

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“10” вересня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Лазаренка Миколи Анатолійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності обробки зерна удосконаленням конструкції зерноочисної машини МОЗП-25

керівник роботи: ст. викладач Харченко Ф.М.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “23” 12 2024 року № 4221/ос

2. Строк подання здобувачем роботи: “01” ___06___ 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Нормативно-технічна документація по розробці механізованих технологічних процесів у рослинництві. 2. Науково-технічна література. 3. Літературні джерела інформації та Інтернет ресурси

_____ 4. Методичні рекомендації до виконання проекту (роботи)

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ. 1. Аналіз роботи зерноочисних машин 2. Технологічні розрахунки зерноочисної машини та робочих органів 3. Удосконалення конструкції зерноочисної машини МОЗП-25. 4. Охорона праці. 5. Економічна частина. Загальні висновки. Список літературних джерел.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 1. Зерноочисна машина (А1). 2 Решетний стан (А1). 3. Транспортер завантажувальний (А1). 4. Решето та деталювання (А1)

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Економічна частина			

7. Дата видачі завдання: “ ___ ” _____ 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Обрання теми	04.09.2024-10.09.2024	
2.	Збір інформації про діяльність господарства	11.09.2024-30.09.2024	
3.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2024-02.12.2024	
4.	Складання плану роботи	04.12.2024-09.12.2024	
5.	Написання вступу	11.12.2024-18.12.2024	
6.	Підготовка розділу «Аналіз роботи зерноочисних машин»	19.12.2024-09.01.2025	
7.	Підготовка розділів «Технологічні розрахунки зерноочисної машини та робочих органів»	10.01.2025-21.02.2025	
8.	Підготовка розділу «Удосконалення конструкції зерноочисної машини МОЗП-25»	22.02.2025-10.04.2025	
9.	Підготовка розділу «Охорона праці»	11.04.2025-17.04.2025	
10.	Підготовка розділу «Економічна оцінка проекту»	18.04.2025-30.04.2025	
11.	Написання загальних висновків	01.05.2025-09.05.2025	
12.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 10.05.2025	
13.	Подання роботи до експертної ради факультету	до 13.05.2025	
14.	Подання роботи на рецензування	до 20.05.2025	
15.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2025	

Здобувач вищої освіти _____ Лазаренко М.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Харченко Ф.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Лазаренко М.А. Підвищення ефективності обробки зерна удосконаленням конструкції зерноочисної машини МОЗП-25. Кваліфікаційна (бакалаврська) робота на здобуття ступеня бакалавра за спеціальністю 208 Агроінженерія. – СНАУ. - Суми.- 2025, 45 с.

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 33 найменування та додатків. Загальний обсяг роботи становить 45 сторінок, на яких представлено 2 таблиць, 9 рисунків, 2 додатки та 4 аркуша графічної частини формату А1

У кваліфікаційній роботі розглядається проблема підвищення ефективності обробки зерна шляхом удосконалення конструкції зерноочисної машини типу МОЗП-25. Актуальність теми зумовлена потребою підвищення продуктивності, якості очищення та зниження експлуатаційних витрат у процесах післязбиральної доробки зерна.

У роботі проведено всебічний аналіз конструкцій сучасних зерноочисних машин, визначено їхні переваги та недоліки. Основну увагу приділено елементам, що найбільше впливають на якість очищення - решетам. Розроблено нову конструкцію решета з повздовжніми щілинами, які розширюються у напрямку руху зернового матеріалу. Це забезпечує ефект самоочищення, зменшує ймовірність забивання, покращує процес сортування і сприяє підвищенню якості кінцевої продукції.

У другому розділі здійснено технологічні розрахунки: визначено параметри решета, виконано кінематичні розрахунки приводу транспортера, а також розрахунки на міцність ключових деталей.

У третьому розділі описано процес модернізації зерноочисної машини МОЗП-25, наведено технічне обґрунтування запропонованих змін. У четвертому - розглянуто питання охорони праці. У п'ятому - проведено економічну оцінку результатів модернізації.

Встановлено, що модернізована машина має зменшену вагу, що знижує матеріалоємність, потребує менше часу на обслуговування та ремонт, а також

демонструє покращені техніко-економічні показники. Показник технічної ефективності перевищує одиницю, що підтверджує доцільність впровадження конструкції у виробництво.

Ключові слова: обробка зерна, зерноочисна машина, сепарація, решето

ABSTRACT

Lazarenko M.A. Improving the efficiency of grain processing by perfecting the design of the MOZP-25 grain cleaning machine. Qualification (Bachelor's) paper for the degree of Bachelor in specialty 208 Agroengineering. – SNAU. - Sumy. - 2025, 44 p.

