

УДК 621.311.664.73

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ЗЕРНООЧИСНИХ АГРЕГАТІВ

О. П. Карпова

Державний вищий навчальний заклад «Мелітопольський промислово-економічний коледж»
вул. 50-річчя Перемоги, 19, м. Мелітополь, Запорізька область, 72313, Україна.
E-mail: a.karпова1503@gmail.com

М. В. Постнікова

Таврійський державний агротехнологічний університет
просп. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька область, 72310, Україна.
E-mail: postnikova070263@gmail.com

Виконано дослідження оптимізаційних режимів роботи електромеханічних систем зерноочисного агрегату ЗАВ-40 з використанням теорії планування математичного експерименту з пошуком оптимальних значень функції цілі. В основу досліджень покладено положення теорії планування математичного експерименту. Отримано адекватні рівняння регресії другого порядку параметра оптимізації в функції змінних факторів, що дозволило визначити мінімальні питомі витрати електроенергії при очищенні зерна агрегатом ЗАВ-40. Вперше отримано залежності питомих витрат електроенергії агрегатом ЗАВ-40, які забезпечують оптимізацію питомих витрат електроенергії при дотриманні агротехнічних вимог до якості очищеного зерна. Запропонована методика дозволила одержати мінімально можливі значення питомих витрат електроенергії на потокових лініях агрегату ЗАВ-40 з урахуванням впливу змінних факторів. Це дозволило розробити науково-обґрунтовані норми витрати електроенергії для технологічних схем очищення зерна агрегату ЗАВ-40. Бібл. 11, табл. 2, рис. 3.

Ключові слова: енергозбереження, електропривод, економія електроенергії, нормування електроенергії, багатофакторний експеримент, планування експерименту.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

А. П. Карпова

Государственное высшее учебное заведение «Мелитопольский промышленно-экономический колледж»
ул. 50-летия Победы, 19, г. Мелитополь, Запорожская область, 72313, Украина.
E-mail: a.karпова1503@gmail.com

М. В. Постникова

Таврический государственный агротехнологический университет
просп. Б. Хмельницкого, 18, г. Мелитополь, Запорожская область, 72310, Украина.
E-mail: postnikova070263@gmail.com

Выполнено исследование оптимизационных режимов работы электромеханических систем зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 с использованием теории планирования математического эксперимента с поиском оптимальных значений функции цели. В основу исследований положены положения теории планирования математического эксперимента. Получены адекватные уравнения регрессии второго порядка параметра оптимизации в функции переменных факторов, что позволило определить минимальные удельные расходы электроэнергии при очистке зерна агрегатом ЗАВ-40. Впервые получены зависимости удельных расходов электроэнергии агрегатом ЗАВ-40, которые обеспечивают оптимизацию удельных расходов электроэнергии при соблюдении агротехнических требований к качеству очищенного зерна. Предложенная методика позволила получить минимально возможные значения удельных расходов электроэнергии на поточных линиях агрегата ЗАВ-40 с учетом влияния переменных факторов. Это позволило разработать научно-обоснованные нормы расхода электроэнергии для технологических схем очистки зерна агрегата ЗАВ-40. Библ. 11, табл. 2, рис. 3.

Ключевые слова: энергосбережение, электропривод, экономия электроэнергии, нормирование электроэнергии, многофакторный эксперимент, планирование эксперимента.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Сучасна ситуація на ринку енергоресурсів обумовлює необхідність аналізу ефективності використання енергії при функціонуванні будь-якого виробництва паралельно з урахуванням кількісних і якісних показників. У зв'язку з дефіцитом енергоресурсів виникає необхідність економії енергії взагалі і електроенергії зокрема [1].

Нормативно-технічна база енергозбереження відповідно до Закону України «Про енергозбереження» базується на стандартах, які є основою для застосування економічних заходів керування енергозбереженням. На сьогодні в сфері енергозбереження діє більше 11 стандартів. У стадії розробки перебуває ще ряд стандартів [2].

Один зі шляхів раціональної витрати електроенергії при очищення зерна на потокових лініях зернопунктів сільськогосподарських підприємств – забезпечення номінального завантаження приводних електродвигунів потокових ліній, що забезпечує очищення зерна з мінімальною питомою витратою електроенергії та служить критерієм в оцінці раціонального електроспоживання.

