

УДК 631. 362

DOI: 10.31388/2078-0877-2020-20-4-36-45

АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ

Кюрчев С. В., д.т.н.,

ORCID: 0000-0001-6512-8118

Шокарев О. М., к.т.н.,

ORCID: 0000-0001-8646-4524

Шокарев О. О., інженер,

Таврійський Державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: tsst@tsatu.edu.ua

Постановка проблеми. При сепарації насіння масляничних культур на стаціонарному пункті використовується пневмостіл типу ПСС-2.5.

На підставі проведених теоретичних та практичних досліджень планується використовувати аеродинамічний сепаратор з діелектричною навиткою. Передбачається, що насіння постачається з бункера живильником через патрубок введення у аеродинамічний вертикальний канал з діелектричною навиткою.

При падінні насіння всередині каналу під дією сили тяжіння, назустріч їм всмоктується повітряний потік та діє електричне поле, що створюється діелектричною навиткою, розміщеною на зовнішній поверхні цього каналу, виконаного з пластмаси.

В результаті взаємодії аеродинамічних та електричних сил, відбувається розщеплення вертикальної траєкторії руху насінин, з подальшим їх перерозподілом по фракціям пито-важких насінин та пито-легких.

Для обґрунтування економічної доцільності впровадження запропонованого сепаратора необхідно провести аналіз економічної ефективності з метою підтвердження результатів теоретичних та практичних досліджень.

Формулювання цілей статті, (постановка завдання). Дана стаття присвячена обґрунтуванню економічної доцільності використання сепаратора з діелектричною навиткою, а саме проведеному аналізу собівартості виготовлення запропонованого сепаратора та аналізу економічних показників використання сепаратора насіння.

Аналіз останніх досліджень. Вітчизняні вчені П. А. Шабанов, Б. І. Котов та інші розробляли та досліджували засоби сепарації насіння в повітряних потоках [2,4], але без використання електричного поля.

Електростатичні очисники насіння використовують відмінності в електричних характеристиках насіння і виконують багатоцільову сепарацію, яку не виконує звичайне обладнання для очищення насіння[3].

Ступінь сепарації залежить від відносної здібності насіння проводити електричний струм або тримати поверхневий заряд суміші.

Основна частина. Розроблена та виготовлена експериментальна установка запропонованого сепаратора насіння з діелектричним каналом.

Рама установки виготовлена з металевого профілю різної конфігурації.

Основою установки є несуча рама, що складається з декількох частин, як показано на рис. 1.

Всі складові частини рами – 2, 3 та 4 з'єднуються поміж собою шпильками М10 з фіксуючими шайбами граверу та затягуються гайками з зусиллям 10-15 Н·м.

Перейдемо до більш детального опису конструкції запропонованого сепаратора насіння з діелектричним каналом.

Джерелом повітряного потоку сепаратора є осьовий вентилятор ВКОМ-315, що має заявлені параметри:

- Потужність, що споживається із мережі – 110 Вт.
- Частоту обертання – 1300 хв^{-1} .
- Кількість повітря за годину – 1700 м^3 .
- Приєднувальний діаметр вентилятора – 315мм.

Вентилятор ВКОМ 8 зафіксований на рамі сепаратору 3 за допомогою чотирьох болтів М10, що встановлені симетрично, з різних боків у місці контакту корпусу вентилятору з рамою (див. рис. 1.).

До вентилятору приєднаний вертикальний канал, що виготовлений з пластикової труби Ø200мм 6, що має довжину 1м.

На поверхні діелектричного каналу навито біфілярну навитку 10, за допомогою двох однодротових проводів, закріпленої на поверхні за допомогою термклею та підключених до джерела живлення 11.

Порожнину між внутрішньою стороною вентилятора ВКОМ (Ø315мм) та зовнішньою поверхнею діелектричного каналу 6 заповнено поліуретановим ущільнювачем (піною).