The qualification (Bachelor's) paper consists of an introduction, five chapters, general conclusions, a list of 33 references, and appendices. The total volume of the work is 44 pages, which include 2 tables, 9 figures, 2 appendices, and 4 sheets of the graphic part in A1 format.

The bachelor's qualification focuses on improving the efficiency of grain processing by upgrading the design of the MOZP-25 grain cleaning machine. The relevance of the topic is driven by the growing need for enhanced productivity, better cleaning quality, and reduced operational costs in post-harvest grain handling processes.

The study provides a comprehensive analysis of current grain cleaning machines, identifying their strengths and limitations. Special attention is paid to one of the most critical components affecting cleaning efficiency — the sieves. A new sieve design is proposed, featuring longitudinal slots that widen in the direction of grain flow. This design promotes self-cleaning, reduces clogging, enhances material separation, and improves the overall quality of cleaned grain.

The second section of the thesis includes detailed technological calculations: sieve parameters are determined, kinematic calculations for the conveyor drive are performed, and strength analyses for essential components are presented.

The third section is dedicated to the modernization process of the MOZP-25 machine and includes the technical justification for the proposed modifications. The

fourth section addresses occupational safety considerations. The fifth section presents an economic evaluation of the modernization.

The improved machine features a reduced weight, resulting in lower material consumption, decreased maintenance and repair time, and improved technical and economic performance. The overall technical efficiency exceeds unity, supporting the feasibility of adopting the updated design in agricultural production.

Key words: grain processing, grain cleaning machine, separation, sieve

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз роботи зерноочисних машин	8
1.1 Значення зерноочисних машин у зерновому виробництві	8
1.2 Технологічні передумови очищення зерна	8
1.3 Призначення, будова і робота зерноочисної машини МОЗП-25.....	9
2 Технологічні розрахунки зерноочисної машини та робочих органів	14
2.1 Технологічний розрахунок решіт зерноочисної машини	14
2.2 Технологічний розрахунок скребкового транспортера.....	17
2.3 Кінематичний розрахунок приводу транспортера.....	19
2.4 Розрахунки деталей на міцність	22
3 Удосконалення конструкції зерноочисної машини МОЗП-25.....	27
3.1 Огляд конструкцій решет зерноочисних машин.....	27
3.2 Аналіз та вдосконалення конструкції зерноочисної машини.....	29
4 Охорона праці.....	34
4.1 Небезпечні і шкідливі фактори, які можуть виникнути під час експлуатації зерноочисної машини.	34
4.2 Заходи безпеки та охорони праці та вимоги до експлуатації зерноочисних машин.....	35
5 Економічна частина.....	38
Загальний висновок.....	40
Список літературних джерел.....	41
Додатки	

ВСТУП

Сучасне сільське господарство висуває високі вимоги до якості та ефективності післязбиральної обробки зерна, зокрема до процесу його очищення. Одним із ключових напрямів підвищення продуктивності агропромислового комплексу є удосконалення технічних засобів, що використовуються для очищення зерна. Зерноочисна машина МОЗП-25 є поширеним агрегатом, який забезпечує попереднє очищення зернової маси, однак має певні конструктивні обмеження, що впливають на загальну ефективність її роботи.

У зв'язку з різноманітністю кліматичних умов та обширними земельними площами сільськогосподарських угідь в Україні, потреба у створенні механізованих пунктів для сепарації зерна стає актуальною. Ці пункти відрізняються за технологічним процесом обробки свіжозібраного зерна та їхньою продуктивністю, що визначається потребами та можливостями сільськогосподарських господарств.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю підвищення якості очищення, зниження експлуатаційних витрат та підвищення продуктивності машин, які використовуються у процесах післязбиральної доробки зерна. У зв'язку з цим важливим завданням є модернізація конструкції зерноочисної машини типу МОЗП-25, спрямована на усунення її основних недоліків та покращення техніко-економічних показників.

Для реалізації комплексної механізації післязбиральної обробки зерна створюються спеціальні зерноочисні та зерноочисно-сушильні пункти. На цих пунктах виконуються всі необхідні операції з обробки зерна за допомогою відповідної техніки. Інтеграція зерноочисних та сушильних машин дозволяє зменшити трудові витрати на післязбиральну обробку зерна, що сприяє підвищенню ефективності виробництва.