Задача оптимізації процесу очищення зерна на потокових лініях зернопунктів – знайти такі режими роботи потокових ліній очищення зерна, які в діапазоні зміни вхідних параметрів забезпечували мінімум питомих витрат електроенергії [3].

За даними різних джерел енергозатрати на післязбиральну обробку зерна складають 25-30 % від загальних на його виробництво. Основу проблеми подальшого вдосконалення післязбиральної обробки зерна в умовах господарств складають задачі підвищення якості кінцевого продукту та зниження енергоємності процесу.

Зерноочисні агрегати ЗАВ-40 серед технічних засобів комплексної механізації післязбиральної обробки зерна займають одне з перших місць.

В зв'язку з переходом на нові методи господарювання почали формуватися передумови перетворення такого важливого аспекту економічного життя, як енергозбереження, з абстрактного в реальний фактор економіки. Технологія післязбиральної обробки зерна в господарствах впродовж останніх 10-15 років ґрунтується на стаціонарних зерноочисних агрегатах типу ЗАВ-10 – ЗАВ-50, комплексах КЗС-10 – КЗС-50, наявним парком яких переробляється до 60-70 % зерна і насіння у господарствах [4-6].

Для поновлення існуючих технічних засобів ІМЕСГ УААН спільно з ВАТ «Вібросепаратор» створили вітчизняні комплекси для обробки продовольчого та фуражного зерна продуктивністю 25 і 50 т/год. [7]. Незалежно від початку впровадження нових агрегатів і комплексів ще багато років основна маса зерна буде очищатися на обладнанні, яке мають господарства, тому необхідно прийняти ряд додаткових заходів по його реконструкції для того, щоб забезпечити працездатність старого обладнання при мінімальних питомих витратах електроенергії.

Метою статті є дослідження оптимізаційних режимів роботи електрообладнання зерноочисного агрегату ЗАВ-40.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для дослідження взаємодії різних факторів на енергоємність процесу очищення зерна на агрегаті ЗАВ-40 були використані методи планування математичного експерименту (ПМЕ) [8, 9].

Назва методу пояснюється тим, що методологія перебудови вихідної математичної моделі об'єкта дослідження повністю заснована на використанні математичного апарата і методики класичної теорії планування експерименту [8]. При цьому в методі ПМЕ під «експериментом» мається на увазі сукупність аналітичних розрахунків значень функції цілі або параметра оптимізації за допомогою математичної моделі об'єкта відповідно до порядкових значень факторів, представлених в матриці прийнятого плану експерименту. Важлива також особливість методу ПМЕ полягає в наступному. Оскільки результати розрахунків значень функції цілі « Q » по вихідній математичній моделі об'єкта являють собою однозначні величини, то при використанні методу ПМЕ буде відсутня дисперсія відтворюваності «дослідів» $S_B^2 \{y\}$ і відпадає необхідність проведення паралельних дослідів при тих самих значеннях факторів і рандомізації «дослідів» при їхньому проведенні.

Відсутність дисперсій відтворюваності функції цілі не дозволяє одержати математичний опис об'єкта дослідження у вигляді рівнянь регресії з обмеженим числом членів, оскільки не представляється

можливим проводити статистичну оцінку значущості коефіцієнтів і адекватності рівняння. Тому при використанні методу ПМЕ дисперсія відтворюваності $S_B^2 \{y\}$ вводиться штучно і визначається по величині прийнятої допустимої помилки розрахунків, тобто

$$S_B^2 \{y\} = \sigma^2 = (3\sigma)^2, \quad (1)$$

де σ^2 – дисперсія помилки; σ – стандарт або середня квадратична помилка.

Звичайно задаються дисперсією помилки, рівною двом-трьом стандартам σ , як це показано в (1). У цьому випадку всі передумови регресійного аналізу дотримуються.

