

УДК 651.018.2:631.56

МЕТОДИКА ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

Постнікова М.В., інженер,
Карпова О.П. к.т.н.
Таврійська державна агротехнічна академія
Тел. (0619)-42-31-59

Анотація - одним із шляхів раціонального використання електроенергії на зернопунктах є розробка питомих науково-обґрунтованих норм споживання електроенергії, які необхідно установити на основі енергетичних характеристик агрегатів або окремих машин. При цьому запропоновано урахувати вплив різних факторів на енергетичні характеристики методом планування експериментів.

Ключові слова – питомі норми споживання, енергетичні характеристики, раціональне використання електроенергії, багатфакторний експеримент.

Постановка проблеми. Раціональне використання електроенергії на зернопунктах особливо актуально зараз, коли розширення виробництва електроенергії пов'язано з витратами таких не відновлюваних джерел енергії як нафта, газ, вугілля. Рішення цих задач має й соціальний аспект, тому що до нього входять люди, й успіх залежить від їхнього відношення до справи. Один із шляхів раціонального використання електроенергії розробка питомих науково-обґрунтованих норм. А дотримування норм споживання електроенергії - одна з основних задач експлуатаційного персоналу. Практично найбільш зручно установлювати норми споживання електроенергії на основі енергетичних характеристик агрегатів або цілих операцій.

Аналіз останніх досліджень. У літературі є значна кількість робіт, присвячених, головним чином, розрахунку і вибору технологічних і конструктивних параметрів робочих машин зерноочисних агрегатів ЗАВ-20, ЗАВ-40, ЗАР-5. Питання енергетики поточкових ліній і окремих освітлені недостатньо повно [1-3]. Існуючі формули для розрахунку енергетичних характеристик дають великі розходження кінцевих результатів (200% і більше). Все це не дозволяє в інженерній практиці досить обґрунтовано проводити відповідні розрахунки, які в'язані з

вибором потужності електродвигунів. На енергетичні характеристики технологічного обладнання чинять вплив різні фактори, більшість з яких являється перемінними і мають тісний зв'язок між собою. Наприклад, залежності між витратами електроенергії і факторами мають випадковий характер. Для визначення сукупного впливу різних факторів на енергетичні характеристики технологічного обладнання доцільно провести багатофакторний експеримент [4].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). В роботі поставлена задача визначити вплив різних факторів на енергетичні характеристики зерноочисних машин методом планування експерименту.

Основна частина. На робочі органи і процеси зерноочисних машин впливає одночасно кілька факторів. Коливання одного фактора служить безпосередньою причиною зміни впливу інших факторів на параметри, які досліджуються. У цьому випадку необхідно проводити багатофакторний експеримент. Застосування для цих цілей "класичного способу" - зміни факторів по одному при стабілізації інших вимагає проведення великого числа дослідів. Такий спосіб дослідження дуже тривалий і малоефективний. У ряді випадків він не тільки ускладнює пошук оптимальних умов, але й не дозволяє вирішити поставлену задачу. Для скорочення кількості дослідів і їхньої більшої вірогідності використані методи активного планування експерименту. За допомогою цього методу можна одержати математичні моделі, що зв'язують досліджуваний параметр із усіма факторами, що впливають на нього. У цьому випадку успішно може бути використаний математичний апарат теорії планування експерименту. При цьому математична модель об'єкта перетвориться в просту модель, що складається з поліномів-відрізків ряду Тейлора виду:

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i + \sum_{i < j}^n b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i < j < k}^n b_{ijk} \cdot x_i \cdot x_j \cdot x_k + \dots, \quad (1)$$

де $\hat{y}$ - оцінка будь-якої шуканої функції мети;

b_0, b_i, b_{ij} - коефіцієнти поліномів;

$x_i, x_j, \dots, x_n$ - незалежні перемінні.

Однак методи планування експерименту розроблені стосовно до складних об'єктів з невідомими функціональними зв'язками вхідних і вихідних параметрів, у яких крім основних фізичних факторів діє ряд випадкових величин.

У випадку застосування методів теорії планування експерименту до математичної моделі об'єкта під "експериментом" мається на увазі сукупність розрахунків, що дає однозначне рішення для функції мети $\hat{y}$. При цьому відсутні дисперсії як вхідних, так і вихідних величин. Урахування цієї обставини складає основну особливість застосування методів планування експерименту до математичної моделі об'єкта. Відпадає необхідність дублювання розрахунків у точках факторного простору і рандомізації їх у часі. Але відсутність дисперсії функції мети не дозволяє одержати опис функції поліномом з обмеженим числом членів. Тому необхідно задати точність бажаної інтерполяції і формально зв'язати припустиму помилку розрахунку з деякою оцінкою дисперсії функції мети. У цьому випадку всі передумови регресійного аналізу дотримуються.

Приймаємо за оцінку дисперсії нормально розподіленої випадкової величини деяке припустиме середнє квадратичне відхилення функції мети. Одержуємо інтерполяційний поліном, гарантуючи, що помилка при обчисленнях не перевищить деякої величини з запасом. Таким чином, ця обставина не є перешкодою для використання математичного апарату планування експерименту для дослідження моделі об'єкта.

