обладнання агропромислового виробництва» за вимогами кредитно-модульної системиПідйомно-транспортні машини / І. М. Бендера та ін. Камянець-Подільський, ФОП Сисин О.В., Абетка, 2014. 368 с.

3. Підйомно-транспортні машини: Підручник / А. С. Кобець та ін. Луганськ: вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2013. 218 с.

4. Іванов Г.О., Полянський П.М. Загальні принципи взаємозамінності / Актуальні питання економіки, управління, технологій та права: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / Східноєвропейський центр наукових досліджень (Черкаси,1серпня 2025 р.). Research Europe. 2025. с. 76-80. DOU:http://doi.org/10.64076/eecsr250801.07.

**Abstract.** *The paper considers the design features and strength calculation of cargo rope attachment to the drum using clamping plates with trapezoidal grooves. An analysis of the stress-strain state of the bolt body taking into account total tensile and bending stresses is carried out. The methodology for strength and crushing calculation of the hook suspension traverse elements in critical cross-sections is also presented.*

**Keywords:** *drum, mounting, clamping plate, tension, bending, strength, total stresses.*

**Наукові керівники:**
**Іванов Г.О.**
*канд. техн. наук, доцент*
**Полянський П.М.**
*канд. екон. наук, доцент*
*Миколаївський національний аграрний університет*

**УДК 631.362.3**

## ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА ВІД ДОМІШОК

**Леонід ОРЛОВСЬКИЙ, Андрій САГУН, Максим ДЕНИСОВ**

Здобувачі вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

**Анотація:** *Розглянуто основні напрями оптимізації конструктивних параметрів машин для очищення зерна від домішок. Визначено основні фактори, що впливають на ефективність сепарації, продуктивність, енергоємність та якість очищення зернового матеріалу. Обґрунтовано необхідність комплексного вибору параметрів робочих органів, зокрема решіт, повітряних каналів, ситових поверхонь та приводних механізмів. Запропоновано підхід до оптимізації конструкції зерноочисних машин з урахуванням технологічних властивостей зернової суміші та режимів її оброблення.*

**Ключові слова:** *зерно, очищення, домішки, зерноочисна машина, конструктивні параметри, сепарація, продуктивність, енергоефективність, оптимізація.*

Очищення зерна від домішок є однією з основних технологічних операцій післязбиральної обробки зернового матеріалу. Якість її виконання безпосередньо впливає на подальше сушіння, зберігання, транспортування та переробку зерна. Наявність у зерновій масі органічних і мінеральних домішок, частинок соломи, насіння бур'янів, пошкоджених зернин та інших компонентів може призводити до зниження якості готової продукції, підвищення втрат і збільшення енергетичних витрат. Сучасні зерноочисні машини повинні забезпечувати не тільки високу ефективність видалення домішок, а й стабільність технологічного процесу при зміні фізико-механічних властивостей зернового матеріалу. При цьому важливого значення набуває оптимізація конструктивних параметрів робочих органів та режимів роботи обладнання. Ефективність очищення визначається сукупністю конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів. До конструктивних параметрів належать площа та геометричні характеристики сит, діаметр і частота обертання робочих органів, кут нахилу ситової поверхні, параметри повітряного каналу, розміри та форма отворів решіт, характеристики привода та транспортуючих пристроїв. Оптимальне співвідношення цих параметрів дає змогу підвищити якість очищення без істотного збільшення енерговитрат [1].

Принцип роботи більшості зерноочисних машин ґрунтується на використанні відмінностей між компонентами зернової суміші за розмірами, масою, формою, аеродинамічними властивостями, щільністю та іншими фізико-механічними характеристиками [3].

За конструктивним виконанням машини для очищення зерна можуть містити ситові, повітряні, трієрні, щіткові та комбіновані робочі органи. Найбільш поширеними є машини, в яких реалізується послідовне або паралельне використання механічної та пневматичної сепарації.

