

**РОЗРАХУНОК МІНІМАЛЬНИХ ПИТОМИХ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
НА ОЧИЩЕННЯ ПОСІВНОГО ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ**

Постнікова М. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Запропонована методика розрахунку мінімальних питомих витрат електроенергії на очищення посівного зерна на зернопунктах.

Постановка проблеми. Встановлено, що витрати електричної енергії в технологічних процесах АПК на одиницю продукції в 2-3 рази перевищують аналогічні витрати в розвинених країнах.

Раціональне використання електроенергії на зернопунктах, оснащених енергоємним технологічним обладнанням, особливо актуально тепер, коли прийнята Національна енергетична програма України з енергозбереження. Відомо, що 1 одиниця зекономленої електроенергії може зекономити не менш 5 одиниць первинних енергоресурсів.

Сучасні системи керування робочими машинами поточкових ліній зернопунктів, які побудовані по принципу забезпечення номінального завантаження приводних електродвигунів, не виконують задачі аналізу витрат електроенергії і ефективності її використання, що не забезпечує обробку зерна з мінімально можливими витратами електроенергії.

З 1994 року прийнято 6 законів з енергозбереження, 6 Указів Президента, більше 20 Постанов Уряду, створені Держкомітет, Держінспекція, але ефективність діяльності системи організації енергозбереження не відповідає потребам України. Актуальними є питання розробки методів енергозбереження при обробці зерна, зокрема, обґрунтування енергозберігаючих режимів роботи електромеханічних систем.

На даний час відсутня методика, що дозволяє проаналізувати вплив режимів роботи обладнання на ефективність перетворення та використання електричної енергії як в окремих поточкових лініях, так і в цілому по зерноочисним агрегатам. При цьому встановлено, що найбільш інформативним показником для визначення енергозберігаючих режимів роботи є питомі витрати електричної енергії на процес обробки зерна. Встановлено, що дослідження впливу режимів роботи силового електрообладнання на процеси перетворення та використання електричної енергії найбільш доцільно проводити на базі зерноочисних агрегатів вітчизняного виробництва ЗАВ-20, ЗАР-5, ЗАВ-40, ЗАВ-25.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі технологічних схем зерноочисних агрегатів встановлено, що приводне силове електрообладнання зерноочисних агрегатів має можливість економії електричної енергії, яка принципово може бути реалізована в трьох напрямках: економія електроенергії до 1-5 % від скорочення тривалості холостого ходу обладнання, економія електроенергії до 1-5 % від скорочення тривалості робочого періоду обладнання, економія електроенергії до 1-5 % від заміни недовантажених до 45 % електродвигунів на меншу потужність.

Більша частина споживаної електроенергії витрачається на робочий процес технологічного зерноочисного агрегату, а решта витрачається на втрати в електродвигуні. Ефективність перетворення та використання електроенергії визначається співвідношенням цих потужностей і залежить від коефіцієнта завантаження двигуна. Максимальна ефективність перетворення при мінімальних втратах у двигуні в сталому режимі відповідає режимам роботи, при яких постійні втрати у двигуні дорівнюють змінним [1-3].

Запропонована диференційована система оцінки споживання активної енергії в системі “електродвигун – робоча машина”, яка дозволяє визначити як втрати активної енергії, так і її корисне значення [3].

Основні втрати потужності в силовому приводному електрообладнанні обумовлені робочими процесами технологічних машин, проаналізувавши які, можна отримати інформацію про ефективність використання електричної енергії в конкретному технологічному агрегаті і визначити загальні методи енергозбереження при обробці зерна. Тому для синтезу математичної моделі питомих витрат електричної енергії процесу обробки зерна, крім аналізу процесів перетворення електричної енергії в силовому приводному електрообладнанні поточкових ліній очищення зерна, був проведений більш детальний аналіз використання енергії при виконанні технологічних операцій очищення зерна на зерноочисних агрегатах.

Мета статті. В роботі поставлена задача запропонувати методику розрахунку мінімальних питомих витрат електроенергії на очищення посівного зерна на зернопунктах.

