

УДК 631.362.3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БЛОКА ПОДАЧІ ФОТОЕЛЕКТРОННОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Е.Б. Алієв, к.т.н., завідувач відділом
Інститут олійних культур НААН

***Мета.** Підвищення ефективності блока подачі фотоелектронного сепаратора насіння олійних культур шляхом обґрунтування його раціональних режимних параметрів. **Методи.** Методом експериментальних досліджень є планування багатofакторного експерименту із застосуванням створюваних експериментальних зразків обладнання. В основу експериментальних досліджень покладені методи теорії ймовірності та математичної статистики. **Результати.** В результаті експериментальних досліджень блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора було розроблено фізико-математичну модель, яка зв'язала продуктивність блоку подачі насіння фотоелектронного сепаратора, його споживаєму потужність і середній інтервал часу між падаючим насінням від подачі насіння, частоти коливань вібролотка і частоти обертання барабана. **Висновки.** В процесі досліджень була вирішена компромісна задача, а саме максимізація середнього інтервалу часу між падаючим насінням і мінімізація потужності, що споживається блоком подачі насіння, при максимальному значенні його продуктивності, яка порівняна із значенням подачі насіння.*

***Ключові слова:** насіння, блок подачі, фотоелектронний сепаратор, дослідження, раціональні параметри.*

Вступ. Незважаючи на все більш зростаюче застосування фотоелектронних сепараторів при контролі і сортуванні на стадії випуску готової продукції олійної культур, область їх застосування продовжує залишатися досить вузькою. Однак, вчені вже оцінили переваги фотоелектронного сепарування навіть, всього лише, за одним параметром (за кольором). Більш того, по відбивній здатності зернівки, крім кольору, навчилися судити про якість лущення зернівок і якість шліфування їх поверхні [1]. У працях [2-4] йдеться про великі перспективи фотоелектронного сепарування в зернопереробних виробництвах. Тому можна з великим ступенем ймовірності прогнозувати поширення фотоелектронного сепарування за кольором в насінництво і селекцію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з досліджуваної теми. Однак, навіть в рамках переробки готової сільськогосподарської продукції потенційні можливості фотоелектронних приладів використовується не повною мірою [5-6]. Це насамперед пов'язано із нестачею математичних

моделей процесу роботи фотоелектронного сепаратора насіння [7-8]. Тому передбачено проведення експериментальних досліджень та обґрунтування раціональних параметрів робочого органу блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора.

Мета досліджень. Підвищення ефективності блока подачі фотоелектронного сепаратора насіння олійних культур шляхом обґрунтування його раціональних режимних параметрів.

Матеріал та методи. Методом експериментальних досліджень є планування багатofакторних експериментів із застосуванням створюваних експериментальних зразків обладнання. В основу експериментальних досліджень покладені методи теорії ймовірності та математичної статистики. Обробка результатів цих досліджень здійснювалася із застосуванням регресивного та кореляційного аналізів за допомогою комп'ютерної програми «Mathematica». Математична модель визначається по одному критерію оптимізації. Коефіцієнти регресії математичних моделей обчислюється за формулами для D-оптимальних планів дослідів [9-10].

Методика досліджень. Експериментальні дослідження проводилися на установці, що складалася з експериментального зразка блока подачі насіння, лабораторного блока живлення із можливістю зміни напруги та контрольно-вимірювальної апаратури (фотопреривачі, які підключені до аналого-цифрового перетворювача).

Конструктивно-технологічна схема та загальний вигляд експериментального зразка блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора представлена на рисунку 1. Для забезпечення певної подачі насіння використовується відкалібрована заслінка, яка обмежує вхідну продуктивність.

Частоту і амплітуду вібрації віброкотка забезпечується за допомогою зміни напруги лабораторного блока живлення, який приєднано до вітродвигуна.

Слід зазначити, що віброток складається з 20 однакових повздовжніх каналів, по яким переміщуються насіння.

Контрольно-вимірювальна апаратура працює наступним чином. Падаюче насіння з поздовжнього каналу потрапляє між випромінювачем і приймачем фотопреривача. В результаті чого виникає сигнал який потрапляє до аналого-цифрового перетворювача, який оцифровується і відображається у персональному комп'ютері. Там відбувається вимірювання часу між падаючими насінинами.

Вихідним матеріалом при проведенні експериментальних досліджень експериментального зразка блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора були насіння льону олійного сорту Водограй, які були відкалібровані до розміру 2,5-2,6 мм.

