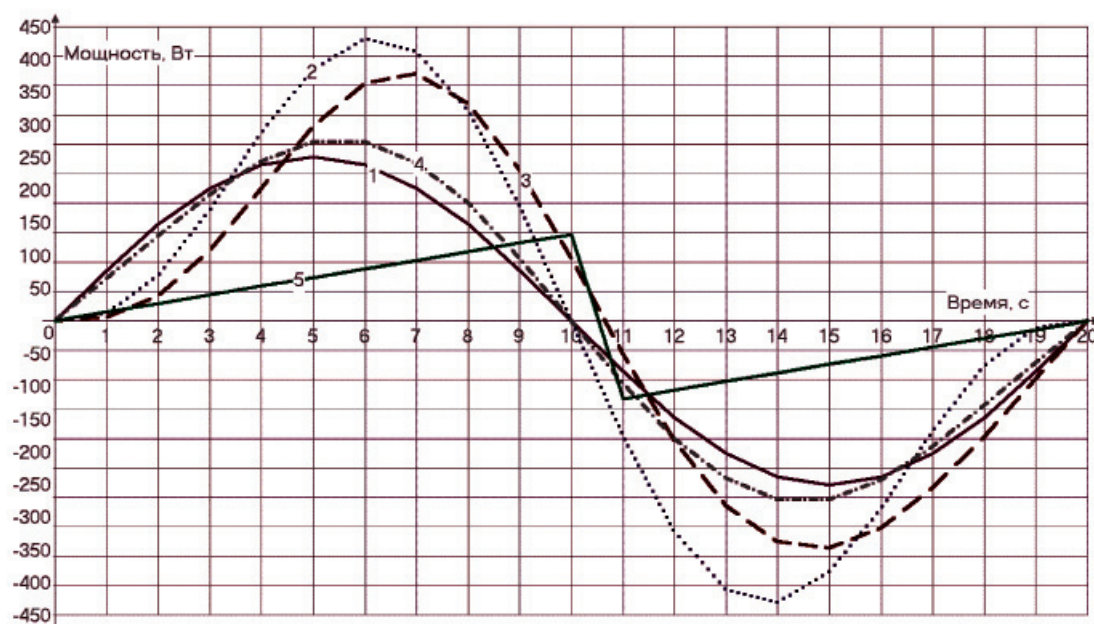


Рис. 3. Мощность, потребляемая модернизированным механизмом, при различных законах движения входного звена на скорости вращения главного вала 400 мин^{-1}

Среднее значение требуемой мощности на кулачковом валу базового механизма составило 209 Вт (при скорости вращения главного вала 400 мин^{-1}) (1, рис. 4). При использовании закона постоянного уско-

рения и одинаковом режиме работы энергопотребление новой конструкции механизма составит 63 Вт (2, рис. 4), обеспечив снижение требуемой мощности на 70% по сравнению с базовой.