У даній роботі запропоновано конструктивне удосконалення зерноочисної машини МОЗП-25 шляхом розробки нової конструкції решета з повздовжніми щілинами, які розширюються у напрямку руху зернового матеріалу. Такий підхід

забезпечує ефект самоочищення, зменшує ймовірність забивання решета, покращує процес сортування зерна та сприяє підвищенню якості кінцевої продукції. Окрім цього, модернізація дозволила знизити масу машини, що зменшило матеріалоємність та собівартість виготовлення, а також зменшило час, необхідний на обслуговування та ремонт.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи проведено всебічний аналіз існуючих конструкцій зерноочисних машин, виконано технічні розрахунки параметрів решета, приводу транспортера та міцності ключових елементів. Також надано технічне обґрунтування запропонованих удосконалень та проведено економічну оцінку їх ефективності. За результатами розрахунків встановлено, що показник технічної ефективності удосконаленої машини перевищує одиницю, що підтверджує доцільність її впровадження у виробництво.

Отже, модернізація зерноочисної машини МОЗП-25 сприяє підвищенню якості очищення зерна, зниженню витрат на матеріали та обслуговування, а також забезпечує економічну вигоду для підприємств, що використовують таке обладнання в процесі післязбиральної дробки зерна.

Таким чином, метою даної кваліфікаційної роботи є теоретичне обґрунтування та практичне підтвердження можливості підвищення ефективності обробки зерна шляхом удосконалення конструкції зерноочисної машини МОЗП-25.

1 АНАЛІЗ РОБОТИ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

1.1 Значення зерноочисних машин у зерновому виробництві

Зернове виробництво залишається одним із провідних секторів агропромислового комплексу України. Високоякісне очищення зерна є необхідним етапом для забезпечення його відповідності стандартам якості, таким як вміст вологи, механічні примішки та забур'яненість.

Сучасне зерноочисне обладнання, таке як модель МОЗП-25, дозволяє скорочувати витрати на очищення зерна та забезпечувати швидке виконання технологічних процесів.

Зерноочисні машини можуть складатися з різних вузлів, серед яких ситові секції, пневмотранспортні системи та розподільчі пристрої. Ситові секції служать для відокремлення механічних примішок, а пневмотранспортна система призначена для видалення забур'яненості.

Однак, існуючі конструкції зерноочисних машин мають певні недоліки, серед яких низька продуктивність при обробленні зерна з підвищеним вмістом вологи та зношування окремих вузлів. Дослідження спрямовані на удосконалення цих конструкцій, що дасть можливість збільшити ефективність та подовжити термін експлуатації.

1.2 Технологічні передумови очищення зерна

Технологічні передумови очищення зерна базуються на необхідності забезпечення його якості для подальшого використання, зберігання та переробки.

Основними факторами, які впливають на ефективність очищення зерна, є:

- *Фізико-механічні властивості зерна:*
 - Розмір, форма та щільність зерен, які визначають вибір методів очищення.
 - Вологість зерна, що впливає на процеси сепарації та видалення домішок.
- *Характеристика домішок:*

- Легкі домішки, такі як пил і лушпиння, які видаляються повітряним потоком.

- Великі домішки (каміння, металеві частинки), які відокремлюються за допомогою решітних систем.

- *Технологічні вимоги до процесу очищення:*

- Мінімізація втрат зерна під час очищення.

- Забезпечення рівномірності подачі зерна на всі етапи обробки.

- *Особливості зернової маси після збирання:*

- Змішаність зернової маси із залишками бур'янів, рослинного матеріалу, ґрунту.

- Підвищена забрудненість через погодні умови під час збирання.

- *Використання сучасного обладнання:*

- Застосування зерноочисних машин із функціями автоматичного налаштування параметрів.

- Інтеграція датчиків та систем моніторингу для контролю якості очищення.

Забезпечення належних технологічних умов очищення зерна дозволяє підвищити якість готової продукції, зменшити втрати під час зберігання та забезпечити конкурентоспроможність продукції на ринку.

1.3 Призначення, будова і робота зерноочисної машини МОЗП-25 [1, 4]

Зерноочисна машина забезпечує якість зерна як після збирання, так і після доробки його для правильного зберігання. Її основними функціями є збирання, транспортування, очищення та розподіл зернового матеріалу. Основні завдання цієї машини включають:

2. Видалення домішок: зерноочисна машина відокремлює органічні та неорганічні домішки, такі як рослинні залишки, пил, використання бур'янів, каміння та металеві частинки, які повертають у масу під час збирання врожаю.

3. Поліпшення якості зерна: після очищення зерно відповідає стандартам якості, що є необхідним для подальшої переробки або зберігання. Це включає забезпечення однорідності зернової маси.