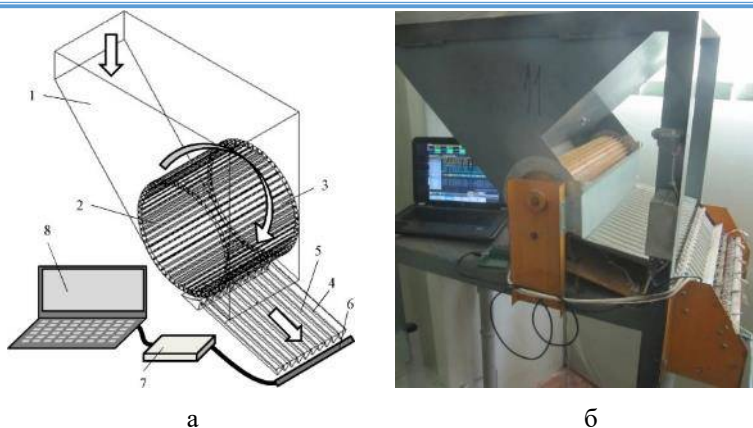


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема (а) та загальний вигляд (б) експериментального зразка блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора: 1 – бункер; 2 – барабан; 3 – лопаті; 4 – віброко-ток; 5 – повздовжні канали; 6 – фотопереривачі; 7 – аналого-цифровий перетворювач; 8 – персональний комп'ютер

На основі проведених теоретичних досліджень для проведення експериментальних досліджень блока подачі насіння було відібрано три фактори, які найбільш вагомо впливають на робочий процес і обрано їх натуральні значення на нульовому рівні та рівні їх варіювання. Інтервали і рівні варіювання факторів при проведенні досліджень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Рівні і інтервали варіювання факторів при проведенні досліджень процесу роботи блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора

Рівні варіацій факторів	Фактори		
	Подача насіння Q , кг/год	Частота коливань вібротка ψ , s^{-1}	Частота обертання барабана n , об/хв
Верхній рівень (+)	15	10	15
Основний рівень (0)	9	7,5	10
Нижній рівень (-)	3	5	5
Інтервал варіацій факторів	6	2,5	5

В якості критеріїв оптимізації було прийнято: продуктивність блоку подачі насіння – q , кг/год; споживана потужність – P , кВт; середній інтервал часу між падаючим насінням – t , с.

Продуктивність блоку подачі насіння q визначалася шляхом вимірювання маси насіння M , що пройшло через нього, і відповідного часу τ . Розрахунок проводився за формулою:

$$q = \frac{M}{\tau}. \quad (1)$$

Потужність, що витрачається блоком подачі насіння, вимірювалася з використанням повіреного електролічильника і розраховувалася за формулою:

$$P = \frac{\Delta E}{\tau}, \quad (2)$$

де ΔE – показання електролічильника, Вт·год;

τ – час проведення досліду, год.

Середній інтервал часу між падаючим насінням визначався за допомогою фотопереривачів під'єднаних через аналого-цифровий перетворювач до персонально комп'ютера і розраховувався за формулою:

$$t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i, \quad (3)$$

де N – кількість насінин;

t_i – інтервал часу між двома падаючими насінинами, с.

Один дослід проводився при пропусканні через експериментальний зразок блоку подачі 10 кг насінин.

Дослідження проводились за D-оптимальним планом Бокса-Бенкіна другого порядку для 3 факторів у триразовій повторності.

Результати досліджень. Дослідження процесу роботи блоку подачі насіння фотоелектронного сепаратора проводились із застосуванням методу математичного планування багатofакторного експерименту, який дозволяє визначити математичні моделі процесів у вигляді рівнянь регресії. Згідно поставлених задач було обрано D-оптимальний план Бокса-Бенкіна другого порядку для 3 факторів.

Отримані математичні моделі впливу досліджуваних факторів на середній інтервал часу між падаючим насінням, продуктивність і потужність блоку подачі насіння мали вигляд (рисунки 2-3):

$$t = 0,415665 - 0,0000461111 n^2 + 0,000702933 Q^2 + 0,00246598 n + 0,0000659722 Q n - 0,000191667 \psi n - 0,0203901 Q + 0,0005625 \psi Q - 0,0498236 \psi + 0,00194889 \psi^2. \quad (4)$$

$$q = 9,74785 - 0,0170222 n^2 - 0,0798765 Q^2 + 0,235944 n - 0,009 Q n + 0,0247333 \psi n + 0,769931 Q + 0,166611 \psi Q - 3,9405 \psi + 0,248578 \psi^2. \quad (5)$$

$$P = -2,02083 + 0,271667 n^2 + 8,10417 Q + 7,20833 n - 0,613333 \psi n + 13,1333 \psi. \quad (6)$$