Знизу рами, де закріплений вертикальний діелектричний канал сепаратор 3 (див. рис. 1) встановлені фіксуючі хомути 7, що з'єднується з рамою болтами М10 та містить попід собою діелектричний матеріал, що зменшує ємність між біфілярною навиткою діелектричного каналу та остовом рами сепаратора.

Рама вертикального діелектричного каналу 3 жорстко за допомогою шпильок М10 підключається з рамою бункеру сепаратора 2, а вони обидві з'єднуються з основною рамою сепаратора 4.

В нижній частині сепаратора, в місці випадання насіння з діелектричного каналу 6 розміщений поділювач фракції відсепарованого насіння 9, що може бути 2 або 3-ступеневим (відповідно на 2 або 3 фракції).

Секції поділення насіння на фракції виконуються у вигляді сталевих колін з труби, (подібними за конструкцією до колін повітряпроводів, що мають кут повороту 90°).

Коліна поділювачів фракцій розміщено на куті 90° по відношенню один до одного, а відповідно за допомогою отворів коліна проходять один крізь одного.

Найменше за діаметром коліно, що знаходиться всередині більшого за діаметром коліна відповідно утворює собою – поділювач для відбору найбільш біологічно цінного насіння - до фракції I.

Відповідно, коліна більшого діаметру слугують для відбору від сепарованого насіння фракцій II та III.

У верхній частині центральної частини вісі перерізу діелектричного вертикального каналу діаметром 200мм 4 розміщено патрубок введення насіння 9, виготовлений із кутника пластикової труби Ø50мм (труба для відведення води у сантехніці - 9 та 10).

Патрубок введення насіння встановлений із нахилом в бік скозання насіння, що потрапляє в нього із бункера 8 та доставляє насіння у місце введення (див. рис. 1).

Пристрій подачі насіння із бункеру – живильник бункера має регулювальну заслінку, що оперативно в процесі експлуатації має можливість за рахунок перекидання живого перерізу вихідного отвору бункеру 1 змінювати продуктивності постачання насіння (див. рис. 1).

При цьому, продуктивність вентилятора може бути змінена від 0 до 1700м³.

Працює аеродинамічний сепаратор насіння наступним чином - із бункера 8 насіння проходить живильник (що має регулювальну заслінку), звідки постачається крізь патрубок введення насіння 10 до кутника 9.

В результаті, насіння постачається строго по центру вертикальної вісі перерізу верхньої частини діелектричного аспіраційного каналу 4 із біфілярною навиткою 10 (див. рис. 1).

Осьовий вентилятор ВКОМ-315, що живиться від мережі 220В через регулятор продуктивності (частоти обертання РС-1-300) та закріплений в верхній частині діелектричного вертикального аспіраційного каналу сепаратору створює вертикальний потік повітря,

що направлений назустріч падаючим зверху насінинам, тобто повітряний потік рухається знизу наверх.