4. Запобігання псуванню зерна: усунення домішок знижує ризик розвитку мікроорганізмів, грибків та шкідників, які можуть пошкодити зерно під час зберігання.

5. Оптимізація умов зберігання: очищене зерно краще вентилюється та має знижений ризик самозігрівання, що важливо для тривалого зберігання.

6. Підготовка до сортування: машина може виконувати попереднє сортування зерна за розміром, формою та щільністю, що полегшує його подальшу обробку.

Будова зерноочисної машини МОЗП-25:

1. Скребкові живильники – забезпечують збирання зернового матеріалу під час переміщення машини вздовж зернової купи та направляють його до труби (піднімальної) завантажувача.

2. Піднімальна труба завантажувача – транспортує зерно до розподільного шнека.

3. Шнек розподільний рівномірно розділяє зерно за всією шириною камери.

4. Розподільчий пристрій – поділяє на 2 частини (рівних) зерно, потім направляє його в повітряні канали.

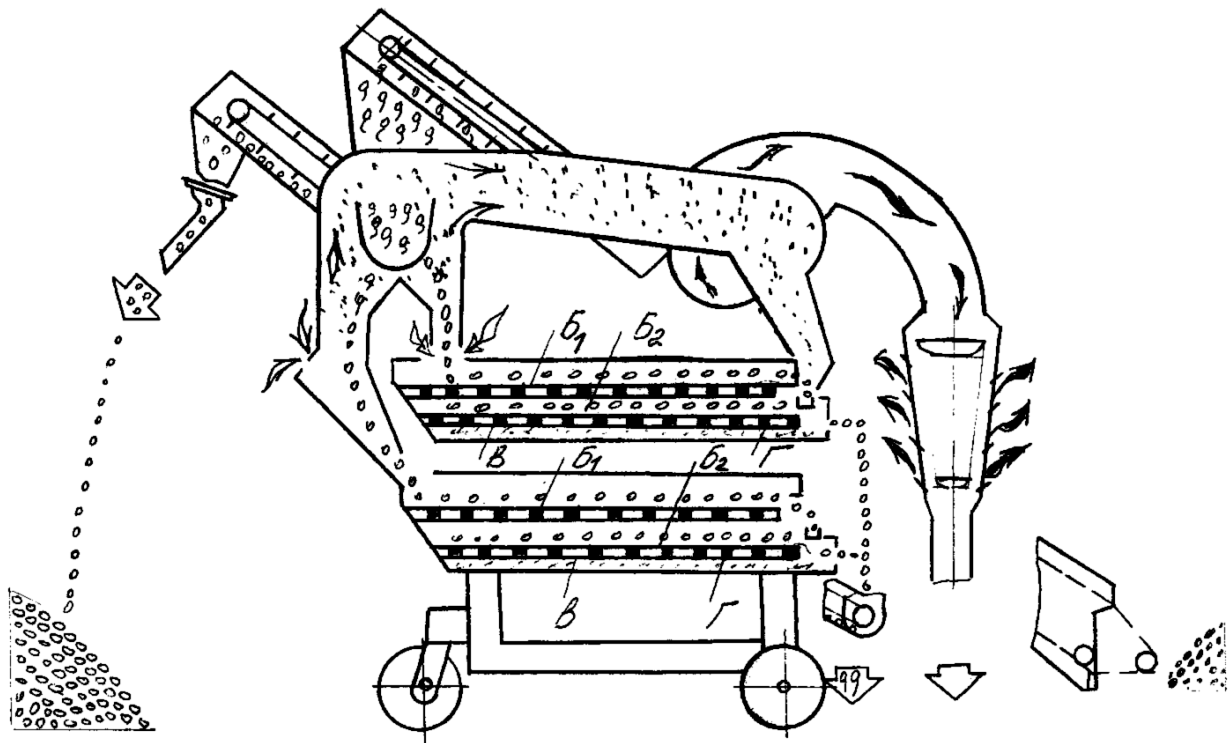
5. Повітряні канали з вентилятором – створюють потік повітря для видалення легких домішок.

6. Пневмотранспортер – відводить легкі домішки.

7. Відстійна камера – відокремлює більші домішки від зерна.

8. Решітні стани (верхній і нижній) – забезпечують остаточне очищення зерна. Очищається зерно в них однаково.

Технологічна схема роботи зерноочисної машини (МОЗИ-25) показана на рис.1.1








- 
основний потік зерна;

підсів, крупні та дрібні домішки;
- 
легкі домішки;

відпрацьоване повітря;
- 
чисте повітря.