Для нормального закону розподілу стандарт приймається рівним $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$. Вважаючи, наприклад, що $\sigma = 0,02$, тобто помилка розрахунків становить 2 %, то величина штучно прийнятої дисперсії буде дорівнювати

$$S_B^2 \{y\} = (3\sigma)^2 = (3 \cdot 0,02)^2. \quad (2)$$

Так як залежність питомих витрат електроенергії від продуктивності нелінійна [8, 9], тому для отримання рівняння регресії використовувалися плани другого порядку. Вибір факторів, інтервалів варіювання, рівнів був проведений на основі аналізу апріорної інформації. В якості змінних факторів вибрані: x_1 – продуктивність агрегату, т/год.; x_2 – приєднана потужність електродвигунів потокової лінії агрегату, кВт; x_3 – коефіцієнт завантаження електродвигунів потокової лінії і вибрані у відповідності з реальними можливостями налагодження робочих машин поточкових ліній (табл. 1).

Таблиця 1 – Рівні факторів та інтервали варіювання факторів для зерноочисного агрегату ЗАВ-40

Рівні варіювання факторів	Фактори в нормованих одиницях	Фактори в фізичних одиницях		
		Q, т/год.	P, кВт	K _з , відн. од.
		X ₁	X ₂	X ₃
Верхній X _{i,в}	x _{i,в} = +1	40,0	45,0	0,8
Нижній X _{i,н}	x _{i,н} = -1	20,0	25,0	0,5
Базовий X _{i,0}	x _{i,0} = 0	30,0	35,0	0,65
Інтервали варіювання ΔX _i	Δx _i = ±1	10,0	10,0	0,15
Розміри зіркового плеча +α	+1,215	42,85	47,15	0,832
-α	-1,215	17,85	22,85	0,468

Нормалізація факторів проводилась за формулою [8, 9]

$$x_i = \frac{X_i - X_{i,0}}{\Delta X_i}. \quad (3)$$

Відповідно до (3) нормовані значення факторів на різних рівнях будуть дорівнювати

$$x_{i,0} = \frac{X_{i,0} - X_{i,0}}{\Delta X_i} = 0; \quad x_{i,в} = \frac{X_{i,в} - X_{i,0}}{\Delta X_i} = +1; \quad x_{i,н} = \frac{X_{i,н} - X_{i,0}}{\Delta X_i} = -1. \quad (4)$$

При рішенні задачі оптимізації складних об'єктів дослідження для адекватного опису області оптимуму, як правило, використовуються поліноми другого порядку виду

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i + \sum_{i < j} b_{i,j} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 + \dots, \quad (5)$$

де y – функція цілі; b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коефіцієнти рівняння регресії; x_i, x_j, x_i^2 – нормовані значення факторів.

Така математична модель може бути отримана на основі планів другого порядку, наприклад, ортогонального центрального композиційного плану (ОЦКП) або ротатбельного центрального композиційного плану (РЦКП), а також D – оптимальних планів.

В [8, 9] рекомендуються для рішення задач оптимізації плани ОЦКП другого порядку. ОЦКП – це планування експерименту на п'яти рівнях, які в нормалізованих одиницях можна представити у вигляді

$$1) -\alpha; \quad 2) -1; \quad 3) 0; \quad 4) +1; \quad 5) +\alpha, \quad (6)$$

де α – розмір плеча зіркових точок.

Проводилась статистична обробка даних. Для ортогонального центрального композиційного плану (ОЦКП) другого порядку критерієм оптимізації є ортогональність всіх вектор-стовбців матриці плану, включаючи і вектор-стовбці для всіх квадратичних членів x_i^2 ($i = 1, 2 \dots$) і нульового члена x_0 .

В результаті проведених досліджень [10, 11] була отримана математична модель, що описує залежність функції відгуку (питомих витрат електроенергії) від вхідних параметрів $\tilde{y} = f(x_1, x_2, x_3)$ для ЗАВ-40 у вигляді рівняння регресії другого порядку.

$$\begin{aligned} \tilde{y} = & 1,012 - 0,313x_1 + 0,283x_2 + 0,228x_3 - \\ & - 0,102x_1x_2 - 0,082x_1x_3 + 0,07x_2x_3 - \\ & - 0,102x_1^2 + 0,084x_2^2 + 0,084x_3^2. \end{aligned} \quad (7)$$

Аналіз рівняння (7) показує, що функція питомої витрати електроенергії має екстремум. У фізично допустимому діапазоні режимів роботи потокової лінії функція питомої витрати електроенергії безперервна і не має інших точок екстремуму, а отже, в розрахункових точках мінімуму функція досягає найменшого значення [8, 9].