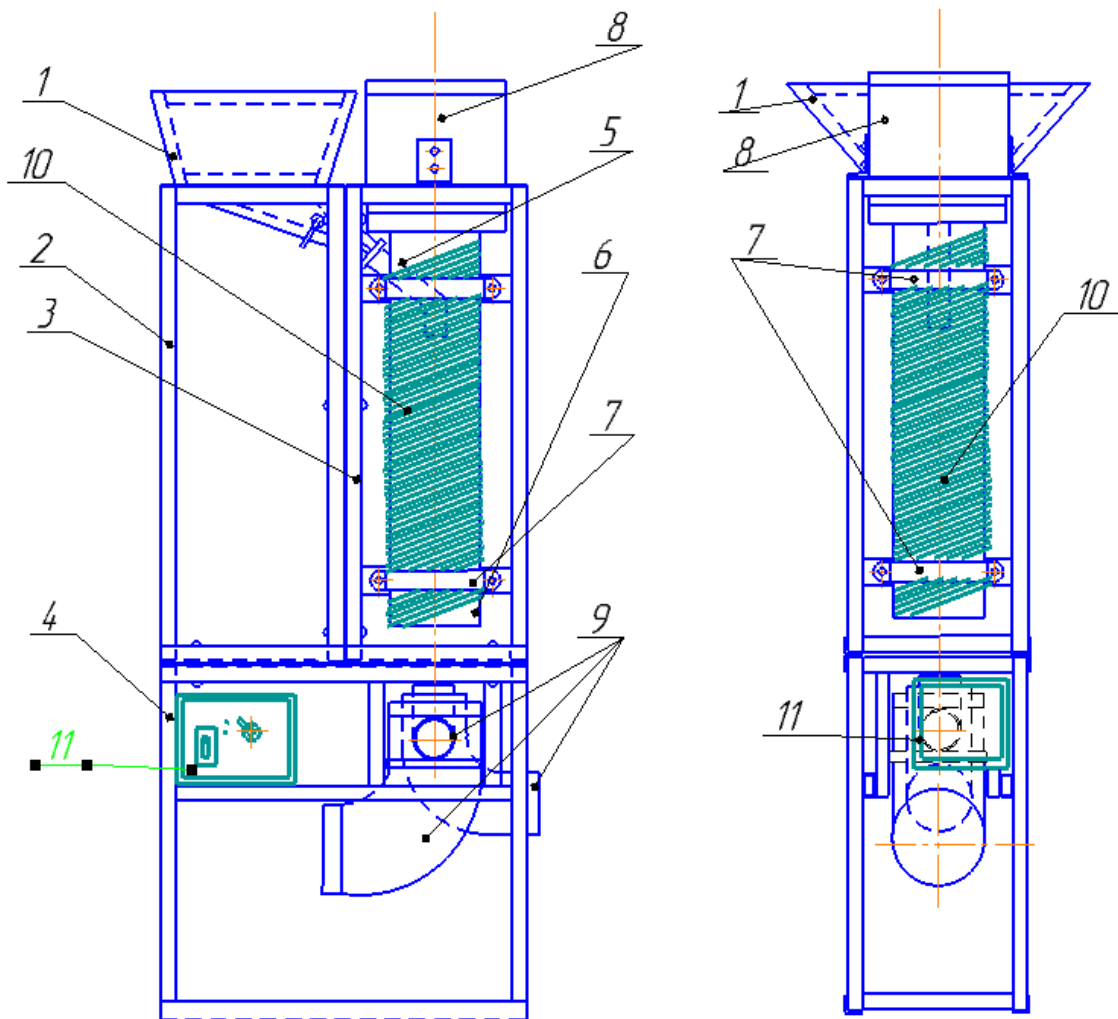


Рис. 1. Схема експериментальної установки аеродинамічного сепаратора насіння: 1 – бункер; 2 – кріплення бункера; 3 – рама діелектричного каналу; 4 – основна несуча рама; 5 – патрубок введення насіння; 6 – пластикова труба вертикального діелектричного каналу; 7 – нижнє кріплення діелектричного каналу; 8 – вентилятор ВКОМ; 9 – поділяючий пристрій відсепарованого насіння; 10 – біфілярна навитка діелектричного каналу; 11 – джерело високої напруги для біфілярної навитки.

Повітря, що пройшло всередині вертикально діелектричного каналу сепаратора, викидається в атмосферу з верхньої частини ВКОМ-315.

Насіння при падінні у зустрічному потоці повітря, а також при взаємодії із електричним полем (створеним біфілярною навиткою 10,

що живиться із джерела струму високої напруги 11, див рис. 1) розщеплюється та розсіється в залежності від питомої-маси.

Найбільш біологічне цінне, питома-важке насіння не змінює траєкторії свого падіння руху, тому потрапляє без практичного розсіяння в мінімальний за діаметром патрубку фракції I (див. рис. 1).

Питома-легке насіння має неідеальну форму поверхні, малу питому масу, в результаті чого потрапляє до фракцій II та III.

Проведемо розрахунок собівартості запропонованого сепаратора насіння за умови його виготовлення в умовах ремонтної майстерні середнього за розмірами фермського господарства.

