



УДК 628.511.633.85

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОЗЕРНОВОЇ МАШИНИ КАМЕРНОГО ТИПУ

Чебанов А. Б., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.:0619-42-11-74

Анотація – робота присвячена питанню розділення зернової суміші за її фізико-механічними і електричними властивостями. Наведено методику розрахунку конструктивних і електричних параметрів електрозернової машини камерного типу.

Ключові слова: зернова культура, електросепарація, коронний сепаратор, напруженість поля, критерій розділення, між електродна відстань.

Постановка проблеми. Підвищення врожайності та зниження витрат в процесі виробництва зернових культур певною мірою залежить від якості посівного матеріалу, а відповідно, і від способу його очищення та сортування. Одним з ефективних способів розділення зернових сумішей є електросепарація [1]. Електросепаратори мають певні переваги серед інших типів розділювачів. До них відносять: високий к.п.д., достатня чіткість розділення, простота будови, дуже малі витрати електроенергії. Одним з таких типів електросепараторів є коронний камерний [2]. Він не має рухомих деталей, зернова суміш проходить через нього потоком, просипаючись під дією сил тяжіння. Але враховуючи те, що суміш різних культур має різні фізико-механічні і електричні властивості, застосувати конкретний тип такого сепаратора не можливо. Також, важливим параметром в роботі сепаратора є його продуктивність, яка в залежності від виду та кількості зернового матеріалу в господарстві потребує конструктивної зміни в сепараторі. Таким чином, розробка методики розрахунку електрозернової машини камерного типу, яка б враховувала всі змінні фактори, є актуальним.

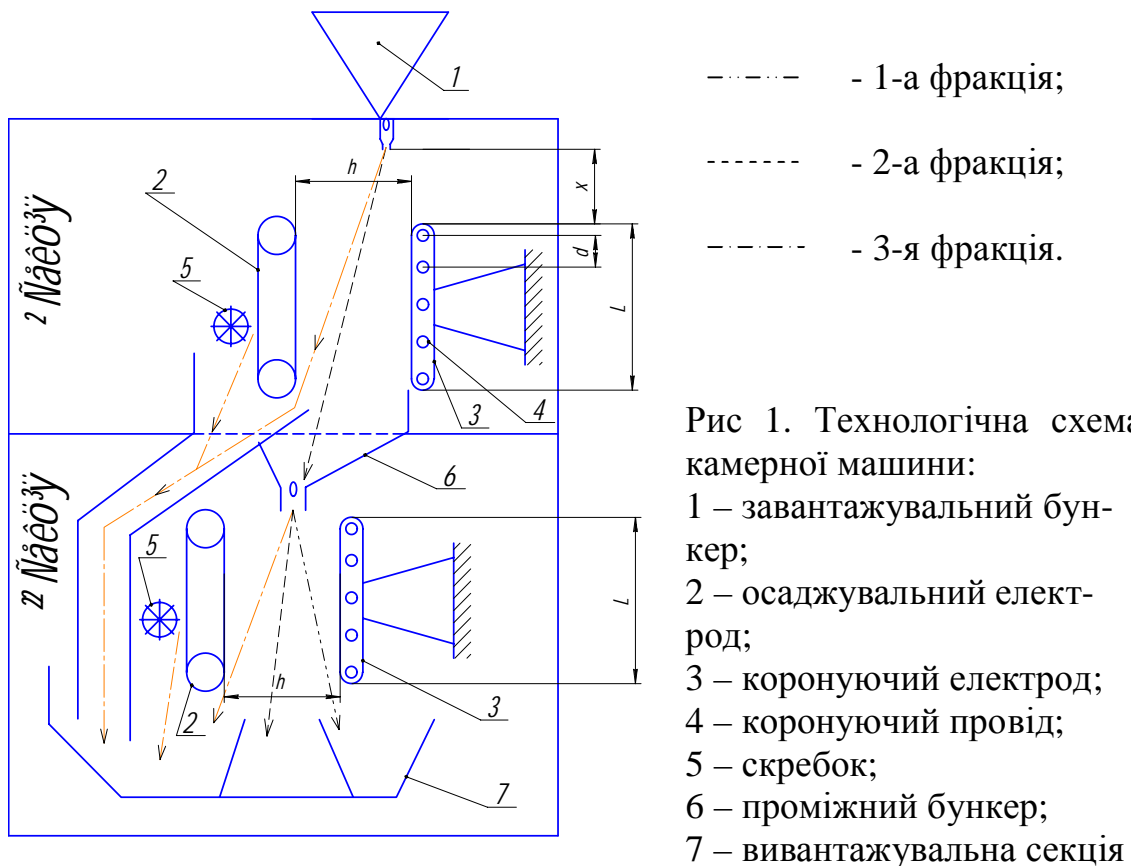
Аналіз останніх досліджень. Всі методи розділення матеріалів засновані на тому, що частинки суміші розрізняються за фізико-механічними і електричними властивостями. Використання цих відмінностей і робить можливим розділення.