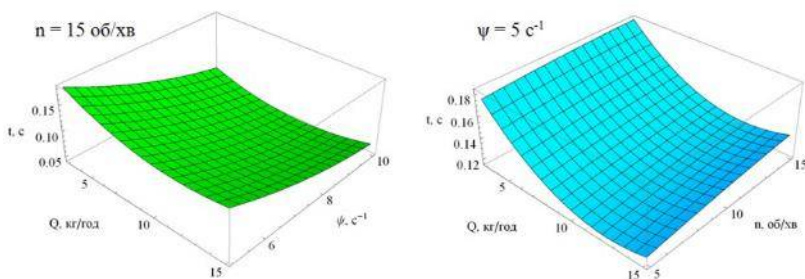


Рисунок 2 – Залежність середнього інтервалу часу між падаючим насінням t від подачі насіння Q , частоти коливань вібролотка ψ і частоти обертання барабана n

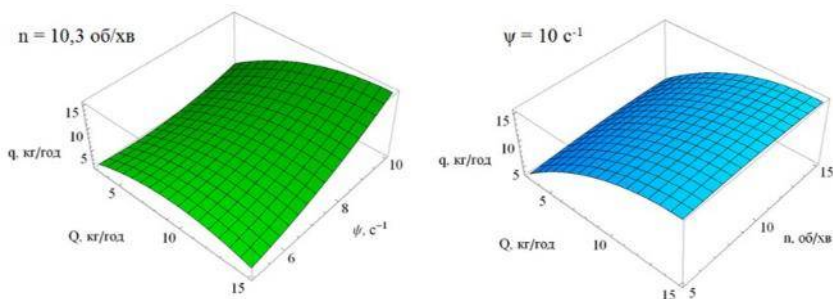


Рисунок 3 – Залежність продуктивності блоку подачі насіння q від подачі насіння Q , частоти коливань вібролотка ψ і частоти обертання барабана n

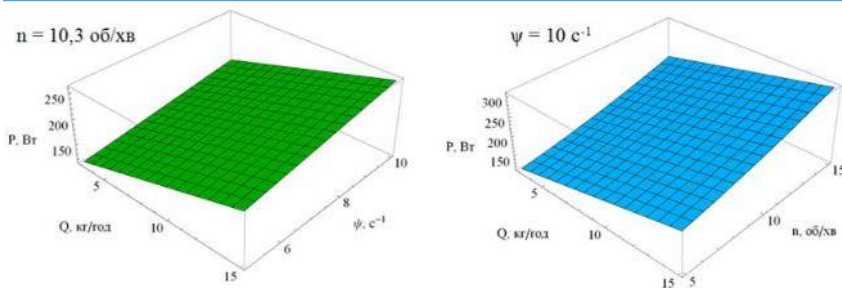


Рисунок 4 – Залежність потужності P , що споживається блоком подачі насіння, від подачі насіння Q , частоти коливань вібрототка ψ і частоти обертання барабана n

Завданням вирішення компромісної задачі була максимізація середнього інтервалу часу між падаючим насінням і мінімізація потужності, що споживається блоком подачі насіння, при максимальному значенні його продуктивності, яка порівняна із значенням подачі насіння, тобто:

$$\begin{cases} \frac{q(Q, \psi, n) \times t(Q, \psi, n)}{P(Q, \psi, n)} \rightarrow \max, \\ q(Q, \psi, n) = Q. \end{cases} \quad (7)$$

Вирішення задачі (7) за допомогою програмного пакету «Mathematica» призвели до оптимальних параметрів і режимів роботи блоку подачі насіння фотоелектронного сепаратора:

$$\begin{cases} Q = q = 15 \text{ кг/год}, & \psi = 9,9 \text{ с}^{-1}, \\ n = 6,6 \text{ об/хв}, & t = 0,058 \text{ с}, & P = 269 \text{ Вт}. \end{cases} \quad (8)$$

Висновок. В результаті експериментальних досліджень блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора було розроблено фізико-математичну модель, яка зв'язала продуктивність блоку подачі насіння фотоелектронного сепаратора q , його споживаєму потужність P і середній інтервал часу між падаючим насінням t від подачі насіння Q , частоти коливань вібрототка ψ і частоти обертання барабана n . В процесі досліджень була вирішена компромісна задача, а саме максимізація середнього інтервалу часу між падаючим насінням t і мінімізація потужності P , що споживається блоком подачі насіння, при максимальному значенні його продуктивності q , яка порівняна із значенням подачі насіння Q . В результаті встановлені раціональні конструктивно-технологічні параметрами блоку подачі насіння: $Q = q = 15 \text{ кг/год}$, $\psi = 9,9 \text{ с}^{-1}$, $n = 6,6 \text{ об/хв}$, $t = 0,058 \text{ с}$.