Задачі статичної оптимізації об'єктів вирішуються пошуковими методами. Існують також математичні перетворення, що дозволяють одержати графічну і аналітичну інтерпретацію області оптимуму. Для цих цілей використовують канонічне перетворення математичної моделі і метод двовимірних перерізів поверхні відгуку.

По рівнянню (7) були розраховані питомі витрати електроенергії поточкових ліній агрегату ЗАВ-40 в залежності від продуктивності агрегату, потужності і коефіцієнта завантаження електрообладнання, в результаті чого були отримані відповідні теоретичні поверхні відгуку.

Для проведення аналізу рівняння (7) методом двовимірних перерізів, отримане рівняння регресії другого порядку було диференційовано по кожному фактору і прирівняне до нуля.

$$\frac{\partial \tilde{y}}{\partial x_1} = -0,313 - 0,102x_2 - 0,082x_3 - 0,204x_1 = 0;$$

$$\frac{\partial \tilde{y}}{\partial x_2} = 0,283 - 0,102x_1 + 0,07x_3 + 0,168x_2 = 0;$$

$$\frac{\partial \tilde{y}}{\partial x_3} = 0,228 - 0,082x_1 + 0,07x_2 + 0,168x_3 = 0.$$

Вирішивши систему рівнянь, отримали координати центра в кодованих одиницях

$$\begin{aligned} x_{1S} = & -0,396; \quad x_{2S} = -1,548; \quad x_{3S} = -0,906; \\ y_S = & 0,894, \end{aligned}$$

яким відповідають наступні значення факторів і функції цілі в фізичних одиницях

$$Q = 40 \text{ т/год.}; \quad P = 25 \text{ кВт}; \quad K_3 = 0,583.$$

Оптимальне значення функції цілі відповідає $W_{\text{пт.}} = 0,894 \text{ кВт}\cdot\text{год./т}$.

Були розглянуті можливі двовимірні перерізи, які мають найбільше практичне значення для питомої витрати електроенергії в залежності від продуктивності агрегату Q , т/год., приєднаної потужності P , кВт, і коефіцієнта завантаження K_3 , в.о, електродвигунів.

1. Двовимірний переріз поверхні відгуку, що характеризує показники приєднаної потужності P , кВт, і коефіцієнта завантаження K_3 , в.о, електродвигунів поданий на рис. 1

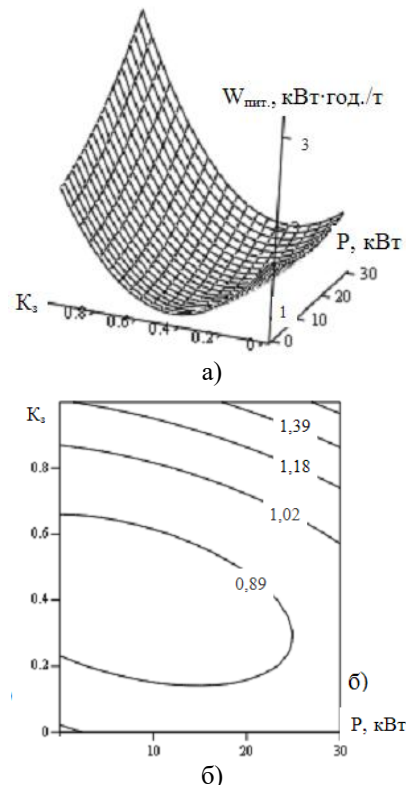


Рисунок 1 – Поверхня відгуку функції цілі (а) та її двовимірні перерізи (б) для ЗАВ-40 при $x_1 = 0$

При $x_1 = 0$

$$\frac{\partial \tilde{y}}{\partial x_2} = 0,283 + 0,07x_3 + 0,168x_2 = 0;$$

$$\frac{\partial \tilde{y}}{\partial x_3} = 0,228 + 0,07x_2 + 0,168x_3 = 0;$$

$$x_{2S} = -1,35; x_{3S} = -0,79; y_S = 0,73,$$

що відповідає значенням факторів і функції цілі в фізичних одиницях

$$P = 21,5 \text{ кВт}; K_3 = 0,5 \text{ і } W_{\text{пт.}} = 0,73 \text{ кВт}\cdot\text{год./т.}$$