Визначимо загальну собівартість виготовлення сепаратору запропонованого типу, скориставшись формулою:

$$C_{\text{сеп}} = C_{\text{мет}} + C_{\text{дод}} + C_{\text{АНО}} + C_{\text{прац}} + C_{\text{ел.енергії}}, \text{ грн.}, \quad (1)$$

де $C_{\text{мет}}$ - сумарна вартість металу, що йде на виготовлення рами та бункеру сепаратора, грн.;

$C_{\text{дод}}$ - сумарна вартість додаткових вузлів та матеріалів, що йдуть на виготовлення сепаратора та його комплектування, грн.;

$C_{\text{ано}}$ - сумарна вартість електродів АНО $\varnothing 4\text{мм}$ та $\varnothing 2\text{мм}$, витрачених на виготовлення рами та бункеру сепаратора, грн.;

$C_{\text{прац}}$ - сумарні витрати на платню робітникам, що зайняті при виготовленні сепаратору, грн.;

$C_{\text{ел.енергії}}$ - сумарні витрати на оплату електричної енергії, що споживається металообробними станками при виготовленні сепаратора, грн.

Стандартні вузли та деталі, що йдуть на виготовлення сепаратора:

- вентилятор осьовий типу Vents "VKOM 315" ($N=0.12\text{кВт}$);
- трансформатор ТА-285 бшт ($U_{\text{II}}=1\text{кВ}$);
- провід високовольтний 40м;
- щит електричний;
- вібродозатор для живильнику бункеру.

Розраховуємо загальну ціну додаткових стандартних вузлів, що йдуть на виготовлення сепаратору.

Розраховуємо оплату праці робітників, що виготовляють сепаратор, з урахуванням умов праці та діючих тарифів оплати.

Трудомісткість важких $T_{\text{в}}$, шкідливих $T_{\text{ш}}$ та нормальних $T_{\text{н}}$ робіт при виготовленні запропонованого сепаратору становить:

- нарізування металу для виготовлення рами та бункеру сепаратора $T_{\text{ш}}=5$ ч.-год.;
- зварювальні роботи $T_{\text{ш}}=7$ ч.-год.;
- роботи по свердленню $T_{\text{в}}=3$ ч.-год.;

- токарні та фрезерні роботи $T_B=1$ ч.-год.;
- роботи з монтажу сепаратору $T_H = 1.5$ ч.-год.;
- налагоджування та випробовування $T_H = 1.5$ ч.-год.

Визначаємо витрачену кількість електричної енергії, що йде на виготовлення одного сепаратору:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{св}} \cdot t_p + N_{\text{ріж}} \cdot t_p + N_{\text{ток-фрез}} \cdot t_p + N_{\text{звар}} \cdot t_p, \quad \text{кВт.-год}, \quad (2)$$

де $N_{\text{св}}$ - встановлена потужність свердлильного станка, 1.5кВт;

$N_{\text{ріж}}$ - встановлена потужність кутової шліфувальної машини, 2кВт;

$N_{\text{св}}$ - встановлена потужність токарного та фрезерного станків, 6кВт;

$N_{\text{св}}$ - встановлена потужність зварювального інвертору, 4кВт.

Дані розрахунку собівартості виготовлення запропонованого сепаратора заносимо в таблицю 1.

Розрахунок економічних показників використання запропонованого сепаратора насіння

Для визначення економічної ефективності, ми розраховали експлуатаційні витрати на підготовку насіння для сівби соняшнику в умовах середнього фермського господарства України із площею посівів соняшнику 200га.

Визначимо собівартість підготовки матеріалу для сівби соняшнику на площі у 200га., без урахування витрат на технічне обслуговування, що є однаковим для обох сепараторів:

$$C_{\text{сеп. экс.}} = C_{\text{ел}} + C_{\text{аморт}} + C_{\text{з.плат}}, \quad \text{грн.}, \quad (3)$$

де $C_{\text{ел}}$ - вартість електричної енергії, що споживає сепаратор для підготовки насіння для засіву 200га, грн.;

$C_{\text{аморт}}$ - витрати на амортизацію розробленого сепаратора за рік його експлуатації, грн.;

$C_{\text{з.плат}}$ - заробітна платня оператора установки, що буде виплачена за час підготовки насіння для сівби 200га соняшнику, у відповідності до 3 розряду тарифної сітки України, грн.