Основні матеріали дослідження. Основною і обов'язковою умовою найбільш економічної роботи поточкових ліній зерноочисних агрегатів ЗАВ-20, ЗАР-5, ЗАВ-40, ЗАВ-25 є однакова номінальна продуктивність всіх машин, з'єднаних послідовно. В протилежному випадку, продуктивність поточної лінії визначається тією машиною, яка має найменшу номінальну продуктивність. Наприклад, якщо лінія працює з трієрами, то трієри є лімітуючими машинами, що задають продуктивність всієї поточної лінії. Якщо лінія працює без трієрів, то лімітуючими є зерноочисні машини, які задають продуктивність всієї поточної лінії. Це визначає питому витрату електроенергії на обробку 1 т зерна.

При обґрунтуванні математичної моделі для розрахункового визначення основних технологічних і енергетичних параметрів поточкових технологічних ліній зерноочисних агрегатів були використані набори формул і співвідношень, в тому числі і емпіричних,

що забезпечують точність розрахунку величин в межах $\pm 5\%$. Визначено, що в технологічно допустимих режимах роботи обладнання ефективність перетворення електричної енергії в робочих процесах машин може бути визначена за допомогою паспортних даних приводних електродвигунів зерноочисних агрегатів.

Для визначення питомих витрат електроенергії поточкових технологічних ліній очищення зерна з урахуванням продуктивності лімітуючих машин запропонований метод сумарних потужностей, який складається з наступного:

1 Для зерноочисного агрегату записуються всі паспортні дані електродвигунів з вказівкою їх потужності та продуктивності робочих машин.

2 Визначається набір машин в потоковій лінії в залежності від прийнятої технологічної схеми обробки зерна.

3 Визначаються розрахункові потужності електродвигунів робочих машин.

4 Підсумовуються розрахункові потужності електродвигунів потокової лінії

$$P_{\text{розр.пл}} = \sum_1^n P_{\text{розр.дв.}} \quad (1)$$

5 Визначається спожита потужність електродвигунів потокової лінії

$$P_{\text{спож.пл}} = \frac{P_{\text{розр.пл}}}{\eta_{\text{сер.}}} \quad (2)$$

де $P_{\text{розр.пл}}$ – розрахункова потужність електродвигунів потокової лінії, кВт; $\eta_{\text{сер.}}$ – середній к.к.д. електродвигунів.

6 В залежності від прийнятої технологічної схеми визначається лімітуюча машина, яка задає продуктивність всієї потокової лінії.

7 Визначається базова питома витрата електроенергії потокової технологічної лінії

$$W_{\text{пит.б}} = \frac{P_{\text{спож.пл}}}{Q_{\text{л}}}, \quad (3)$$

де $Q_{\text{л}}$ – продуктивність лімітуючої машини, т/год.

Таким чином отримані розрахункові дані базової питомої витрати електроенергії на обробку 1 т насіння в залежності від набору машин в потоковій лінії очищення посівного зерна [2].

Для цього були знайдені вирази активної потужності, яку споживають робочі машини потокової лінії посівного зерна.

Для норії [4]

$$P_c = \frac{g \cdot \kappa_3 \cdot Q_n \cdot H}{\eta_n}, \quad (4)$$

де κ_3 – коефіцієнт завантаження норії; Q_n – номінальна продуктивність норії, кг/с; H – висота підйому матеріалу, м; η_n – номінальний коефіцієнт корисної дії норії; g – прискорення вільного падіння тіла, м/с².

Для вентилятора [5]

$$P_c = \frac{\kappa_3 \cdot Q_n \cdot H}{\eta_v}, \quad (5)$$

де κ_3 – коефіцієнт завантаження вентилятора; Q_n – номінальна витрата повітря, м³/с; H – напір, Па; η_v – коефіцієнт корисної дії вентилятора.