При механічних способах розділення використовуються відмін-

ності у розмірах, щільності, стану поверхні частинок, тощо [3]. Розділення зернової суміші за електричними властивостями частинок (електропровідність, діелектрична проникність, поляризуємість, здатність приймати та віддавати заряд) засновано на властивостях частинок зернової суміші проводити електричний струм і утримувати поверхневий електричний заряд. Чим гірше частинка проводить електричний струм, тим довше вона утримує електричний заряд. Для розділення використовують статичне електричне поле і поле коронного розряду. Насіння очищають на електросепараторах камерного, барабанного або решітного типів [4]. На відміну від сепараторів барабанного і решітного типів, камерний сепаратор є найбільш простою конструкцією, в якій немає накладення декількох явищ, тому серед електросепараторів він набув найбільше розповсюдження при розділенні зернових сумішей [5].

Формування цілей статті. Висвітлення методики по розрахунку конструктивних і електричних параметрів електрозернової машини камерного типу.

Основна частина. Технологічну схему електрозернової машини камерного типу з розмірами, які потребують розрахунку представлено на рис. 1.





Для розрахунку машини необхідно знати:

1. призначення машини.
2. напругу джерела (U_{max} або U) і його схему випрямлення (наприклад, однонапівперіодна або схема множення);
3. фізико-механічні та електричні властивості компонентів вороху (питома вага, розміри, діелектрична проникність).

Порядок розрахунку машини наступний [6].

Число секцій вибирають в залежності від призначення: дві секції при використанні машини для очистки і сортування, одну – якщо машина призначена для передпосівної обробки.

Радіус коронуючого проводу приймають мінімальним з умов механічної стійкості, звичайно $r_0 = 0,1 \dots 0,15$ мм.

Напруженість поля вибирають згідно довідникових даних, яка залежить від культури та сорту насіння [6].

Міжелектродна відстань h , якщо дано амплітудне значення напруги, визначають наступним чином

$$h = \frac{U_{max}}{1,25 \cdot K \cdot E}, \quad (1)$$

де E – напруженість поля, $\frac{кВ}{см}$;

K – коефіцієнт сферичності.

Більшість насіння зернових культур і супутніх бур'янів мають форму, яка близька до форми трьохосного еліпсоїда. При розрахунках, за [6], таке насіння приймається за частинку двохосного еліпсоїду. Таким чином, при заміні трьохосного еліпсоїду двохосним, два найбільш близьких розміри (довжина і ширина або ширина і товщина) замінюються еквівалентними. При цьому еквівалентний розмір буде визначатися як середнє геометричне. У випадку заміни розмірів a і b (довжина і ширина) еквівалентною довжиною, трьохосний еліпсоїд замінюється зжатым еліпсоїдом обертання, а при заміні розмірів b і c (ширина і товщина) еквівалентною товщиною – подовженим еліпсоїдом обертання. Таким чином, довжина великої вісі еліпсоїда буде позначатися a , малої вісі b , і, тоді коефіцієнт сферичності буде визначатися, як

$$K = \frac{b}{a}. \quad (2)$$

Міжелектродна відстань h , якщо дано середнє значення напруги, визначають наступним чином

$$h = \frac{U}{1,25 \cdot E}. \quad (3)$$

Відстань від корони до щілини бункера приймають рівною



$$x_n = (0,2...0,3) \cdot h. \quad (4)$$

Найбільший кут нахилу траєкторії насіння до вертикалі визначається як

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = \frac{3C_{pm} E^2}{2\pi g}, \quad (5)$$

де C_{pm} – критерій розділення.

Критерій розділення – це чисельний вираз сукупності фізико-механічних і електричних властивостей, який визначає можливість розділення матеріалів в електричному полі. Таким чином, щоб судити про можливість сепарації насіння двох культур, необхідно знати, в яких межах змінюється критерій розділення. Якщо межі не співпадають, то можливе повне розділення насіння, якщо частково співпадають, можливо тільки часткове розділення. Критерій розділення визначається за формулою

$$C_{pm} = \frac{1}{y \cdot a \cdot K_\phi}, \quad (6)$$

де y – щільність зерен, кг/м³ ;

a – довжина зерен, м ;

K_ϕ – діелектричний коефіцієнт форми.

$$K_\phi = \frac{1 + (E_q - 1)\Phi_1}{E_q}, \quad (7)$$

де Φ_1 – коефіцієнт осьової деполяризації;

E_q – діелектрична проникність

Для подовженого еліпсоїда коефіцієнт деполяризації вздовж великої вісі коефіцієнт осьової деполяризації визначається

$$\Phi_1 = \frac{K^2}{\sqrt{(1-K^2)^3}} \left(\operatorname{arth} \sqrt{1-K^2} - 1 - K^2 \right), \quad (8)$$

для утисненого

$$\Phi_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{K}{1-K^2} \left(\frac{1}{\sqrt{1-K^2}} \cdot \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{1-K^2}}{K} - K \right). \quad (9)$$

Висота сепаратора

$$L = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha_m}. \quad (10)$$

Початкова напруженість корони

$$E_k = 31 \left(1 + \frac{0,308}{\sqrt{r_0}} \right). \quad (11)$$



Максимум струму корони визначається безрозмірним електричним параметром

$$\sigma = \frac{E_k r_0}{U}. \quad (12)$$

Відстань між коронуючими проводами знаходять за формулою

$$d = h \cdot \tau, \quad (13)$$

де $\tau = \frac{d}{h}$ - вибирають згідно довідникових даних в залежності від значення σ [6].