При ситовому очищенні ефективність розділення залежить від відповідності розмірів отворів сит геометричним параметрам зерна та домішок. Надмірне збільшення отворів призводить до проходження частини повноцінного зерна у відхід, тоді як занадто малі отвори можуть зменшувати продуктивність і спричиняти перевантаження робочої поверхні. Тому одним із основних завдань оптимізації є вибір раціонального розміру та форми отворів сит.

Важливим конструктивним параметром є кут нахилу ситової поверхні. Його збільшення, як правило, сприяє підвищенню швидкості переміщення зернового матеріалу по ситу, однак при цьому зменшується тривалість його контакту з робочою поверхнею. У результаті надмірний кут нахилу може призвести до зниження ефективності очищення. Зменшення кута, навпаки, збільшує тривалість перебування матеріалу на ситі, але може спричинити накопичення зерна та зменшення продуктивності.

Важливе значення має також кінематичний режим роботи ситового робочого органу. Амплітуда та частота коливань повинні забезпечувати рівномірний рух зернової маси, запобігати її ущільненню та сприяти проходженню домішок через отвори сит. Зі збільшенням частоти коливань інтенсивність переміщення зерна зростає, однак одночасно збільшуються динамічні навантаження та енергоспоживання привода.

Пневматичне очищення базується на відмінності аеродинамічних властивостей зерна та легких домішок. Основним конструктивним елементом

такої системи є повітряний канал, у якому формується повітряний потік. Його геометричні розміри повинні забезпечувати рівномірний розподіл швидкості повітря по перерізу каналу. Нерівномірність повітряного потоку може спричиняти неповне видалення легких домішок або винесення повноцінного зерна у відходи [2].

Одним із перспективних напрямів є регулювання параметрів повітряного потоку залежно від навантаження машини та властивостей зернової суміші. Застосування вентиляторів із регульованою частотою обертання дає змогу підтримувати необхідну швидкість повітря при зміні продуктивності обладнання. Це сприяє зниженню непродуктивних енергетичних витрат.

Комплексну ефективність зерноочисної машини доцільно оцінювати за декількома критеріями. Основними з них є продуктивність, ефективність видалення домішок, втрати повноцінного зерна, питомі енерговитрати та якість очищеного матеріалу.

Продуктивність машини визначають за співвідношенням:

$$Q = M / t, \quad (1)$$

де Q – продуктивність машини, кг/год;

M – маса обробленого зерна, кг;

t – тривалість оброблення, год.

Питомі енерговитрати можна визначити як:

$$e = E / M, \quad (2)$$

де e – питомі енерговитрати, кВт·год/т;

E – витрачена електрична енергія, кВт·год;

M – маса обробленого зерна, т.

Таким чином, оптимізація конструкції повинна передбачати не максимізацію одного показника, а пошук раціонального компромісу між продуктивністю, якістю очищення та енергетичною ефективністю.

Для визначення оптимальних конструктивних параметрів доцільно використовувати математичне моделювання та методи планування експерименту. Як фактори оптимізації можуть розглядатися розмір отворів сит,

кут їх нахилу, частота та амплітуда коливань, швидкість повітряного потоку, товщина шару зерна та швидкість його подачі.

У загальному випадку цільову функцію можна представити у вигляді:

$$F = f(d, \alpha, n, v, h, Q) \rightarrow max, \quad (3)$$

де d – розмір отворів сит;

α – кут нахилу ситової поверхні;

n – частота коливань або обертання робочого органу;

v – швидкість повітряного потоку;

h – товщина шару зернового матеріалу;

Q – продуктивність.

При цьому необхідно встановлювати обмеження щодо допустимих втрат зерна, енерговитрат та якості очищення.

Перспективним напрямом удосконалення зерноочисного обладнання є створення адаптивних систем керування. Використання датчиків продуктивності, вологості, засміченості та навантаження на робочі органи дає можливість автоматично коригувати частоту обертання вентилятора, режим роботи сит та швидкість подачі зерна. Такий підхід забезпечує підтримання оптимального режиму очищення при зміні характеристик вихідної зернової маси.