Успішне одержання нової математичної моделі адекватної вихідної моделі без надмірних витрат часу і ресурсів залежить значною мірою від вибору плану розрахунків. Необхідно вибирати лише такі плани, що забезпечують зручність розрахунку коефіцієнтів поліномів. Найбільш зручними є плани першого порядку повного факторного експерименту (ПФЕ) і дрібного факторного експерименту (ДФЕ). Ці плани ортогональні, тому оцінки коефіцієнтів поліномів виходять незалежними і розрахунок їх простий. Варіювання незалежних перемінних проводиться на двох рівнях, число дослідів $N < 2^n$, де n - число незалежних перемінних. За допомогою таких планів можна одержати модель, що складається з неповних квадратних поліномів, що містять члени виду: $b_i x_i$, $b_{ij} x_i x_j$, $b_{ijk} x_i x_j x_k$.

При дослідженні залежності енергетичних характеристик від конструктивних факторів зерноочисних машин як відгук обрана приєднана потужність робочих машин. Для зерноочисної машини в якості перемінних конструктивних факторів, що роблять вплив на приєднану потужність, обрані: x_1 - продуктивність зерноочисної машини, т/г; x_2 - ширина решета, дм; x_3 - число коливань решітного стану, колив./хв; x_4 - кут між напрямком коливань і площиною решета, °; x_5 - ККД передачі; x_6 - ККД усереднений.

Математичний опис енергетичних характеристик одержуємо шляхом варіювання кожного з факторів на двох рівнях, що відрізня-

ються від основного на величину кроку $\pm\Delta x_i$. Так як фактори мають різну фізичну природу, різні одиниці виміру і, нарешті, різний порядок значень, для зручності від дійсних значень факторів переходимо до нормованих. Нормалізацію факторів робимо за формулою:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i,0}}{\Delta X_i}, \quad (2)$$

де X_i і $X_{i,0}$ - натуральне і нульове значення факторів.

Значення факторів на верхньому і нижньому рівнях буде:

$$X_{i,n} = X_{i,0} - \Delta X_i \quad X_{i,v} = X_{i,0} + \Delta X_i$$

Відповідно до рівняння (2) нормовані значення факторів визначаються:

$$x_{i,0} = \frac{X_{i,0} - X_{i,0}}{\Delta X_i} = 0 \text{ базовий,} \quad x_{i,v} = \frac{X_{i,v} - X_{i,0}}{\Delta X_i} = +1 \text{ верхній,}$$

$$x_{i,n} = \frac{X_{i,n} - X_{i,0}}{\Delta X_i} = -1 \text{ нижній.}$$

Вибір факторів, інтервалу варіювання, рівнів (таблиця 1) зроблений на основі аналізу апріорної інформації [4].

Таблиця 1 - Рівні факторів і інтервали варіювання (ЗАВ-10.30000)

Рівні факторів	Нормована величина	x_1 , т/г	x_2 , дм	x_3 , колив/хв	x_4 , град.	x_5	x_6
Верхній Рівень	+1	10,0	10,4	490	30	0,8	0,8
Основний Рівень	0	6,5	9,9	440	27	0,75	0,75
Нижній Рівень	-1	3,0	9,4	390	24	0,7	0,7
Крок варіювання		$\pm 3,5$	$\pm 0,5$	± 50	± 3	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$

В результаті обробки матриці плану, а також після переходу за формулою (2) до натуральних значень факторів було отримано рівняння (3) для розрахунку енергетичної характеристики зерноочисної машини в залежності від конструктивних факторів.

$$P_{\text{присл}} = 4,06 + 0,098Q - 0,092B - 0,001n - 0,029\gamma - 1,48\eta_{\text{пер}} - 0,98\eta_{\text{ус}}. \quad (3)$$

Висновки. Аналіз рівняння (3) показує, що вплив факторів на приєднану потужність різний: збільшення продуктивності збільшує значення вихідної величини, а збільшення ширини решета, числа коливань решітного стану, кута між напрямком коливань і площиною решета, а також ККД передачі і ККД усереднений зменшує значення вихідної величини.

Література

1. *Гончаров А.А.* Исследование электроприводов зерноочистительных агрегатов с целью достижения их оптимальных эксплуатационных характеристик: автореферат диссертации канд. техн. наук. - К., 1981. - 24 с.
2. *Громак В.В.* Исследование автоматизированного электрического привода зерноочистительных агрегатов: автореферат диссертации канд. техн. наук. Волгоград, 1970. - 20 с.
3. *Устименко Н.А.* Исследование энергетики электропривода машин зерноочистительного пункта «Воронежсельмаш» // Вопросы механизации и электрификации с.х. производства. - Ростов/Дон, 1966. - Вып. 9. - С. 216-224.
4. *Адлер Ю.П. и др.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1976. - 279 с.

METHOD OF PLANNING OF EXPERIMENTS FOR POWER CONSUMPTION DETERMINATION OF GRAN CLEANERS

M. Postnikova, O. Karpova

Summary

One of ways of the rational use of electric power on a corn processing sites is development of the specific scientific-grounded norms of consumption of electric power that should be set on the basis of power consumption of aggregates or separate machines. Thus it is offered to take into account influence of different factors by the method of experiment planning.