

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ

APPLICATION OF THE METHOD OF THE LATEST SQUARES FOR RESEARCH OF POWER COSTS

А.В. Крылов, Т.П. Туцкая, Ю.Г. Фомин
A.V. Krylov, T.P. Tuckaya, Y.G. Fomin

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: alekseykrylov9237@gmail.com

Выполнены исследования влияния факторов на потребляемую мощность с использованием метода наименьших квадратов. Влияние факторов (диаметра и линейной скорости приводного вала модуля, интенсивность нагрузки в жале и твёрдость покрытий валов) на потребляемую мощность существенно.

Ключевые слова: метод наименьших квадратов; валковый модуль; затраты мощности.

Investigations of the influence of factors on the required power using the method of least squares are performed. The influence of factors (diameter and linear velocity of the drive shaft of the module, the intensity of the load in the sting and the hardness of the coatings of the shafts) on the required power is significant.

Keywords: least squares method; roll module; power cost.

В ряде работ посвященных исследованию приводов валковых машин, представлены графики функций, описывающих характер зависимости мощности на привод от некоторых факторов [1,2]. В данном разделе для изучения этих зависимостей использован метод наименьших квадратов. На основе результатов электротехнических испытаний построим графики, которые будут отображать зависимость потребляемой мощности от таких факторов как линейная скорость приводного вала, его диаметр, интенсивность распределенной нагрузки в жале валов модуля.

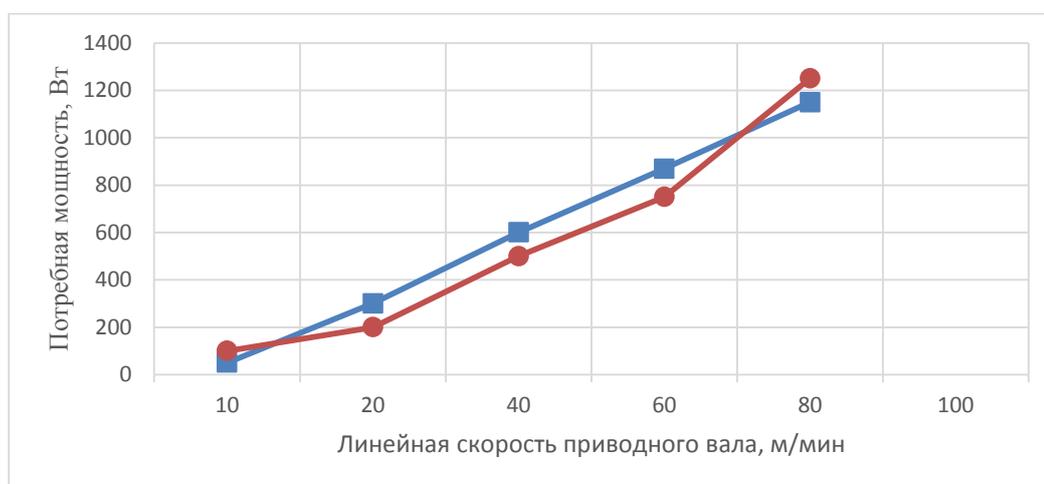


Рис. 1. Зависимость мощности от скорости при $q=0$

Для более точного изучения зависимости мощности от вышеперечисленных факторов рассмотрим частные случаи при фиксированных значениях остальных параметров (факторов). В таблице 1 приведены результаты электротехнических испытаний на машине ОТ-180-10 при значении интенсивности распределенной нагрузки в жале валов равной нулю

и диаметре приводного вала 210мм. На рис. 1 нанесены точки, ординатами которых служат значения потребной мощности (y_x). Точки располагаются вблизи некоторой прямой.

Следовательно, эмпирическая формула может быть представлена в виде [3].