Для канонічного перетворення рівняння вирішувалася система

$$f(B) = \begin{vmatrix} 0,168 - B & 0,5 \cdot 0,07 \\ 0,5 \cdot 0,07 & 0,168 - B \end{vmatrix} =$$

$$= (0,168 - B)(0,168 - B) - 0,0012 = 0.$$

Власними числами даного характеристичного рівняння будуть $B_{22} = 0,13, B_{33} = 0,206$.

Канонічне рівняння буде мати вигляд

$$Y - 0,73 = 0,13X_2^2 + 0,206X_3^2.$$

2. Двовимірний переріз поверхні відгуку, що характеризує показники продуктивності агрегату Q, т/год., і коефіцієнта завантаження K_3 , в.о, електродвигунів поданий на рис. 2.

При $x_2 = 0$

$$\frac{\partial \tilde{y}}{\partial x_1} = -0,313 - 0,082x_3 - 0,204x_1 = 0;$$

$$\frac{\partial \tilde{y}}{\partial x_3} = 0,228 - 0,082x_1 + 0,168x_3 = 0;$$

$$x_{1S} = -0,83; x_{3S} = -1,76; y_S = 0,94,$$

що відповідає значенням факторів і функції цілі в фізичних одиницях

$$Q = 31,7 \text{ т/год.}; K_3 = 0,39 \text{ і } W_{\text{пт.}} = 0,94 \text{ кВт}\cdot\text{год./т.}$$

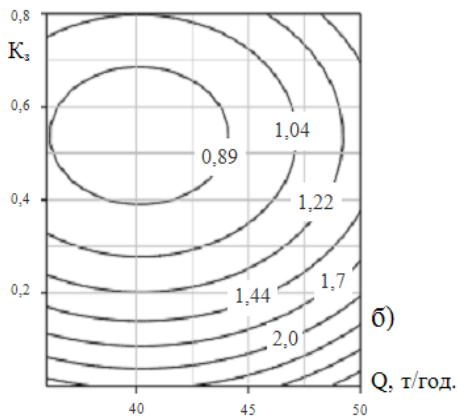
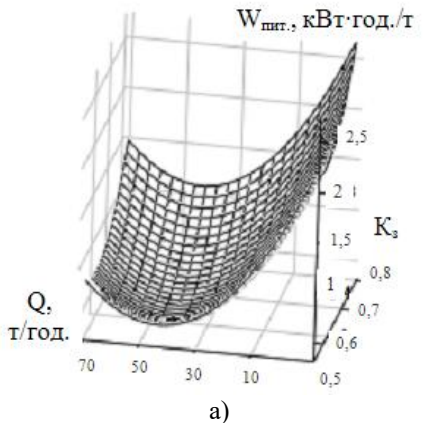


Рисунок 2 – Поверхня відгуку функції цілі (а) та її двовимірні перерізи (б) для ЗАВ-40 при $x_2 = 0$

Для канонічного перетворення рівняння вирішувалася система

$$f(B) = \begin{vmatrix} -0,204 - B & -0,5 \cdot 0,082 \\ -0,5 \cdot 0,082 & 0,168 - B \end{vmatrix} =$$

$$= (-0,204 - B)(0,168 - B) - 0,0017 = 0.$$

Власними числами даного характеристичного рівняння будуть $B_{11} = -0,208, B_{33} = 0,172$.

Канонічне рівняння буде мати вигляд

$$Y - 0,941 = -0,208X_1^2 + 0,172X_3^2.$$

3. Двовимірний переріз поверхні відгуку, що характеризує показники продуктивності агрегату Q, т/год., і приєднаної потужності електродвигунів P, кВт, поданий на рис. 3.