Для скребкового транспортера [5]

$$P_c = \frac{g \cdot \kappa_3 \cdot Q_n \cdot (H + f_c \cdot L \cdot \cos \alpha)}{\eta_{\text{тр.}}}, \quad (6)$$

де κ_3 – коефіцієнт завантаження транспортера; Q_n – номінальна продуктивність транспортера, кг/с; H – висота підйому продукту, м; f_c – коефіцієнт опору руху; L – довжина транспортера, м; α – кут нахилу транспортера до обрїю, град.; $\eta_{\text{тр.}}$ – коефіцієнт корисної дії транспортера.

Для зерноочисної машини [6, 7]

$$P_c = \frac{38,348 \cdot \kappa_3 \cdot Q_n \cdot G}{B \cdot \gamma \cdot n \cdot \eta_m}, \quad (7)$$

де κ_3 – коефіцієнт завантаження зерноочисної машини; Q_n – номінальна продуктивність зерноочисної машини, кг/с; G – вага решітного стану, кг; B – ширина решета, дм; γ – кут між напрямом коливань та площиною решета, град.; n – частота коливань решітного стану, колив./хв.; η_m – коефіцієнт корисної дії машини.

Для трієра [7]

$$P_c = \frac{\kappa_3 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot Q_n}{\eta_{\text{тр.}}}, \quad (8)$$

де Q_n – продуктивність трієра, кг/год.; $\eta_{\text{тр.}}$ – коефіцієнт корисної дії трієра.

Насіннєве зерно дороблюють на зерноочисних агрегатах, а також на насіннеочисних машинах. Насіннеочисна приставка може бути додатково введена до зерноочисного агрегату або до зерноочисно-сушильного комплексу. Технологічні схеми обробки зерна на зерноочисному агрегаті з використанням насіннеочисної приставки наведені на рисунку 1.

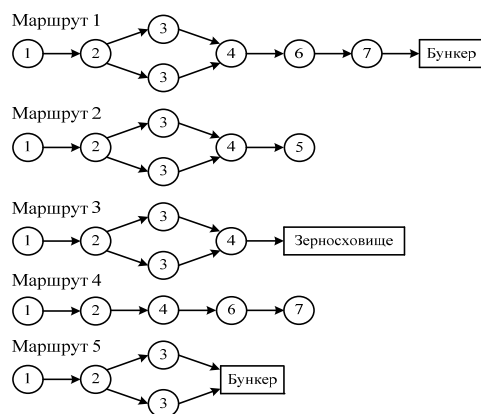


Рисунок 1 – Технологічні схеми насіннеочисної приставки

На схемі позначено: 1 – норія завантажувальна ТКН-10; 2 – насіннеочисна машина СВУ-5; 3 – стіл сортувальний пневматичний ССП-1,5; 4 – норія завантажувальна 2ТКН-10; 5 – мішкозашивна машина 3ЗЕ-М; 6 – протравлювач насіння ПЗ-10 “Колос”; 7 – норія завантажувальна ТКН-10.

В залежності від набору машин в потокових лініях обробки посівного зерна передбачаються наступні маршрути обробки зерна з номінальною сумарною встановленою потужністю електрообладнання:

- маршрут 1 – $P_n = 31,7$ кВт;
- маршрут 2 – $P_n = 22$ кВт;
- маршрут 3 – $P_n = 23,2$ кВт;
- маршрут 4 – $P_n = 17,7$ кВт;
- маршрут 5 – $P_n = 21$ кВт.

В результаті досліджень було встановлено, що питомі витрати електроенергії на дороблювання однієї тони насіння вище, ніж однієї тони продовольчого зерна в середньому на 20 %.

За розрахунковими даними базової питомої витрати електроенергії були побудовані залежності $P_{пр.} = f(Q)$, $W_{пит.} = f(Q)$, $W_{пит.} = f(K_3)$ (рисунок 2).