Розрахуємо річний економічний ефект, від використання розробленого сепаратора замість пневмостолу типу ПСС-2.5, при річній програмі роботи - засів 200га соняшнику, скориставшись формулою з ГОСТ 23728-88 "Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки":

$$E_{\text{річ}} = V_{\text{річ}} \cdot (C_{\text{сеп.б}} - C_{\text{сеп.р}}), \text{ грн.}, \quad (4)$$

де - $V_{\text{річ}}$ - загальна маса насіння, що потрібно відсепарувати, щоб отримати потрібну масу пито-важкого насіння (вміст пито-важкого 25% від загальної маси), кг

$C_{\text{сеп.б}}$ - експлуатаційні витрати на підготовку насіння для сівби соняшнику за допомогою ПСС-2.5;

$C_{\text{сеп.р}}$ - експлуатаційні витрати на підготовку насіння для сівби соняшнику за допомогою піддослідного сепаратора.

За весь термін експлуатації (при щорічній програмі підготовки насіння по 200 га)

$$E_{\xi} = E_{\text{річ}} \cdot 5, \text{ грн.} \quad (5)$$

Відповідно термін окупності становить менше року.

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники сепараторів

Сепаратор	ПСС-2.5	Піддослідний сепаратор
Вартість, грн.	90000	5446
Річна амортизація, грн.	13500.0	816.9
Продуктивність, кг/год.	2500	200
Вага насінин для сепарування, кг.	5200	5200
Час роботи, год.	2.08	26.0
Потужність двигуна, кВт	7.5	0.22
Витрати електроенергії, грн.	31.2	11.44
Заробітна плата оператора, грн.	23	287.82
Вартість підготовки насіння соняшнику на 200га при програмі 5200кг. за рік, грн.	13554.2	1116.16

Висновки. Аналіз економічної ефективності підтвердив результати теоретичних та практичних досліджень з обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів та впровадження запропонованого аеродинамічного сепаратора.

Впровадження аеродинамічного сепаратора насіння із діелектричним каналом дозволяє знизити вартість підготовки насіння соняшнику на 200га при програмі 5200кг. за рік більш ніж у 12 разів.

Термін окупності становить менше року.

Список використаних джерел:

1. Разработать технологические процессы и основные рабочие органы рисоуборочного комбайна и полевой уборочной машины, основанных на принципе обмолота растений на корню: отчет о НИР (заключительный) / МИМСХ; рук. темы П. А. Шабанов. № ГР02910041798. Мелитополь, 1990. 60 с.

2. Котов Б. І. Перспективи розвитку конструкцій зернонасіньоочисної техніки. *Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин*. Кіровоград, 2001. Вип. 31. С. 110-111.

3. Лавров И. М. Исследование процесса разделения зерновых смесей воздушным потоком при наложении электрического поля: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Челябинск, 1975. 27 с.

4. Тищенко Л. Н. К исследованию разделения фракций зерновой смеси при сепарировании на вертикальном цилиндрическом виброцентробежном решете. *Вибрации в технике и технологиях*. 2002. № 5(31). С. 40-43.

**АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
ДІЕЛЕКТРИЧНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ****Кюрчев С. В., Шокарев О. М., Шокарев О. О.*****Анотація***

На підставі проведених теоретичних та практичних досліджень планується використовувати аеродинамічний сепаратор із діелектричною навиткою.

Передбачається, що насіння постачається з бункера живильником через патрубок введення у аеродинамічний вертикальний канал із діелектричною навиткою. В результаті взаємодії аеродинамічних та електричних сил, відбувається розщеплення вертикальної траєкторії руху насінин, із подальшим їх перерозподілом по фракціям питомо-важких насінин та питомо-легких.