При $x_3 = 0$

$$\frac{\partial \tilde{y}}{\partial x_1} = -0,313 - 0,102x_2 - 0,204x_1 = 0;$$

$$\frac{\partial \tilde{y}}{\partial x_2} = 0,283 - 0,102x_1 + 0,168x_2 = 0;$$

$$x_{1S} = -0,53; x_{2S} = -2,01; y_S = 0,81,$$

що відповідає значенням факторів і функції цілі в фізичних одиницях

$$Q = 24,7 \text{ т/год.}; P = 4,9 \text{ кВт і } W_{\text{пт.}} = 0,81 \text{ кВт}\cdot\text{год./т.}$$

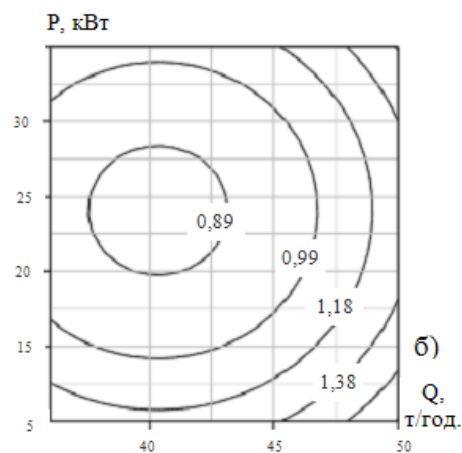
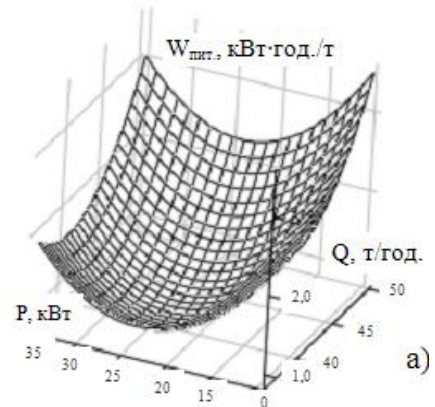


Рисунок 3 – Поверхня відгуку функції цілі (а) та її двовимірні перерізи (б) для ЗАВ-40 при $x_3 = 0$

Для канонічного перетворення рівняння вирішувалася система

$$f(B) = \begin{vmatrix} -0,204 - B & -0,5 \cdot 0,102 \\ -0,5 \cdot 0,102 & 0,168 - B \end{vmatrix} = \\ = (-0,204 - B)(0,168 - B) - 0,0026 = 0.$$

Власними числами даного характеристичного рівняння будуть $B_{11} = -0,21$, $B_{22} = 0,174$.

Канонічне рівняння буде мати вигляд

$$Y - 0,81 = -0,21X_1^2 + 0,174X_2^2.$$

Проведені дослідження дозволили розробити науково-обґрунтовані норми питомої витрати електроенергії для технологічних схем очистки зерна на агрегаті ЗАВ-40 (табл. 2) [10, 11], які були обговорені та схвалені на технічній раді Запорізького обласного, Мелітопольського районного управління сільського господарства та Великолепетиського районного управління сільського господарства Херсонської області.

Таблиця 2 – Рекомендовані науково-обґрунтовані норми витрати електроенергії при очищенні зерна на потокових лініях зерноочисного агрегату ЗАВ-40

Технологічні схеми	Продуктивність, т/год.	Рекомендовані норми, кВт·год./т
1 Одна лінія з трієром	15,0	1,347
2 Одна лінія без трієра	20,0	0,902
3 Дві лінії з трієрами	30,0	1,342
4 Дві лінії без трієрів	40,0	0,901

Рекомендовані науково-обґрунтовані норми електроспоживання призначені для планово-економічних відділів обласних управлінь сільського господарства для планування і контролю витрати електроенергії на технологічні процеси дороблювання зерна на потокових лініях зернопунктів півдня України. Аналогічні дослідження проводяться для інших зерноочисних агрегатів, які випускає промисловість.

ВИСНОВКИ. 1. Проведені експериментальні та теоретичні дослідження технологічних процесів очищення зерна показали, що найбільш інформативним показником для визначення енергозберігаючих режимів роботи електромеханічних систем зернопунктів є енергоємність процесу очищення зерна.

