

УДК 677.057

## ПРИМЕНЕНИЕ УТОЧНЕННОЙ МЕТОДИКИ ПО РАСЧЕТУ МОЩНОСТИ НА ПРИВОД ВАЛКОВЫХ МАШИН

*Т.П. Туцкая, Ю.Г. Фомин, А.В. Крылов*

Экспериментально определены поправочные коэффициенты, учитывающие влияние технологических и конструктивных параметров на энергозатраты привода.

*Ключевые слова:* мощность; привод; валковая машина; поправочные коэффициенты; энергозатраты.

## APPLICATION OF AN IMPROVED METHODOLOGY FOR CALCULATION OF POWER TO THE DRIVE ROLLING MACHINES

*T.P. Tutskaya, Y.G. Fomin, A.V. Krylov*

In the article experimentally determined correction factors that take into account the impact of technological and structural parameters of the drive power consumption.

*Keywords:* power; drive; roller machine; correction factors; energy costs.

В валковых машинах основная часть момента сопротивления вращению приводных валов и потребной мощности расходуется на компенсацию потерь в жале модулей 70–90 % и подшипниках 6–11 % [1]. Исследования проводили на валковой машине КЛ-2/20 с включенным в электрическую схему привода ваттметром Н348. Обработке подвергались ткани плотностью 100–500 г/м<sup>2</sup> и волокнистые материалы (шерсть грубая и тонкая). Величину показателя затрат мощности на привод машины фиксировали при полной загрузке его валкового модуля. Затем валковую пару испытывали под нагрузкой от механизма прижима без обрабатываемого материала. Дальнейшие затраты 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 “Шевинот”, арт. 223 ( $g = 80$  кН/м,  $V_{\text{тк}} = 60$  м/мин) (рисунок 1).

Ориентировочно потребную мощность на привод проектируемой машины можно определить по методу аналогий на основании отчетов по испытаниям машин-аналогов или замеров электромагнитного момента их двигателей и расчетов номинальной мощности  $N_H$  по формулам (1) или (2).

$$N_H = \sqrt{3} U_H I_H \cos Y_H \eta_H, \quad (1)$$

где  $U_H$  и  $I_H$  – номинальные напряжение и ток в цепи электродвигателя;  $\cos Y_H$  и  $\eta_H$  – номинальные косинус  $Y$  и КПД двигателя.

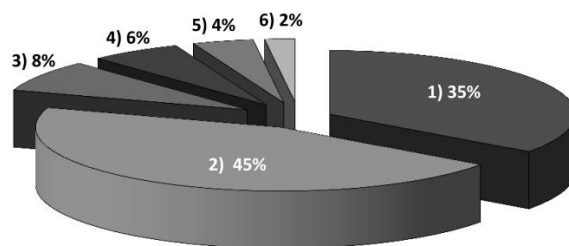


Рисунок 1 – Диаграмма распределения потребной мощности по элементам привода валковой машины КЛ-2/20: 1 – обрабатываемый материал; 2 – покрытие вала (резина, HS = 50 ед. по Шору А); 3 – подшипники валов; 4 – редуктор цилиндрический; 5 – клиноременная передача; 6 – зубчатая передача

Момент сил сопротивления, приведенный к валу электродвигателя:

$$M_c \cong M_{\text{эм}} = \frac{N_H}{\omega_H}, \quad (2)$$

где  $\omega_H$  – номинальная угловая скорость вала электродвигателя.

Таблица 1 – Значения коэффициентов, отражающих специфику работы валковых модулей

Параметр обработки	Показатель параметров обработки	Обозначение поправочных коэффициентов	Значение коэффициентов
Наличие и вид обрабатываемого материала	Без материала	$K_m$	1,0
	Ткань плотностью до 300 г/м <sup>2</sup>		1,15
	Ткань плотностью >300 г/м <sup>2</sup>		1,25
	Шерсть тонкая		1,30
	Шерсть грубая		1,40
Температура нагрева покрытия вала, °С	25	$K_t$	1,0
	40		1,05
	60		1,12
	80		1,18
Твердость покрытия вала HS, ед. по Шору А	40	$K_{HS}$	1,0
	55		0,8
	75		0,65
	95		0,5
Толщина эластичного покрытия t, мм	20	$K_\delta$	1,0
	30		1,12
	40		1,23
	50		1,35
Неравномерность нагрузки по длине вала, %	10	$K_H$	1,0
	15		1,05
	20		1,12
Наружный диаметр валов D, мм	250	$K_D$	1,0
	300		0,95
	350		0,88
	400		0,76

Рассмотрим составляющие потребной мощности для привода валкового модуля, расходуемые на компенсацию потерь в жале валов.