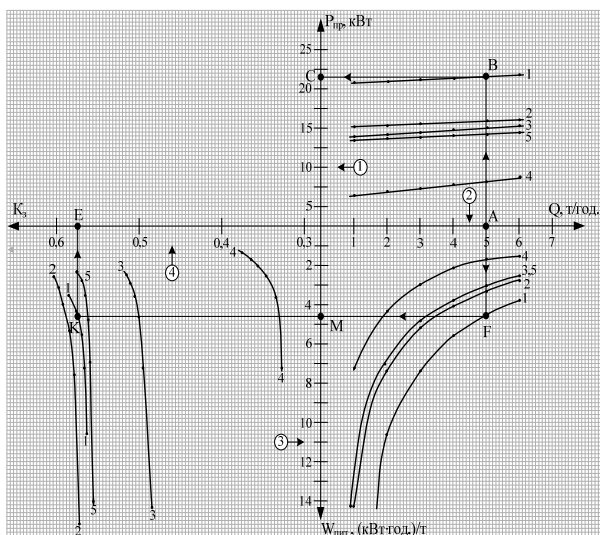


Рисунок 2 – Залежності $P_{пр.} = f(Q)$, $W_{пит.} = f(Q)$, $W_{пит.} = f(K_3)$

Працюють з номограмою таким чином. На вісі 2 визначають точку, відповідну фактичній продуктивності потокової лінії (т. А). Далі паралельно вісі 3 проводять пошукову пряму до перетину з кривою, що відповідає певній технологічній схемі і отримують точку F, яка визначає значення питомої витрати електроенергії (т. М). Після цього паралельно вісі 2 проводять пошукову пряму до перетину в квадранті 3 з кривою, відповідної технологічній схемі (т. К). Який при цьому буде коефіцієнт завантаження визначають, проводячи пряму перпендикулярну вісі 3 (т. Е).

Наприклад, при продуктивності $Q = 5$ т/год. (т. А) і роботі по технологічній схемі 1 (т. F), питомі витрати електроенергії $W_{пит.} = 4,5$ кВт·год./т (т. М). При цьому коефіцієнт завантаження $K_3 = 0,58$.

Висновки. Вперше в якості критерію оцінки енергозберігаючих режимів роботи електромеханічних систем при обробці зерна запропоновані питомі витрати активної енергії на одиницю продукції з ура-

хуванням фактичного завантаження обладнання, які забезпечують оптимізацію продуктивності робочих машин за мінімумом питомих витрат енергії.

Визначені залежності питомих витрат електроенергії в функції продуктивності потокової лінії очищення насіння зерна. Так, мінімум питомих витрат електроенергії на очищення посівного зерна досягається в інтервалі продуктивності від 5 до 6 т/год.

Список використаних джерел

1. Гончаров А. А. Энергетические характеристики зерноочистительных агрегатов / А. А. Гончаров // Механизация и электрификация сельского хозяйства Узбекистана.- Ташкент, 1975.- Вып. 77. - С. 28-31.
2. Постнікова М. В. Енергозберігаючі режими роботи електромеханічних систем обробки зерна на зернопунктах: автореф. дис. канд. техн. наук / М. В. Постнікова. – Мелітополь, 2011. – 22 с.
3. Постнікова М. В. Исследование потерь активной мощности в системе "электродвигатель-рабочая машина" / М. В. Постнікова, Р. В. Телюта // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 11, т. 3. – С. 165-172.
4. Кожуховский И. Е. Механизация очистки и сушки зерна / И. Е. Кожуховский, Г. Т. Павловский. – М.: Колос, 1968. – 439 с.
5. Фоменков А. П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий / А. П. Фоменков.– М.: Колос, 1984. – 288 с.
6. Машины для послепосевной поточной обработки семян. Теория и расчёт машин, технология и автоматизация процессов / Под ред. З.Л. Тица. – М.: Машиностроение, 1967. – 448 с.
7. Кожуховский И. Зерноочистительные машины. Конструкции, расчёт и проектирование / И. Е. Кожуховский. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.

Аннотация

РАСЧЁТ МИНИМАЛЬНЫХ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОЧИСТКУ ПОСЕВНОГО ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ

Постнікова М. В.

Предложена методика расчёта минимальных удельных расходов электроэнергии на очистку посевного зерна на зернопунктах.

Abstract

MINIMUM SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION CALCULATION FOR CLEANING OF SEED FOR CEREALS SITES

M. Postnikova

The method of calculating the minimum unit cost of electricity for seed cleaning at grain sites was proposed.