

УДК 677.057

**АНАЛИЗ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ  
В СИСТЕМЕ ПРИВОДА ВАЛКОВЫХ МОДУЛЕЙ МАШИН**

**ANALYSIS OF POWER COSTS  
IN THE ROLLER DRIVE SYSTEM OF MACHINE MODULES**

*А.В. КРЫЛОВ, И.Ю. ШАХОВА, А.А. ТУВИН, Ю.Г. ФОМИН*

*A.V. KRYLOV, I.YU. SHAKHOVA, A.A. TUVIN, YU.G. FOMIN*

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт,  
Ивановский государственный университет)

(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute,  
Ivanovo State University)

E-mail: Alekseykrylov9237@gmail.com

*В настоящей статье выполнен анализ затрат мощности в системе привода валковых модулей машин. В результате экспериментальных исследований определен характер распределения этих затрат по элементам привода. Основные затраты мощности и момента сопротивления имеют место в зоне контакта валов модулей на деформацию их покрытий и обрабатываемого материала.*

*In this article the analysis of power costs in the roller drive system of machine modules. As a result of experimental studies, the nature of the distribution of these costs by the elements of the drive is determined. The main costs of power and moment of resistance take place in the contact zone of the shafts of the modules for the deformation of their coatings and the processed material.*

**Ключевые слова:** валковый модуль, привод, потребляемая мощность, момент сопротивления, зона контакта валов.

**Keywords:** roller module, actuator, power consumption, resistance moment, the contact area of the shafts.

В валковых машинах основная часть момента сопротивления вращению приводных валов и потребляемой мощности расходуется на компенсацию потерь в жале модулей и подшипниках. Исследования в лабораторных условиях проводили на валковой

машине КЛ-2/20 с включенным в электрическую схему двигателя ваттметром Н348. Обработке подвергались ткани плотностью 100...500 г/м<sup>2</sup> и волокнистые материалы (шерсть грубая и тонкая). Величина показателя затрат мощности на привод машины фикс-

сировалась при полной загрузке его валкового модуля. Затем валковая пара испытывалась под нагрузкой от механизма прижима без обрабатываемого материала. Дальнейшие замеры затрат мощности на привод проводили при последовательном отключении элементов кинематической цепи привода (валковая пара – редуктор – клиноременная передача – зубчатая передача).

В результате обработки экспериментальных данных получена диаграмма потребной мощности на привод машины КЛ-2/20 при обработке ткани шевиот, арт.223 ( $g = 80 \text{ кН/м}$ ,  $V_{\text{тк}}=60\text{м/мин}$ ) (рис. 1: 1 – обрабатываемый материал; 2 – покрытие вала (резина, HS = 50 ед.по Шору А); 3 – подшипники валов; 4 – редуктор цилиндрический; 5 – клиноременная передача; 6 – зубчатая передача).

Для определения затрат мощности на реализацию технологических процессов в валковых машинах экспериментальные исследова-

ния проводили в отделочном производстве предприятия ООО "Самтекс" на плюсовке ПД-140-21, отжиге двухвальном ОС-140-1 и трехвальном ОТ-140-11.

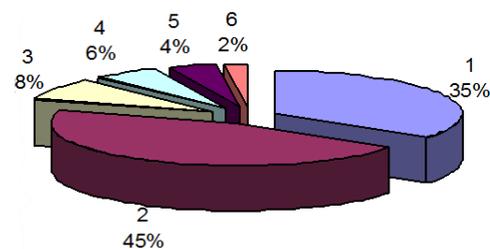


Рис. 1

В цепь электродвигателей приводов подключались измерительные приборы для фиксации величин параметров тока и напряжения.

Момент сопротивления вращению вала электродвигателя валковой машины  $M_c$  определяли из выражения [1], [2]:

$$M_c \cong M_{эм} = N_H / \omega_H = \sqrt{3} U_H I_H \cos Y_H \eta_H / \omega_H, \quad (1)$$

где  $M_{эм}$  и  $\omega_H$  – электромагнитный момент и угловая скорость вала двигателя;  $U_H$  и  $I_H$  – номинальные напряжение и ток в цепи электродвигателя;  $\cos Y_H$  и  $\eta_H$  – номинальные косинус  $Y$  и КПД двигателя.

В результате проведенных замеров установлено, что часть  $M_c$ , приходящаяся на жало валов, составляет для плюсовки ПД-140-21 – 90,4%, отжиге ОС-140-1 – 82,6% и отжиге ОТ-140-11 – 88,5% (рис. 2 – диаграммы составляющих момента сопротивления для элементов привода машины: 1 – ременная передача; 2 – редуктор; 3 – подшипники валов; 4 – валковый модуль). Часть момента сопротивления, приходящаяся на ременную передачу и редуктор, составляет 8...10%.

Установлено, что с ростом нагрузки в жале валов модулей возрастает момент  $M_c$  за счет увеличения площадок контакта валов при деформации эластичных покрытий и коэффициента трения качения. Повышение параметра скорости сопровождается ростом момента сопротивления, что объясняется увеличением механических потерь в передачах и подшипниках.

