

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА ЗАВИСИМОСТИ МОЩНОСТИ ВАЛКОВОГО МОДУЛЯ ОТ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ

А.А.КАЛУГИН, Г.К.ПОПОВА, Ю.Г.ФОМИН, С.В.БЕЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1] и [2], где рассматриваются вопросы исследования приводов валковых машин, представлены графики функций, описывающих характер зависимости мощности на привод от некоторых факторов. В данной работе для обработки результатов исследований использовался метод наименьших квадратов.

На основе результатов электротехнических испытаний [3] построим графики,

отображающие зависимость мощности от таких факторов, как скорость приводного вала, его диаметр и интенсивность распределенной нагрузки в жале валов модуля. Для более точного изучения зависимости мощности от вышеперечисленных факторов будем рассматривать частные случаи при фиксированных значениях остальных параметров (факторов).

Таблица 1

x (v – скорость, м/мин)	y _x (P – мощность, Вт)	x ²	xy _x
12	120	144	1440
20	200	400	4000
40	500	1600	20000
60	750	3600	45000
80	1260	6400	100800
$\sum x = 212$	$\sum y_x = 2830$	$\sum x^2 = 12144$	$\sum xy_x = 171240$

В табл. 1 приведены результаты электротехнических испытаний на машине

электротехнических испытаний на машине

ОТ-180-10 при значении интенсивности распределенной нагрузки в жале валов, равной нулю, и диаметре приводного вала 210 мм.



Рис. 1

На рис. 1, где представлена зависимость мощности от окружной скорости приводного вала, нанесены точки, ординатами которых служат значения мощности (y_x). Точки располагаются вблизи некоторой прямой.

Следовательно, эмпирическую формулу можно записать так [4]:

$$y_x = ax + b, \quad (1)$$

где y_x – текущие ординаты точек искомой сглаживающей (выравнивающей) прямой; a и b – коэффициенты, которые определим методом наименьших квадратов [4]; k – число уровней скорости.

Искомая эмпирическая формула, выражающая приближенную зависимость мощности от скорости в диапазоне ее изменения от 12 до 80 м/мин, получена в виде

$$y = 16,24x - 122,67.$$

Вычислим координаты точек по эмпирической формуле и построим сглаживающую прямую (рис. 1). Эмпирическая ломаная линия регрессии и сглаживающая прямая лежат приблизительно в одной области значений. Применим критерий Вилькоксона [5] для проверки гипотезы принадлежности двух выборок одной и той же генеральной совокупности. Выборки случайных величин Y_s и Y_p в виде вариационных рядов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Метод	1	2	3	4	5
Y_s	120	200	500	750	1260
Y_p	72	202	527	851	1176

$$Y_{s1} < Y_{s2} \dots < Y_{sm}, \\ Y_{p1} < Y_{p2} \dots < Y_{pn},$$

где Y_s – значение параметра, полученное при эксперименте; Y_p – расчетное значение по эмпирической формуле.

Нулевая гипотеза H_0 заключается в равенстве функций распределения:

$$F(Y_s) = F(Y_p).$$

Альтернативная гипотеза H_1 формируется в виде неравенства:

$$F(Y_s) < F(Y_p).$$

Критерий Вилькоксона основан на распределении общего числа инверсий и для его подсчета расположим значения Y_s и Y_p в возрастающей последовательности (табл. 3).

Таблица 3

Y_p	Y_s	Y_s	Y_p	Y_s	Y_p	Y_s	Y_p	Y_p	Y_s
72	120	200	202	500	527	750	851	1176	1260

Число инверсий для Y_s : $u = 12$.

Математическое ожидание находим согласно формуле [5], значение $m_u = 12,5$.

При уровне значимости $p = 0,05$ критическими значениями для нулевой гипотезы будут

$$u \leq m_u - 1,96\sigma_u, \quad (2) \\ u \geq m_u + 1,96\sigma_u,$$

где m_u – математическое ожидание; σ_u – дисперсия.

Критическая область значений инвер-

сий $(-\infty ; 4,01) \cup [20,98 ; +\infty)$.

Гипотеза H_0 не отвергается, если число инверсий не попадает в критическую область, определенную формулами (2). Число инверсий, равное 12, не попадает в критическую область и поэтому можно считать разницу между сравниваемыми лома-

ной и прямой статистически незначимой. Следовательно, зависимость мощности от окружной скорости приводного вала имеет линейный характер.

Статистическая обработка остальных результатов электротехнических испытаний проведена по этой же методике.