Выражение для мощности при обработке материалов (ткани, волокна и др.) в валковом модуле получено [2] в следующем виде:

$$N_m = \frac{qbV_p}{4500} \left[ \sqrt{2D \cdot a} \arccos\left(1 - \frac{a}{D}\right) - a \right], \quad (3)$$

где  $q$  – интенсивность нагрузки на материал;  $b$  – ширина слоя материала;  $V_p$  – скорость перемещения материала;  $D$  – диаметр вала;  $a$  – деформация материала от толщины  $\sigma_1$  до толщины  $\sigma_2$ .

Вывод формулы мощности может быть проведен исходя из положения, что работа при транспортировке материала через жало валов расходуется в основном на его деформацию. В этом случае выражение (3) принимает вид [2]:

$$N_m = \frac{qbV_p a}{4500} \left(1 - \frac{a}{2D}\right). \quad (4)$$

Для нагрузок на материал до 6 МПа расхождения в результатах определения мощности по выражениям (3) и (4) не превышает 1,5–2,0 %.

Мощность, расходуемая на деформацию эластичного покрытия вала, определяется из соотношения:

$$N_n = \frac{V_n U' V_p}{2\pi R}, \quad (5)$$

где  $V_n$  – объем покрытия вала;  $U'$  – удельная энергия упругодеформированного объема покрытия, определяемого по формуле [3]:

$$U' = dB[2R(R-t)\cos\alpha \cdot \sin\beta + R^2(\phi - 0,5\sin 2\phi) - (R-t)^2(\beta + 0,5\sin\beta)], \quad (6)$$

где  $B$  – ширина рабочей части вала;  $R$  – радиус эластичного вала;  $t$  – толщина покрытия;  $\beta$  – максимальный угол контакта металлического вала с покрытием;  $\phi$  – угол контакта в заданной точке поверхности покрытия;  $\alpha$  – угол, ограничивающий площадку контакта валов модуля.

Подставляя в формулу (5) значения составляющих ее параметров, находим:

$$N_n = Bt2\pi R \frac{\xi_{zcp} E}{2(1-\mu^2)2\pi R} = \frac{Bt\xi_{zcp} E V_p}{2(1-\mu^2)}, \quad (7)$$

где  $\xi_{zcp} = h/t$  – относительная деформация покрытия вала, определяемая экспериментально.

Результаты экспериментальных исследований приводов валковых машин показали, что расходы мощности, приходящиеся на жало валов (деформацию материала и эластичного покрытия валов), составляют в среднем 80 % от общих затрат.

Следовательно, мощность, потребная приводом валковой машины, определится из соотношения:

$$N_g = 1,2(N_m + N_n), \quad (8)$$

где  $1,2$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в механических передачах привода машины.

Для аналитического расчета мощности на привод при проектировании новой валковой машины целесообразно использовать формулу [3], в которую вводятся поправочные коэффициенты, отражающие специфику работы модуля:

$$N_g = z \times b_l \times V_p \times P_l \times \Delta N \times K_m \times K_t \times K_{HS} \times K_\delta \times K_H \times K_D / \eta, \quad (9)$$

где  $z$  – число пар валов;  $b_l$  – рабочая ширина вала;  $P_l$  – нагрузка в жале валов;  $\Delta N$  – удельный показатель мощности;  $K_m$  – коэффициент, отражающий наличие в зоне контакта валов обрабатываемого

материала;  $K_b$ ,  $K_{HS}$ ,  $K_\delta$ ,  $K_H$ ,  $K_D$  – коэффициенты, учитывающие влияние температуры, твердости покрытия, его толщины, неравномерности распределения нагрузки по длине вала и диаметров валов соответственно.

Значения коэффициентов получены путем обработки результатов экспериментов и сведены в таблицу 1.

### Литература

1. Бунин О.А. Перспективы развития отделочного оборудования / О.А. Бунин, Е.И. Васильев. М.: Легпромбытиздат, 1989. 46 с.
2. Кузнецов В.А. Исследования по установлению оптимальных параметров работы валковых машин для обезвоживания и пропитки камвольных тканей / В.А. Кузнецов // Отчет НИЭКМИ. Иваново, 1982. 94 с.
3. Фомин Ю.Г. Разработка теоретических основ и средств повышения эффективности обработки тканей валковыми модулями отделочных машин: дис. ... д-ра техн. наук / Ю.Г. Фомин. Иваново: ИГТА, 2001. 357 с.