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

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

$$a = \frac{k \sum^x x y_x - \sum^x x \sum^x y_x}{k \sum^x x^2 - (\sum^x x)^2}, \quad (2)$$

$$b = \frac{\sum^x y_x \sum^x x^2 - \sum^x x \sum^x x y_x}{k \sum^x x^2 - (\sum^x x)^2}, \quad (3)$$

Таблица 1

Результаты электротехнических испытаний на машине ОТ-180-10

X (y -скорость, м/мин)	Y_x (P - мощность, Вт)	x^2	$x y_x$
12	120	144	1440
20	200	400	4000
40	500	1600	20000
60	750	3600	45000
80	1260	6400	100800
$E_x=212$	$E_{y_x}=2830$	$1X^2=72144$	$E_{x y_x}=171240$

Искомая эмпирическая формула, выражающая приближенную зависимость мощности от скорости, получена в виде:

$$y = 16,24 x - 122,67, \quad (4)$$

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 [3] для проверки гипотезы принадлежности двух выборок одной и той же генеральной совокупности. Заключим выборки случайных величин Y_3 , и Y_p в таблицу 2 в виде вариационных рядов:

$$Y_{31} < Y_{32} \dots < Y_{3m}$$

$$Y_{p1} < Y_{p2} \dots < Y_{pn}$$

Таблица 2

Выборки случайных величин Y_3 , и Y_p

Метод	1	2	3	4	5
Y_3	120	200	500	750	1260
Y_p	72	202	527	851	1176

где Y_3 – значение параметра, полученное при эксперименте;

Y_p – расчетное значение по эмпирической формуле.

Нулевая гипотеза H_0 заключается в равенстве функций распределения $F(Y_3) = F(Y_p)$. Альтернативная гипотеза H_1 формируется в виде неравенства $F(Y_3) < F(Y_p)$.

Критерий Вилькоксона основан на распределении общего числа инверсий и для его подсчета расположим значения Y_3 , и Y_p в возрастающей последовательности (таблица 3).

Распределение общего числа инверсий

Y_p	Y_3	Y_3	Y_p	Y_3	Y_p	Y_3	Y_p	Y_p	Y_3
72	120	200	202	500	527	750	851	1176	1260

Число инверсий для Y_3 : $u=12$?

Математическое ожидание находим согласно формуле [4], значение $m_u=12,5$.

При уровне значимости $p=0.05$ критическими значениями для нулевой гипотезы будут

$$\begin{aligned} u &\leq m_u - 1.96\sigma_u, \\ u &\geq m_u + 1.96\sigma_u, \end{aligned} \quad (5)$$

где m_u – математическое ожидание;

σ_u – дисперсия.

Критическая область значений инверсий $]-\infty; 4,01] \cup [20,98; +\infty[$.

Гипотеза H_0 не отвергается, если число инверсий не попадает в критическую область. Число инверсий, равное 12, не попадает в критическую область, и поэтому можно считать разницу между сравниваемыми ломаной и прямой статистически незначимой. Следовательно, зависимость N от окружной скорости приводного вала имеет линейный характер.

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

Находим графики сглаживающих прямых в одних декартовых координатах (рис.2), используя данные испытаний при интенсивности распределенной нагрузки в жале валов $q=0$. Определим зависимость потребной мощности от линейной скорости приводного вала при разных значениях его диаметра.

Построим графики зависимостей потребной мощности от линейной 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 210мм) (рис.3 и 4).

На основании данных, полученных по результатам экспериментов, строим график зависимости мощности P от диаметра приводного вала (рис.5).

Возьмем значения потребной валковым модулем 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

$$y = \frac{c}{x-a} + b \quad (6)$$

Используем метод замены переменных [3], что бы привести зависимость к линейной

$$y = cx' + b \quad (7)$$

где $y = \frac{1}{x-a}$

С учетом результатов экспериментов и расчетов коэффициентов по формулам (2 и 3) получаем:

$$y = \frac{6234.87}{x-200} + 594.41$$

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

Таким образом, для исследования характера зависимости потребной мощности от технологических факторов целесообразно использовать метод наименьших квадратов. Установлено, что зависимости мощности от интенсивности нагрузки и линейной скорости имеют линейный характер, а от диаметра приводного вала - криволинейный характер.