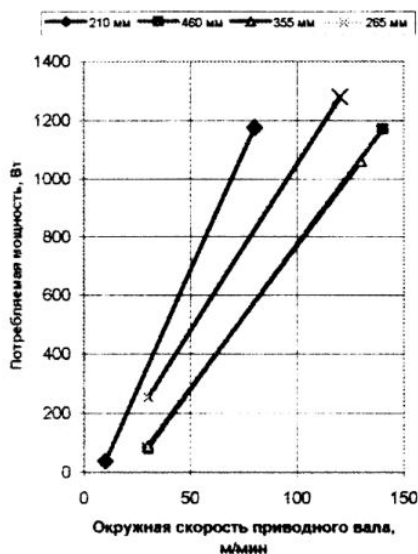


Рис. 2

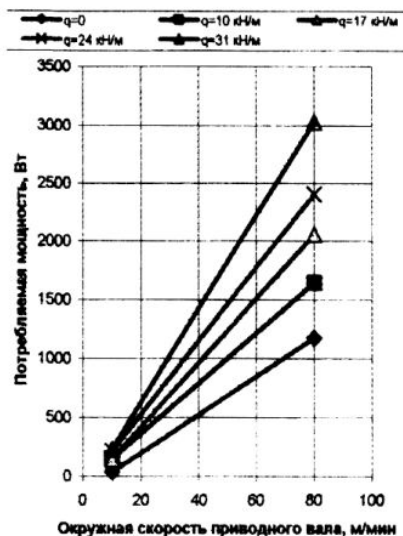


Рис. 3

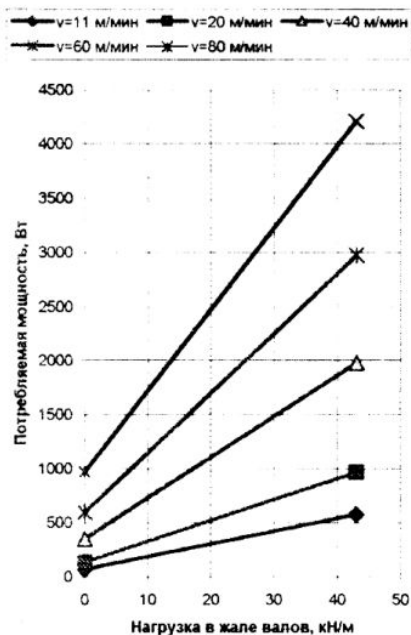


Рис. 4

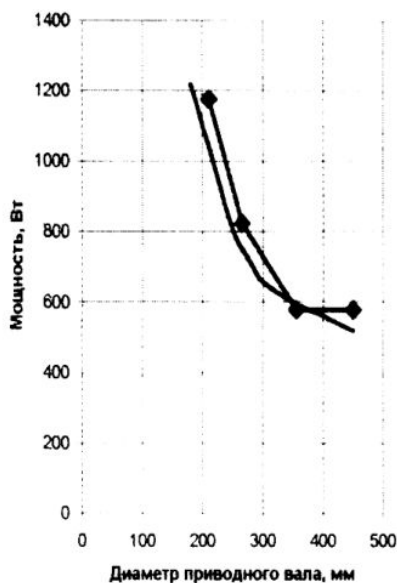


Рис. 5

Построим графики сглаживающих прямых в одних Декартовых координатах (рис.2), используя данные испытаний при

интенсивности распределенной нагрузки в жале валов $q=0$. Находим зависимость мощности от линейной скорости привод-

ного вала при разных значениях его диаметра.

Представим зависимости мощности от окружной скорости (при разных значениях интенсивности распределенной нагрузки в жале валов) и интенсивности распределенной нагрузки в жале валов (при разных значениях линейной скорости приводного вала диаметром 210 мм) в виде графиков (рис. 3 и 4).

На основании данных, полученных по результатам экспериментов, строим график зависимости мощности P от диаметра приводного вала (рис. 5). Возьмем значения мощности при интенсивности распределенной нагрузки $q=0$ и линейной скорости приводного вала $V = 80$ м/мин.

Получаем ломаную, сглаживающей для которой будет гипербола с уравнением

$$y = \frac{c}{x - a} + b. \quad (3)$$

Используем метод замены переменных (анаморфоза) [4], чтобы привести зависимость к линейной:

$$y = cx' + b, \quad (4)$$

где

$$x' = \frac{1}{x - a}.$$

С учетом результатов экспериментов и расчетов коэффициентов получаем

$$y = \frac{6234,87}{x - 200} + 594,41.$$

Область действия значений коэффициентов в данной эмпирической формуле ограничивается диапазоном изменения диа-

метра приводного вала (x) в пределах от 210 до 450 мм.

Дальнейший расчет проводится так же, как и в первом случае.

Проверка по критерию Вилькоксона показала, что разницу между сравниваемыми ломаной и гиперболой можно считать статистически незначимой. Следовательно, зависимость мощности от диаметра приводного вала имеет криволинейный характер. График функции, описывающей характер зависимости, близок к гиперболе.

ВЫВОДЫ

1. Получены эмпирические формулы, выражающие зависимость мощности от скорости и диаметра приводного вала.

2. Установлено, что зависимость мощности от интенсивности нагрузки и линейной скорости имеет линейный характер, а от диаметра приводного вала – криволинейный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Г.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1961, №3.
2. Лодойн Удвал. Оптимизация процесса транспортировки тканей валковыми модулями и разработка условий снижения энергозатрат на их привод: Дис....канд. техн. наук. – Иваново, 1998.
3. Фокин Ю.Г. и др. Исследование влияния факторов на мощность, потребляемую валковым модулем. // Вестник ИГТА. – 2002. С.93...96.
4. Виноградов Ю.С. Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1970. С.70...83.
5. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа, 1985.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 24.10.03.