

УДК 621.01

Купряшкин В. Ф., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин

им. профессора А. И. Лещанкина, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»

Овчинников В.А., к.т.н., доцент кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин *им. профессора А. И. Лещанкина,*

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»

Шляпников М. Г., аспирант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин *им. профессора А. И. Лещанкина,*

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»

Уланов А. С., преподаватель кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин *им. профессора А. И. Лещанкина,*

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»

Осипов В.Ю., аспирант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин *им. профессора А. И. Лещанкина,*

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»

АНАЛИЗ РАБОТЫ КАТУШЕЧНОГО ТУКОВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

Аннотация. В данной статье рассмотрены результаты однофакторного эксперимента, которые показывают взаимосвязь между производительностью и частотой вращения рабочих органов (катушек).

Ключевые слова: однофакторный эксперимент, катушка, функция отклика, производительность.

Annotation. This article discusses the results of a one-factor experiment, which show the relationship between performance and speed of working bodies (coils).

Key words: one-factor experiment, the coil, the response function, the performance.

Важной характеристикой работы высевающих аппаратов является производительность, причем известно, что, она является функцией частоты вращения рабочих органов (катушек) [1, 3].

С целью установления вида взаимосвязи между производительностью и частотой вращения катушек был произведен однофакторный эксперимент.

Результаты показывают таблица 1, что моделью процесса может быть полином не ниже второго порядка.

Таблица 1 - Результаты эксперимента

Частота вращения n , мин^{-1}	0	5	10	15	20	25	30
--	---	---	----	----	----	----	----

Производительность W , кг/об	0	0,054	0,076	0,083	0,073	0,057	0,030
--------------------------------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Представим искомую модель в виде суммы ортогональных полиномов Чебышева[3]:

$$Y = \sum_{i=0}^n b_i p_i(x), \quad (1)$$

где $p_i(x)$ – ортогональные полиномы Чебышева; b_i – параметры модели.

Определение параметров модели, с целью облегчения вычислений, производят с помощью скорректированных полиномов $p_i^*(x)$, которые отличаются от $p_i(x)$ только постоянными множителями μ_i .

Таким образом, коэффициенты регрессии определим по следующим формулам: [3, 4].

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum Y; \quad (2)$$

$$b_1 = \frac{1}{\gamma_1} \sum Y p_1^*; \quad (3)$$

$$b_2 = \frac{1}{\gamma_2} \sum Y p_2^*, \quad (4)$$

где γ_i – табличный коэффициент [1]; $p_1^* = x$; $p_2^* = x^2 - 4$.

Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Вычисление параметров многочлена

n	x	Y	Y^2	p_1^*	$Y p_1^*$	p_2^*	$Y p_2^*$
0	-3	0	0	-3	0	5	0
5	-2	0,054	0,0029	-2	-0,108	0	0
10	-1	0,076	0,0057	-1	-0,076	-3	-0,228
15	0	0,083	0,0068	0	0	-4	-0,332
20	1	0,073	0,0053	1	0,073	-3	-0,219
25	2	0,057	0,0032	2	0,114	0	0
30	3	0,04	0,0016	3	0,120	5	0,2
Итого		0,383	0,0255		0,123		-0,579

Коэффициенты регрессии:

$$b_0 = 0,0547; b_1 = 0,0044; b_2 = -0,0069.$$

Остаточная дисперсия для модели второго порядка

$$S_{02} = \frac{1}{N-3} \sum_2; \quad (5)$$

$$\sum_2 = \sum_1 - b_2^2 \gamma_2 / \mu_2; \quad (6)$$

$$\sum_1 = \sum_0 - b_1^1 \gamma_1 / \mu_1; \quad (7)$$

$$\sum_0 = \sum Y^2 - \frac{1}{N} (\sum Y)^2; \quad (8)$$

Выбирая значения $\gamma_1 = 28, \gamma_2 = 84, \mu_1 = 1, \mu_2 = 1$ вычисляем остаточную дисперсию $S_{02} = 0,004$. Дисперсию воспроизводимости определяем по формуле:

$$S_B^2 = \frac{1}{N(m-1)} \sum_{u=1}^N \sum_{i=1}^m (Y_{ui} - \bar{Y}_u)^2; \quad (9)$$

$$S_B^2 = 0,0009.$$

Наблюдаемое значение критерия Фишера в данном случае $F = \frac{S_{02}^2}{S_B^2} = \frac{0,004}{0,0009} = 4,44$