2. Двовимірні перерізи поверхні відгуку функції цілі, які отримані в результаті обробки математичної моделі агрегату ЗАВ-40, дозволили визначити оптимальні фактори і раціональні рівні їх варіювання. Визначено, що мінімальні питомі витрати електроенергії в цілому по агрегату будуть, якщо значення факторів, які найбільше впливають на питомі витрати

електроенергії будуть наступні: $Q = 40$ т/год.; $P = 25$ кВт; $K_3 = 0,583$; $W_{\text{шт.}} = 0,894$ кВт·год./т.

3. Науково-обґрунтовані норми витрати електроенергії різних технологічних схем очищення зерна пшениці на потокових лініях ЗАВ-40, що рекомендуються, наступні:

- одна лінія з трієром $W_{\text{шт.}} = 1,347$ кВт·год./т;
- одна лінія без трієра $W_{\text{шт.}} = 0,902$ кВт·год./т;
- дві лінії з трієрами $W_{\text{шт.}} = 1,342$ кВт·год./т;
- дві лінії без трієрів $W_{\text{шт.}} = 0,901$ кВт·год./т.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кремнев А.Н. Сегодня и завтра в послеуборочной обработке зерна и подготовке семян // Техника и оборудование для села. – октябрь, 2001. – С. 38–41.
2. Головки С.Г. Краткий анализ зарубежного законодательства по контролю энергопотребления // Энергосбережение. – 2001. – № 9–10. – С. 14–16.
3. Комплексная механизация послеуборочной обработки зерна и подготовки семян // Техника и оборудование для села. – март, 2002. – С. 11–15.
4. Зюлин А.Н., Чижиков А.Г. Перспективы механизации послеуборочной обработки и хранения зерна и семян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – № 6. – С. 10–14.
5. Технічні засоби для зберігання зерна в господарствах України / Б.І. Котов, Є.О. Коваль, Л.І. Шустик // Пропозиція. – 1999, № 10. – С. 10–12.
6. Михайлов Е.В. Послеуборочная обработка зерна в хозяйствах южных районов Украины. – Симферополь: 2005. – 204 с.
7. Проблемы и перспективы использования агрегатов ЗАВ и комплексов КЗС / В.М. Дринча, В.С. Стягов, Б.И. Шахсаидов, С.В. Ратенков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 3. – С. 31–33.
8. Назарьян Г.Н. Практический курс планирования эксперимента. – Мелітополь: ТГАТА, 1999. – 66 с.
9. Рішення задач оптимізації об'єктів дослідження методом планування математичного експерименту / Г.Н. Назар'ян, М.В. Постнікова, О.П. Карпова. – Мелітополь: «Люкс», 2012. – 68 с.
10. Постнікова М.В. Розробка науково-обґрунтованих норм енергоємності при обробці зерна на зернопунктах // Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика: Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Тематичний збірник наукових праць. – Харків, 2008. – № 30. – С. 511–512.
11. Научное обоснование удельных расходов электроэнергии при очистке зерна методом математического планирования эксперимента / В.А. Дидур, Е.П. Масюткин, М.В. Постникова, В.А. Масловский // Праці інституту електродинаміки НАН України. – Київ, 2008. – Вип. 19. – С. 94–98.

OPTIMIZATION OF THE OPERATING MODE OF THE ELECTRIC MECHANICAL SYSTEMS OF THE GRAIN CLEANING MACHINES

O. Karpova

State higher educational establishment «Melitopol college of industry and economics»
vul. th 50 Victory, 19, Melitopol, 72313, Ukraine. E-mail: a.karpova1503@gmail.com.

M. Postnikova

Tavria State Agrotechnological University
prosp. B. Khmel'nitskogo, 18, Melitopol, 72310, Ukraine. E-mail: postnikova070263@gmail.com