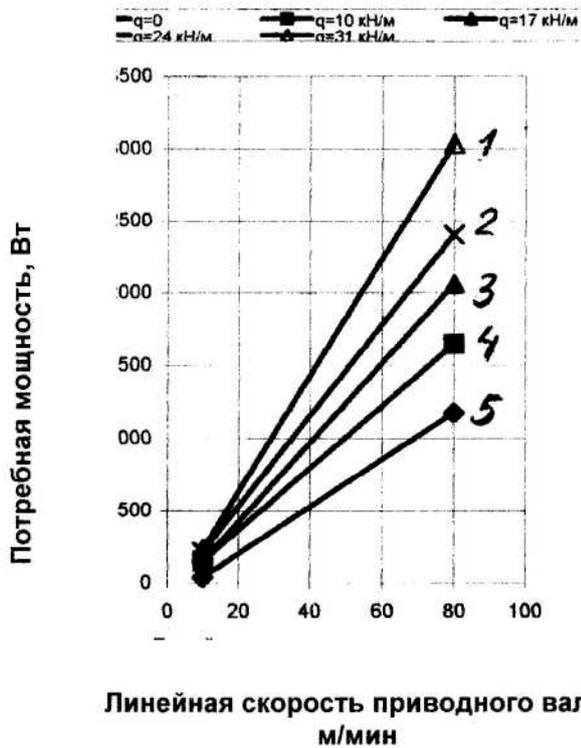


Рис.2. Зависимость потребной мощности от линейной скорости приводного вала при $q=0$.

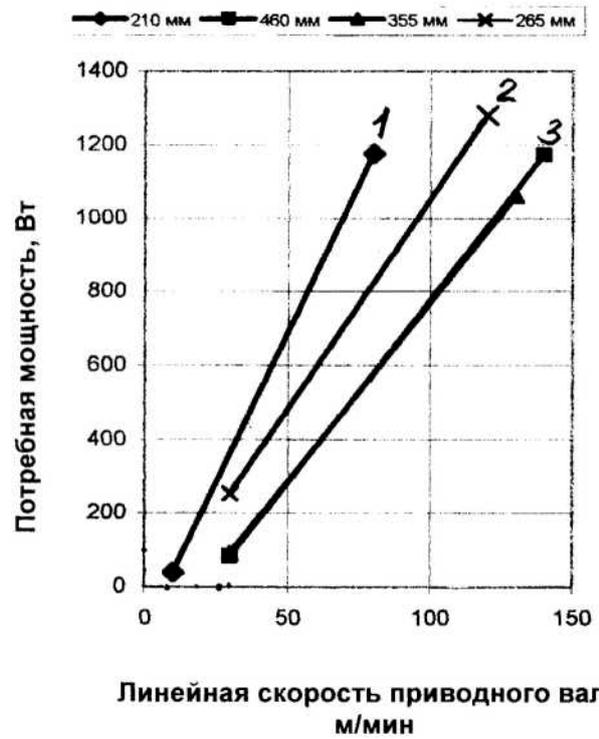


Рис.3. Зависимость потребной мощности от линейной скорости приводного вала.