Поскольку $F < F_k (4,44 < 5,05)$, то модель в виде полинома второй степени приемлема. Следовательно, для отражения зависимости производительности от частоты вращения высевающего аппарата можно применить следующую математическую модель: [2, 4, 5].

$$Y = b_0 + b_1 p_1(x) + b_2 p_2(x). \quad (10)$$

Определяем доверительные интервалы оценки параметров модели по формуле:

$$\Delta(b_i) = \pm t(P, m) \sqrt{\frac{S_B^2 \mu_i}{(m-1) \gamma_i}}, \quad (11)$$

где S_B^2 – дисперсия воспроизводимости;
 $t(P, m)$ – критерий Стьюдента, $t = 2,447$.

$$\Delta(b_0) = \pm 0,0138;$$

$$\Delta(b_1) = \pm 0,0069;$$

$$\Delta(b_2) = \pm 0,0040.$$

Так как доверительный интервал оценки параметра b_1 оказался больше самого коэффициента, то его следует признать статистически не значимым и исключить. Тогда математическая модель имеет вид:

$$Y = 0,0547 - 0,069(x^2 - 4) = 0,0823 - 0,0069x^2. \quad (12)$$

Для перехода к натуральной модели подставляем, в полученную нормализованную модель, значение нормализованного фактора $x = (n - 30) / 5$.

Окончательно получаем:

$$W = 0,02 + 0,0082n - 0,00027n^2. \quad (13)$$

По результатам полученной модели построим функцию отклика рисунок 1.

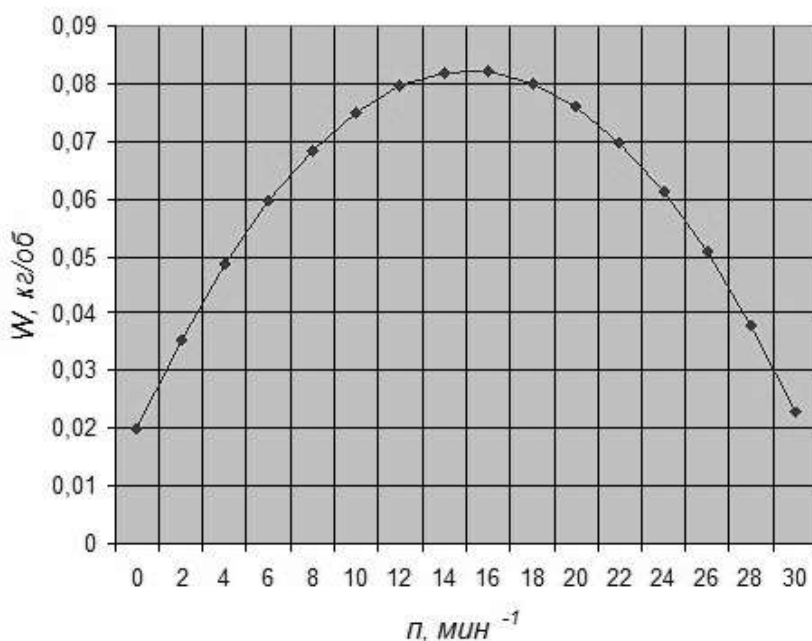


Рисунок 1 – Функция отклика

Таким образом анализ функции отклика показывает, что для обеспечения необходимой производительности туковысевающего аппарата частота вращения его приводного вала не должна превышать значения равного $n = 16 \text{ мин}^{-1}$, так как при превышении указанного значения наблюдается снижение производительности с одновременным увеличением интенсивности дробления гранул минеральных удобрений. Кроме того, последнее отрицательно сказывается на затраты мощности необходимой для привода рабочих органов аппарата.

Библиографический список

1. Беляев Е. А. Посевные машины /Е.А. Беляев. - М. Россельхозиздат, 1987. - 62 с.
2. Вединяпин Г. В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных /Г. В. Вединяпин. - М. Колос, 1973. - 200 с.
3. Доспехов В. А. Методика полевого опыта с основами математической обработки результатов исследований /В. А. Доспехов. - М. Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Кузнецов Б. Ф. Основные направления развития конструкций посевных машин /Б. Ф. Кузнецов - Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1980. С. 13 -14.
5. Семенов А. Н. Зерновые сеялки /А. Н. Семенов - М. Машгиз, 1959.-318 с.