Список використаної літератури

1. Бутковский В. А., Мерко А. И., Мельников В. М. Технологии зерноперерабатывающих производств. Учебник. Москва: Ингеграф сервгю, 1999. 472 с.
2. Clieen C., Chiang Y. P., Pomeranz Y. Image analysis and characterization of cereal grains with a laser range finder and camera contour extractor. *Cereal Cliem.* 1989. № 6. P. 466–470.
3. Thomson W. H., Pomerang Y. Classification of wheal kernels using three-dimensional image analysis. *Cereal Chem.* 1991. № 34. P. 357–361.
4. Шаззо А. Ю., Усатіков С. В. Ефективність розпізнавання прихованої зараженості зернівок із зображень в інфрачервоному спектрі. *Вісник ОНУ. Харчова технологія.* 2012. №4. С.105–108.
5. Алієв Е.Б. Техніко-технологічне забезпечення процесів очищення та розділення насіннєвого матеріалу олійних культур / Е.Б. Алієв // Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів 25–26 травня 2016 р. / НААН, ДУ ІЗК НААН, М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД, 2016». – С. 4-5.
6. Алієв Е.Б. Очищення та розділення насіннєвого матеріалу олійних культур / Е.Б. Алієв, В.Л. Кутіщев // Збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції «Олійні культури. тенденції та перспективи» (1 листопада 2016 р.). – Запоріжжя: ІОК НААН, 2016. – С. 134-135.
7. Алієв Е.Б. Результати чисельного моделювання процесу роботи блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора / Е.Б. Алієв, В.М. Яропуд // Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2017. – №4 (99) – С. 18-23.
8. Алієв Е. Математична модель процесу роботи блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора / Е. Алієв, О. Пацула, Ю. Стрельченко // Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матеріали ІV міжнар. наук.-практ. конф. 30 листоп. 2017 р. Частина 1. – Тернопіль: Крок, 2017. – С. 219-220.
9. Мельников В. В., Алёшкин В. Р., Рощин П. М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов . Ленинград: Колос, 1972. 194 с.
10. Pabis S. Metodologia i metody nauk empirycznych. Warszawa: PWN, 1985. 220 s.

Аннотация

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БЛОКА ПОДАЧИ ФОТОЭЛЕКТРОННОГО СЕПАРАТОРА СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Е.Б. Алиев

Цель. Повышение эффективности блока подачи фотоэлектронного сепаратора семян масличных культур путем обоснования его рациональных режимных параметров. **Методы.** Методом экспериментальных исследований является планирование многофакторного эксперимента с применением созданных экспериментальных образцов оборудования. В основу экспериментальных исследований положены методы теории вероятности и математической статистики. **Результаты.** В результате экспериментальных исследований блока подачи семян фотоэлектронного сепаратора было разработано физико-математическую модель, которая связала производительность блока подачи семян фотоэлектронного сепаратора, его потребляемую мощность и средний интервал времени между падающими семенами от подачи семян, частоты колебаний вибротолка и частоты вращения барабана. **Выводы.** В процессе исследований была решена компромиссная задача, а именно максимизация среднего интервала времени между падающими семенами и минимизация потребляемой мощности блоком подачи семян, при максимальном значении его производительности, которая сопоставима со значением подачи семян.

Ключевые слова: семена, блок подачи, фотоэлектронных сепаратор, исследования, рациональные параметры.

Abstract

RESULTS OF EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THE UNIT OF SUPPLYING PHOTOELECTRONIC SEPARATOR OF OIL SEEDS CROPS

E. Aliev

Goal. Increasing the efficiency of the feed unit for the photoelectric separator of oilseed seeds by justifying its rational regime parameters. **Methods.** The method of experimental research is the planning of a multifactor experiment using the experimental models of the equipment. Experimental methods are based on the methods of probability theory and mathematical statistics. **Results.** As a result of experimental studies of the photoelectric separator seed supply unit, a physico-mathematical model was developed that linked the productivity of the photoelectric separator seed supply unit, its power consumption and the

*average time interval between falling seeds from the seed supply, vibrating frequency and drum rotation frequency. **Conclusions.** In the process of research, a compromise problem was solved, namely, maximizing the average time interval between falling seeds and minimizing the power consumption by the seed supply unit, with the maximum value of its productivity, which is comparable to the seed supply value.*

Key words: *seeds, feed unit, photoelectronic separator, research, rational parameters.*