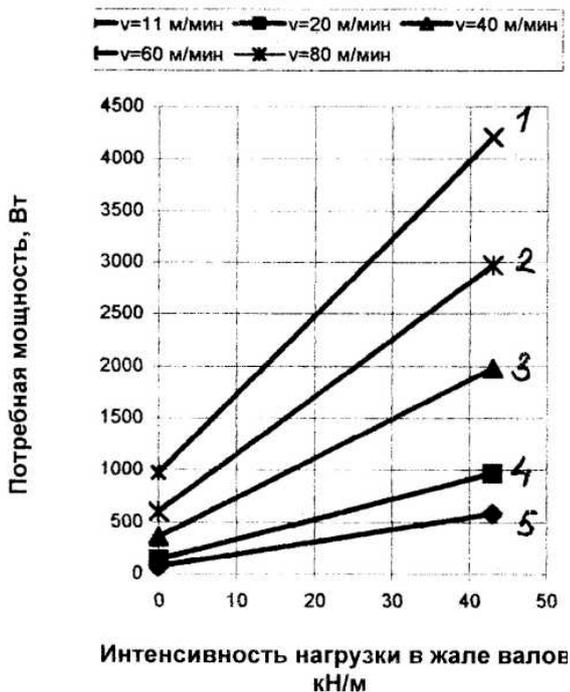


Рис.4. Зависимость мощности от интенсивности нагрузки в жале валов

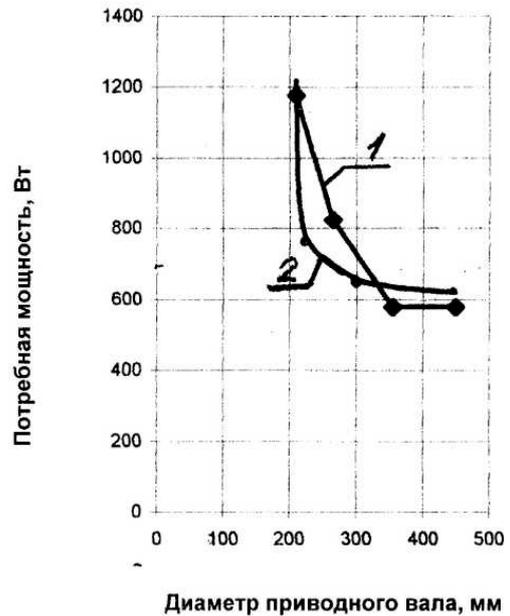


Рис.5. Зависимость потребной мощности от диаметра приводного вала при $q=0$ и $v=80$ м/мин

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Удвал, Ю.Г. Фомин. Основные направления снижения энергозатрат на привод валковых модулей // Теория и практика разработки оптимальных технологических процессов и конструкций в текстильном производстве. («Прогресс - 95»): Тезисы докл. межд. научн.-техн. конф. – Иваново, 1995. – С. 169...170.

2. А.М. Быстров, Х.Р. Садыков. Тиристорный электропривод поточных линий отделочного производства. // Изв. вузов. Техн. текс. пром-ти. – 1961. - №3. – С. 124...130.
3. Ю.С. Виноградов. Математическая статистика и её применение в текстильной промышленности. М.: Легкая индустрия, 1970. 326 с.
4. И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. Справочник по математике. М.: Наука, 1967. 608 с.

УДК 677.072.611.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ КРУТИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА С ШАРИКОВОЙ НАСАДКОЙ

OPTIMIZATION OF THE TWISTING DEVICE WITH A BALL HEAD

З. Эркинов, А. Атаханов, Н. Одилхонова
Z. Erkinov, A. Ataxanov, N. Odilxonova

Наманганский инженерно – технологический институт (Узбекистан)
Namangan engineering technological institute (Uzbekistan)
E-mail: zokirshoh_77@mail.ru,

В статье приведены результаты и проанализированы экспериментальные исследования по оптимизации нового устройства для кручения пряжи. А также, по результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований рекомендованы параметры регулировки устройства для кручения пряжи по выработке разных ассортиментов крученой пряжи.

Ключевые слова: крутка; крученая нить; оптимизация; эксперимент; веретено; двойное кручение; ассортимент; неровнота; устройство.

The results of experimental studies and analyzes to optimize the new device for the twisted yarn. And also, according to the results of theoretical and experimental studies are recommended settings for device adjustment twisted yarn to develop different assortments twisted yarn.

Keywords: twist; twisted yarn; optimization; experiment; spindle; double torsion; range; a factor, device.

Текстильные материалы вырабатываются из высококачественной одиночной и крученой пряжи, выработанной с помощью новой техники и технологии. Известно, что крученая пряжа вырабатывается из нескольких одиночных или монопнитей, путём сложения и придания им необходимой прочности путём кручения.

При производстве крученых изделий посредством кручения создают разнообразные структуры нитей. В тоже время процесс кручения является одним из самых трудоёмких в производстве кручёной пряжи. Поэтому вопросу совершенствования техники и технологии крутильного производства, а также ниточного производства уделяется большое внимание, как в республике, так и за рубежом.

На сегодняшний день на текстильных предприятиях республики для выработки крученой пряжи используются машины двойного кручения зарубежных фирм. Несмотря на высокую производительность у машин двойного кручения имеются недостатки:

- 1) ассортимент крученой пряжи на машине ограничен только двумя сложениями
- 2) неравномерное распространение крутки вдоль пряжи.

Также эти машины реализуются в иностранной валюте. Связи с этим авторами проведены теоретические и экспериментальные исследования по усовершенствованию техники и технологии кручения пряжи.

В исследовательской работе рассмотрены результаты теоретических испытаний и рассчитаны показатели свойств пряжи, выработанных на новом устройстве кручения с шариковой насадкой.