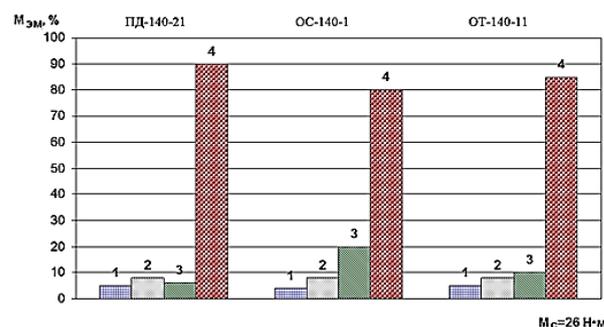


Рис. 2

Результаты производственных и лабораторных испытаний приводов валковых машин показали, что основные затраты мощности и момента сопротивления имеют место в зоне контакта валов модулей на деформацию их покрытий и обрабатываемого материала.

Потребляемая механическая мощность на упругую деформацию покрытия вала определяется из выражения [3]:

$$N_n = V_n U' v_p / (\pi D_B), \quad (2)$$

где  $V_n$  – объем покрытия вала;  $U'$  – удельная энергия упругодеформированного элементарного объема;  $U_p$  – окружная скорость вала;  $D_B$  – диаметр эластичного вала.

Затраты мощности на деформацию обрабатываемого материала при транспортировке через жало валов непосредственно связаны с изменениями его толщины от начальной  $\delta_1$  до конечной  $\delta_2$ .

Выражение для мощности на обработку материала в валковом модуле [4]:

$$N = bV \int_0^a q \left(1 - \frac{z}{R}\right) dz = \frac{qbVa}{4500} \left(1 - \frac{a}{2D}\right), \quad (3)$$

где  $q$  – интенсивность нагрузки в жале валов модуля;  $b$  – рабочая ширина вала;  $Z$  – элементарная толщина слоя материала;  $V$  – скорость перемещения материала;  $D$  – диаметр ведущего вала модуля;  $a = (\delta_1 - \delta_2)$  – деформация слоя материала.

При проектировании валковых машин для выбора мощности электродвигателей выражения (2) и (3) могут быть использованы для расчетов основных ее затрат на обработку текстильных и других материалов в модулях [5].

## ВЫВОДЫ

В результате производственных и лабораторных испытаний валковых машин установлено, что момент сопротивления валов модулей расходуется в основном на деформацию их покрытия и текстильного материала (до 90%) и возрастает нелинейно с увеличением интенсивности распределенной нагрузки и скорости материала. Затраты мощности на привод модулей повышаются с ростом нагрузки в жале и ее неравномерности, скорости движения материала и толщины покрытий валов.

1. *Лебедев В.С.* Расчет и конструирование типовых машин и аппаратов бытового назначения. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

2. *Крылов А.В., Фомин Ю.Г.* Влияние основных факторов на потребляемую приводом валкового модуля мощность // Сб. ст. Междунар. конф.: Информационная среда вуза. – Иваново, 2016.

3. *Фомин Ю.Г., Туцкая Т.П., Крылов А.В.* Оценка влияния факторов на потребляемую машиной мощность методом дисперсионного анализа // Научн.-технич. журнал Киргизского государственного университета им. И. Раззакова. – Киргизия, Бишкек: КРСУ, 2017. Том 17, №1. С. 55...57.

4. *Фомин Ю.Г., Туцкая Т.П., Крылов А.В., Тувин А.А., Гончарова С.А.* Расчет мощности привода валкового модуля (механизма) // Сб. тр. 24-й Междунар. научн.-техн. конф.: Информационная среда вуза. – Иваново: ИВГПУ, 22 - 23, 11. 2017.

5. *Крылов А.В., Фомин Ю.Г., Туцкая Т.П., Хосровян Г.А.* Фрикционное взаимодействие валов модулей в зоне контакта // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №5. С. 181...184.

## REFERENCES

1. Lebedev V.S. Raschet i konstruirovaniye tipovykh mashin i apparatov bytovogo naznacheniya. – M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1982.

2. Krylov A.V., Fomin Yu.G. Vliyanie osnovnykh faktorov na potrebyaemuyu privodom valkovogo modulya moshchnost' // Sb. st. Mezhdunar. konf.: Informatsionnaya sreda vuza. – Ivanovo, 2016.

3. Fomin Yu.G., Tutskaya T.P., Krylov A.V. Otsenka vliyaniya faktorov na potrebyaemuyu mashinoy moshchnost' metodom dispersionnogo analiza // Nauchn.-tekhnich. zhurnal Kirgizskogo gosudarstvennogo universiteta im. I. Razzakova. – Kirgiziya, Bishkek: KRSU, 2017. Tom 17, №1. S. 55...57.

4. Fomin Yu.G., Tutskaya T.P., Krylov A.V., Tuvin A.A., Goncharova S.A. Raschet moshchnosti privoda valkovogo modulya (mekhanizma) // Sb. tr. 24-y Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Informatsionnaya sreda vuza. – Ivanovo: IVGPU, 22 - 23, 11. 2017.

5. Krylov A.V., Fomin Yu.G., Tutskaya T.P., Khosrovyan G.A. Friksionnoe vzaimodeystvie valov moduley v zone kontakta // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, №5. S. 181...184.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования ИВГПУ. Текстильный институт. Поступила 03.12.18.