Дана стаття присвячена обґрунтуванню економічної доцільності використання сепаратора із діелектричною навиткою, а саме проведеному аналізу собівартості виготовлення запропонованого сепаратора та аналізу економічних показників використання сепаратора насіння.

Розроблена та виготовлена експериментальна установка запропонованого сепаратора насіння із діелектричним каналом.

Проведено розрахунок собівартості запропонованого сепаратора насіння за умови його виготовлення в умовах ремонтної майстерні середнього за розмірами фермерського господарства. Визначена економічна ефективність.

Аналіз економічної ефективності підтвердив результати теоретичних та практичних досліджень з обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів та впровадження запропонованого аеродинамічного сепаратора. Впровадження аеродинамічного сепаратора насіння із діелектричним каналом дозволяє знизити вартість підготовки насіння соняшнику за рік більш ніж у 12 разів.

Ключові слова: сепарування насіння, аеродинамічний сепаратор, повітряний потік, електростатичний сепаратор, електричне поле, діелектрична навітка, економічна ефективність.

**АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА СЕМЯН
Кюрчев С. В., Шокарев А. Н., Шокарев А. А.**

Аннотация

На основании проведенных теоретических и практических исследований планируется использовать аэродинамический сепаратор с диэлектрической навивкой. Предполагается, что семена поставляются из бункера питателем через патрубков ввода в аэродинамический вертикальный канал с диэлектрической навивкой.

В результате взаимодействия аэродинамических и электрических сил, происходит расщепление вертикальной траектории движения семян, с последующим их перераспределением по фракциям удельно-тяжелых семян и удельно-легких. Данная статья посвящена обоснованию экономической целесообразности использования сепаратора с диэлектрической навивкой, а именно проведенному анализу себестоимости изготовления предложенного сепаратора и анализу экономических показателей использования сепаратора семян.

Разработана и изготовлена экспериментальная установка предложенного сепаратора семян с диэлектрическим каналом. Проведен расчет себестоимости предложенного сепаратора семян при его изготовлении в условиях ремонтной мастерской среднего по размерам фермерского хозяйства. Определена экономическая эффективность. Анализ экономической эффективности подтвердил результаты теоретических и практических исследований по обоснованию конструктивно-технологических параметров и внедрение предложенного аэродинамического сепаратора. Внедрение аэродинамического сепаратора семян с диэлектрическим каналом позволяет снизить стоимость подготовки семян подсолнечника в год более чем в 12 раз.

Ключевые слова: сепарация семян, аэродинамический сепаратор, воздушный поток, электростатический сепаратор, электрическое поле, диэлектрическая катушка, экономическая эффективность.

**ANALYSIS OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF USING A
DIELECTRIC SEED SEPARATOR
S.V. Kiurchev, O.M Shokarev, O.O. Shokarev**

Summary

On the basis of the conducted theoretical and practical researches it is planned to use an aerodynamic separator with a dielectric coil. It is assumed that the seeds from the hopper are supplied by the feeder through the inlet pipe into the aerodynamic vertical channel with a dielectric coil.

As a result of the interaction of aerodynamic and electrical forces, there is a splitting of the vertical trajectory of the seeds, with their subsequent redistribution into fractions of specific-heavy seeds and specific-light.

This article is devoted to the substantiation of economic expediency of use of a separator with a dielectric coil, namely the conducted analysis of the prime cost of manufacturing of the offered separator and the analysis of economic indicators of use of a separator of seeds.

The experimental installation of the offered seed separator with a dielectric channel is developed and made. The calculation of the cost of the proposed seed separator under the condition of its manufacture in the repair shop of a medium-sized farm. Economic efficiency is determined.

The analysis of economic efficiency confirmed the results of theoretical and practical researches on substantiation of constructive-technological parameters and introduction of the offered aerodynamic separator.

The introduction of an aerodynamic seed separator with a dielectric channel reduces the cost of preparation of sunflower seeds per year by more than 12 times.

Key words: seed separation, aerodynamic separator, air flow, electrostatic separator, electric field, dielectric coil, economic efficiency.