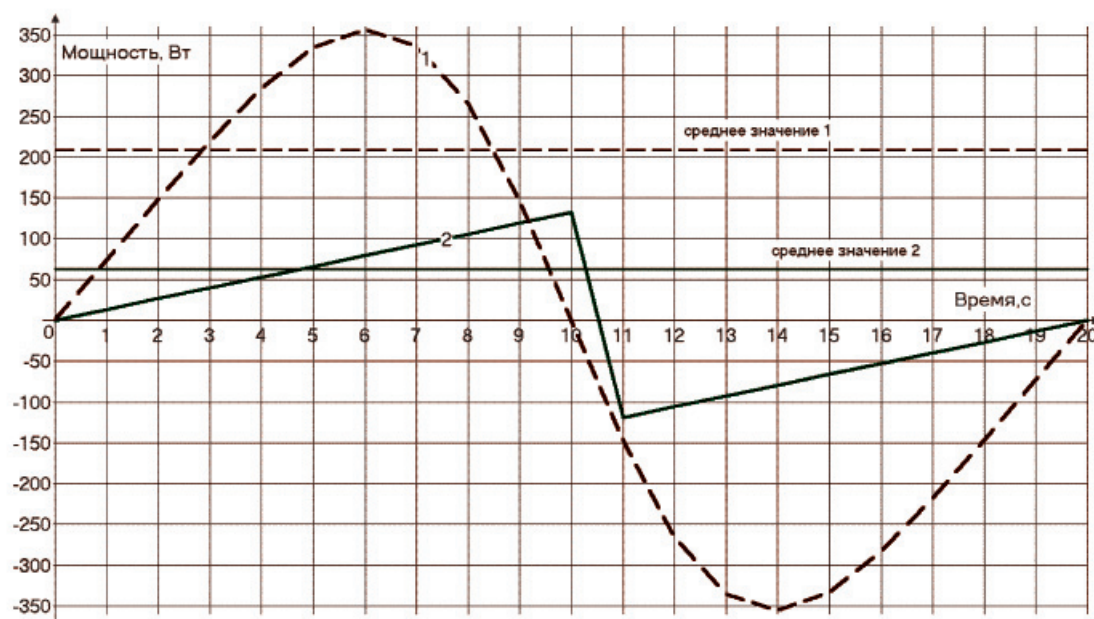


Рис. 4. Сравнение мощностей, потребляемых базовым и новым механизмами, при скорости вращения главного вала 400 мин^{-1}

Выводы

1. Проведены расчеты мощности, потребляемой базовым и модернизированным механизмами прокладывания утка лентоткацкого станка.

2. С точки зрения минимального потребления электроэнергии рекомендуется использование закона постоянного ускорения.

3. Установлено, что снижение требуемой мощности модернизированного механизма по сравнению с базовой конструкцией составит 70%.

Список литературы

1. Вульфсон И.И. Динамические расчеты цикловых механизмов. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1976. – 328 с.

2. Левитский Н.И. Кулачковые механизмы. – М.: Машиностроение, 1964. – С. 286.

3. Пат. 2419694 Российская Федерация, МПК D 03 D 49/00. Устройство для прокладывания уточной нити на лентоткацком станке / Липанов А.А., Иванова Л.В., Липанова А.С., Селезнев С.В.; заявитель и патентообладатель Ивановская государственная текстильная академия. – № 2010116407/12; заявл. 26.04.2010; опубл. 27.05.2011, Бюл. № 15. – 4 с.

4. Практика приводной техники. – Сервоприводы. Издание 01/2000. № 09224610, 73 с.

5. Справочник по лентоткацкому производству / под ред. М.И. Петрова. – М.: Легкая индустрия, 1976. – С. 114.

References

1. Spravochnik po lentotkackomu proizvodstvu / Pod red. M.I. Petrova. M.: Leg-kaja industrija, 1976, pp. 114.

2. Pat. 2419694 Rossijskaja Federacija, MPK D 03 D 49/00. Ustrojstvo dlja pro-kladyvanija utочноj niti na lentotkackom stanke / Lipanov A.A., Ivanova L.V., Lipanova A.S., Seleznev S.V.; zjavitel' i patentoobladatel' Ivanovskaja gosudarstven-naja tekstil'naja akademija. no. 2010116407/12; zjavl. 26.04.2010; opubl. 27.05.2011, Bjul no. 15. 4 p.

3. Levitskij N.I. Kulachkovye mehanizmy. Kulachkovye mehanizmy. M.: Mashinostroenie, 1964, pp. 286.

4. Praktika privodnoj tehniki Servoprivody. Izdanie 01/2000. no. 09224610, 73 p.

5. Vul'fson I.I. Dinamicheskie raschety ciklovyh mehanizmov. L., Mashinostroenie (Leningr. otd-nie), 1976, 328 p.

Рецензенты:

Блиничев В.Н., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Машины и аппараты химического производства», ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет», г. Иваново;

Тувин А.А., д.т.н., доцент; декан факультета механики и автоматики, ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново.

Работа поступила в редакцию 27.10.2014.