Особливо важливим є забезпечення рівномірного завантаження робочої поверхні. Нерівномірна подача зерна призводить до локального перевантаження сит, зменшення площі ефективної сепарації та збільшення втрат. Тому конструкція завантажувального пристрою повинна забезпечувати рівномірний розподіл зернового матеріалу по ширині робочої зони. Оптимізація конструктивних параметрів також повинна враховувати надійність обладнання. Збільшення інтенсивності коливань, швидкості обертання або повітряного потоку може позитивно впливати на сепарацію, але водночас збільшує навантаження на підшипникові вузли, привод та елементи рами. Отже, раціональний режим повинен забезпечувати необхідну якість очищення без перевищення допустимих механічних та енергетичних навантажень.

Оптимізація конструктивних параметрів машин для очищення зерна від домішок є важливим напрямом підвищення ефективності післязбиральної обробки зернової продукції. Основними параметрами, що визначають якість роботи обладнання, є геометричні характеристики сит, кут їх нахилу, кінематичні режими, швидкість повітряного потоку, товщина шару матеріалу та продуктивність подачі. Раціональний вибір конструктивних параметрів дає змогу підвищити ефективність сепарації, зменшити втрати повноцінного зерна та питомі енерговитрати. Найбільш перспективним напрямом є комплексна оптимізація параметрів робочих органів із використанням математичного моделювання, експериментальних досліджень та автоматизованого регулювання режимів роботи. Застосування адаптивних систем керування на основі інформації від датчиків якості та навантаження створює передумови для переходу від роботи зерноочисних машин у фіксованому режимі до автоматичного підтримання оптимальних технологічних параметрів. Це дозволить підвищити продуктивність, енергоефективність і стабільність процесу очищення зерна.

**Список використаних джерел**

1. Xu Z., Li Y., Wan L., Ma X., Song J., Huang J. Optimising the design of ball racks to improve the sorting efficiency of vibrating screen seed cleaners using discrete element method modelling and experiment. Biosystems Engineering. 2023. Vol. 225. P. 99–117. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2022.12.006.

2. Dai F., Xu P., Yuan Z., Shi R., Zhao Y., Song X., Zhao W. Simulation and Optimization Experiment: Working Process of a Cleaning Device for Flax Combine Harvester. Agriculture. 2023. Vol. 13, No. 11. Article 2123. DOI: 10.3390/agriculture13112123.

3. Vaiciukevičius E., Jasinskas A., Jotautienė E., Domeika R., Gerdauskas K., Zinkevičienė R., Lekavičienė K. Determination of Optimal Technological Parameters for Sorting Wheat Grains in Chambers of Different Constructions. Processes. 2023. Vol. 11, No. 12. Article 3441. DOI: 10.3390/pr11123441.

***Abstract:*** *The paper examines the main directions for optimizing the design parameters of machines used to clean grain of impurities. It identifies the key factors influencing separation efficiency, throughput, energy consumption, and the quality of the cleaned grain material. The necessity of a comprehensive approach to selecting the parameters of working components - specifically screens, air ducts, sieving surfaces, and drive mechanisms - is substantiated. An approach to optimizing the design of grain-cleaning machines is proposed, taking into account the technological properties of the grain mixture and its processing modes.*

***Keywords:*** *grain, cleaning, impurities, grain-cleaning machine, design parameters, separation, throughput, energy efficiency, optimization.*

**Науковий керівник:**

**Доценко Н.А.**

*Д-р пед. наук, канд. техн. наук, професор*

*Миколаївський національний аграрний університет*

**УДК 631.363.2**

## ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА

**Володимир НАРІЄВСЬКИЙ, Олексій КОВАЛЕНКО,**

**В’ячеслав МУРАВИНЕЦЬ**

Здобувачі вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

**Анотація:** *Розглянуто питання обґрунтування конструктивних параметрів молоткової дробарки для переробки зернової сировини. Проаналізовано основні фактори, що визначають ефективність процесу подрібнення, зокрема конструкцію робочої камери, параметри молотків, частоту їх обертання, розміри отворів решета та умови подачі зерна. Визначено основні критерії оцінювання роботи дробарки: продуктивність, питомі енерговитрати, ступінь подрібнення, рівномірність фракційного*