Розраховують кількість проводів

$$p = \frac{L}{d}. \quad (14)$$

Знаходять коефіцієнт конфігурації поля

$$\psi = \frac{h}{r_0}. \quad (15)$$

Визначають кратність прикладеної напруги по відношенню до початкової напруги корони

$$n = \frac{U}{U_k} = \frac{U}{E_k r_0 \left(\frac{\pi}{\tau} - \ln \frac{2\pi}{\tau \psi} \right)}. \quad (16)$$

Визначають параметр корони λ (для двостороннього сепаратора)

$$\lambda = \frac{1,28 \cdot n \cdot (n-1) \left(\frac{\pi}{\tau} - \ln \frac{2\pi}{\tau \psi} \right)}{\tau^2} \cdot \frac{2,87\tau - 0,74}{1 - 0,47 \cdot \tau}. \quad (17)$$

Еквівалентну напруженість визначають

$$e_{екв} = \frac{0,66 \cdot \sqrt{\lambda}}{\psi} \cdot \sqrt{\frac{\frac{4}{3} - \operatorname{tg} \left(x_n \cdot \frac{\pi}{4} \right) - \frac{1}{3} \cdot \operatorname{tg}^3 \left(x_n \cdot \frac{\pi}{4} \right)}{1 - x_n}}}. \quad (18)$$

Відносні величини перераховують в кВ/см

$$E_{екв} = e_{екв} \cdot E_k. \quad (19)$$

Отриманні значення порівнюють з вибраними і у випадку необхідності змінюють величину h .

Струм корони визначають за формулою

$$I = \frac{4 \pi^2 k p v}{d^2 \left(\pi \frac{h}{d} - 1 n \frac{2 \pi r_0}{d} \right)} U (U - U_k). \quad (20)$$

Визначають корисну потужність на одиницю довжини машини



$$P_l = UI . \quad (21)$$

Вибір довжини машини визначається продуктивністю

$$l = \frac{\Pi}{\Pi_0} , \quad (22)$$

де Π - задана продуктивність, т/год;
 Π_0 - питома продуктивність, т/год·м.

Корисна потужність машини знаходять

$$P_0 = P_l \cdot l . \quad (23)$$

Повну потужність, витрачену на процес сортування визначають

$$P_{\Sigma} = P_0 + P_{xx} + P_{вин} , \quad (24)$$

де P_{xx} - потужність холостого ходу високовольтного трансформатора, Вт;

$P_{вин}$ - втрати потужності у випрямлячі, Вт.

Визначають втрати електроенергії на тону зерна

$$P = \frac{P_{\Sigma}}{\Pi} , \quad (25)$$

Висновки. Наведено методику розрахунку електрозернової машини камерного типу, яка надає можливість розрахувати конструктивні і електричні параметри установки при застосуванні різних зернових культур і відмінної продуктивності.

Список використаних джерел.

1. Басов А.М. Электротехнология / А.М. Басов, В.Г.Быков, А.В.Лаптев, В.Б.Файн. – М.:Агропромиздат, 1985. – 256 с.
2. Басов А.М. Электророторная сепарация зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1962. - № 1. – С.62-64
3. Кулагин М.С. Механизация послеуборочной обработки и хранения зерна и семян / М.С. Кулагин, В.М. Соловьев, В.С. Желтов. - М.: Колос, 1979. - 256с.
4. Тарушкин В.И. Новые электросепараторы семян // Механиз. и электриф. сел. х-ва. - 1996. - №4. - С.32-33.
5. Бородин И.Ф. Электричество на очистке и сепарации семян / И.Ф. Бородин В.Н. Шмигель // Сельский механизатор. - 1997. - №10. - С.20-22.
6. Басов А.М. Электрозерноочистительные машины: Теория, конструкции и расчет / А.М. Басов, Ф.Я. Изаков, В.Н. Шмигель и др.- М: Машиностроение, 1966.-203 с.



МЕТОДИКА РАСЧЁТА ЭЛЕКТРОЗЕРНОВОЙ МАШИНЫ КАМЕРНОГО ТИПА

Чебанов А.Б.

Аннотация – работа посвящена вопросу разделения зерновой смеси по её физико-механическим и электрическим свойствам. Представлено методику расчёта конструктивных и электрических параметров электрозерновой машины камерного типа.

THE METHOD OF CALCULATION OF ELECTRIC GRAIN MACHINE OF CHAMBER TYPE

A. Chebanov

Summary

The work is devoted to the separation of the grain mixture in its physical, mechanical and electrical properties. Given the method of calculation of design and electrical parameters of the electric grain machine of chamber type.