Purpose. To study the optimization modes of the electric drives of the study of the theory of planning a mathematical experiment under multi factorial influence with oh the search for optimal values of the objective function on the basis of adequate mathematical models in the form of regression equations of the second order; to find operation modes of the follow lines grain cleaning, which in the range of changes in input parameters have provided a minimum of specific energy consumption. The basis of the problem of further improvement of past-harvesting of grain in the conditions of farms is the task of improving the quality of the final product and reducing the energy intensity of the process. **Methodology.** To conduct the research, the theory of the mathematical experiment planning has been used. **Results.** The corresponding regression equations of the second order optimization parameters have been received for electricity consumption for technological process of grain cleaning in the function of variable factors; performance grain cleaning unit, power consumption and coefficient download electric motors streaming line treatment drain that allowed determining the minimum specific electricity consumption in ZAV-40 cleaning grain unit. **Originality.** For the first time dependencies of specific electricity consumption have been calculated taking into account the actual loading of electric motors which ensure optimization of specific electricity while complying with agro technical requirements for the quality of purified grains. **Practical value.** The proposed method has allowed to get the lowest possible values unit costs electricity at ZAV-40 cleaning grain streaming lines grain-harvesting unit taking into account the influence of variables. It has allowed develop scientifically grounded norms of specific electricity consumption for technological schemes of grain purification on ZAV-40 unit, which have been discussed and approved by the technical council of the Zaporizhzhia District, Melitopol Regional Department of Agriculture and Velikolepetiskii District Agricultural Department of Kherson region. References 11, tables 2, figures 3.

Key words: energy saving, electric, energy saving, regulation of electricity, multivariate, experiment, planning experiment.

REFERENCES

1. Kremnev, A.N., (2001), "Segodnja i zavtra v posleuborochnoj obrabotke zerna i podgotovke semjan", *Tehnika i oborudovanie dlja sela, oktjabr'*, pp. 38-41.
2. Golovko, S.G., (2001), "Kratkij analiz zarubezhnogo zakonodatel'stva po kontrolju jenerGOPotrebLenija", *JenerGosberezhenie*, no. 9-10, pp. 14-16.
3. "Kompleksnaia mekhanizatsiia posleuborochnoi obrabotki zerna i podgotovki semian", *Tekhnika i oborudovanie dlja sela*, mart, 2002, pp. 11-15.
4. Zjulin, A.N., Chizhikov, A.G., (2002), "Perspektivy mehanizacii posleuborochnoj obrabotki i hranenija zerna i semjan", *Mehanizacija i jelektifikacija sel'skogo hozjajstva*, no. 6, pp. 10-14.
5. Kotov, B.I., Koval', Je.O., Shustyk, L.I., (1999), "Tehnichni zasoby dlja zberigannja zerna v gospodarstvah Ukraïny", *Propozycja*, no. 10, pp. 10-12.
6. Mihajlov, E.V. (2005), *Posleuborochnaja obrabotka zerna v hozjajstvah juzhnyh rajonov Ukrainy*, [Posleuborochnaya processing grain in facilities south region Ukraines], Simferopol', Ukraine.
7. Drincha, V.M., Stiagov, V.S., Shakhsaidov, B.I., Ratenkov, S.V., (2002), "Problemy i perspektivy ispol'zovaniia agregatov ZAV i kompleksov KZS", *Traktory i sel'skokhoziaistvennye mashiny*, no. 3, pp. 31-33.
8. Nazar'jan, G.N., (1999), *Prakticheskij kurs planirovanija jeksperimenta* [Practical course of the planning the experiment], Tavria State Agrotechnological University, Melitopol', Ukraine.
9. Nazar'ian, G.N., Postnikova, M.V., Karpova, O.P., (2012), *Rishennia zadach optimizatsii ob'ektiv doslidzhennia metodom planuvannia matematichnogo eksperimentu* [Decision of the problems to optimization object studies by method of the planning the mathematical experiment], Melitopol', "Liuks", Ukraine.
10. Postnikova, M.V., (2008), "Rozrobka naukovobg'runtovanyh norm energojemnosti pry obrobcii zerna na zernopunktah", *Problemy avtomatyzovanogo elektropryvodu. Teorija i praktyka: Visnyk Nacionaln'ogo tehničnogo universytetu "Harkivs'kyj politehničnyj instytut"*. *Tematychnyj zbirnyk naukovykh prac'*, Harkiv, no. 30, pp. 511-512.
11. Didur, V.A., Masiutkin, E.P., Postnikova, M.V., Maslovskii, V.A. (2008), "Nauchnoe obosnovanie udel'nykh raskhodov elektroenergii pri ochistke zerna metodom matematicheskogo planirovaniia eksperimenta", *Pratsi institutu elektrodinamiki NAN Ukraïni.* – Kii'v, iss. 19, pp. 94-98.

Стаття надійшла 05.12.2017.