Рисунок 1.1- Технологічна схема роботи машини МОЗП-25

Решето Б виконує функцію сортувального механізму, розділяючи зерно на дві окремі фракції залежно від їх складу та розміру. Завдяки правильно підібраним отворам, решето Б1 ефективно пропускає зерно з дрібними домішками, тоді як зерно з крупнішими домішками пропускається на решето Б2.

Цей механізм забезпечує оптимізацію роботи машини, створюючи більшу однорідну фракцію зерна. Одночасна робота решіт Б1 і Б2 дозволяє підвищити продуктивність, мінімізуючи витрати часу та зусиль на сортування. Такий метод сортування сприяє забезпеченню високої якості та ефективності виробничого процесу.

Решета В і Г видають зерновий матеріал із дефектами, такими як щупле чи побите зерно, що пройшло через решето В. Ці решета мають подібні відкриття й працюють у режимі послідовності. Крупні домішки, які відфільтровані решетом

Б2, надходять на решетування В та Г, де вони додатково сортуються і виводяться до шнека фуражних відходів.

Чисте зерно, відсіяне на решеті Г, направляється до заднього приймача, який транспортує його шнеком до головки (нижньої) відвантажувача.

Транспортер відводить чисте (відокремлене) зерно із машини МОЗП-25 та направляє або до кузова автомобіля, або формує зернову купу позаду машини. Легкі домішки, які видаляються за допомогою повітряного потоку, пневматичний конвеєр транспортує до спеціально відведеної зони.

Відходи, такі як дрібні домішки, пошкоджені чи щупле зерно, а також великі сильні елементи, усуваються шляхом сортування на решетах. Легкі домішки відділяються від загального зернового потоку шнеком та укладаються до фуражних відходів.

Машина МОЗП-25 має пристрій, що стабілізує зерноподачу в машину при автоматичному регулюванні механізмів самоходу.

Щоб забезпечити оптимальні санітарно-гігієнічні умови для персоналу, який обслуговує машину, важливо встановити її так, щоб робочий шлях її був орієнтований за напрямком вітру. Ключовим фактором для нормальної роботи машини має бути зформований очищувальний ворох шириною до 4500 мм, що досягається, коли розташувати машину на одну лінію вздовж усього вороху.

Недотримання цих вимог, наприклад, розміщення машини в шаховому порядку або їх збирання в одному місці, створює потребу в додатковій робочій силі, порушує технологічний процес очищення, ускладнює переміщення очищеного матеріалу, фуражних відходів і легких домішок. Це також знижує продуктивність машини, що в результаті негативно впливає на її економічну ефективність.

Завантажувальний транспортер, що складається з транспортера(похилого) та 2-х скребкових живильників, які розташовані Т-подібно, має ширину захвату - 4500 мм, а живильники повністю копіюють, завдяки шарнірам, поверхню току. Регулювання подачі зерна в машину МОЗП-25 через транспортер проходить за допомогою автоматичного пристрою, що встановлений на ньому та має

електромеханічний зв'язок з механізмами самопересування машини. Залежно від подачі зерна, він зупиняє машину.

Зерноочисна машина має два паралельно функціонуючі решітні стани (верхній, нижній), вони однакові. Зерно поділяється на 2 рівні частини в приймальній камері автоматично. Кожна частина очищається через решітні стани: перша-через верхній, друга-через нижній. В одному стані - 4 решета: *Б1*, *Б2*, *В* та *Г*, які розділяють зерновий матеріал за фракціями, що виводяться у приймальники та лотки. Решета очищують щітками, що встановлені під решетами та щільно прилягають них.

2 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ

2.1 Технологічний розрахунок решет зерноочисної машини [1, 4,7,8]

Якщо продуктивність 25 тон за годину з розмірами полотна решітки шириною 990мм та довжиною 790мм, знайдемо навантаження:

$$q_F = \frac{Q}{S_3}, \quad (2.1)$$

де Q – продуктивність зерноочисної машини, т/год;

S_3 – загальна площа зерноочисних решет, дм².

$$q_F = \frac{25 \cdot 10^3}{626,0} = 40,0 \text{ кг}/(\text{год хдм. кв})$$

Кількість решітних станів – 2. Питоме завантаження решіт $q_{\text{в}} = 1000$ кг/(год·дм). За рекомендаціями приймаємо для решіт всіх типів кут нахилу $\alpha=8^\circ$; кут напрямку коливань $\beta = 15^\circ$; повноту розділення $\varepsilon = 0,75$.

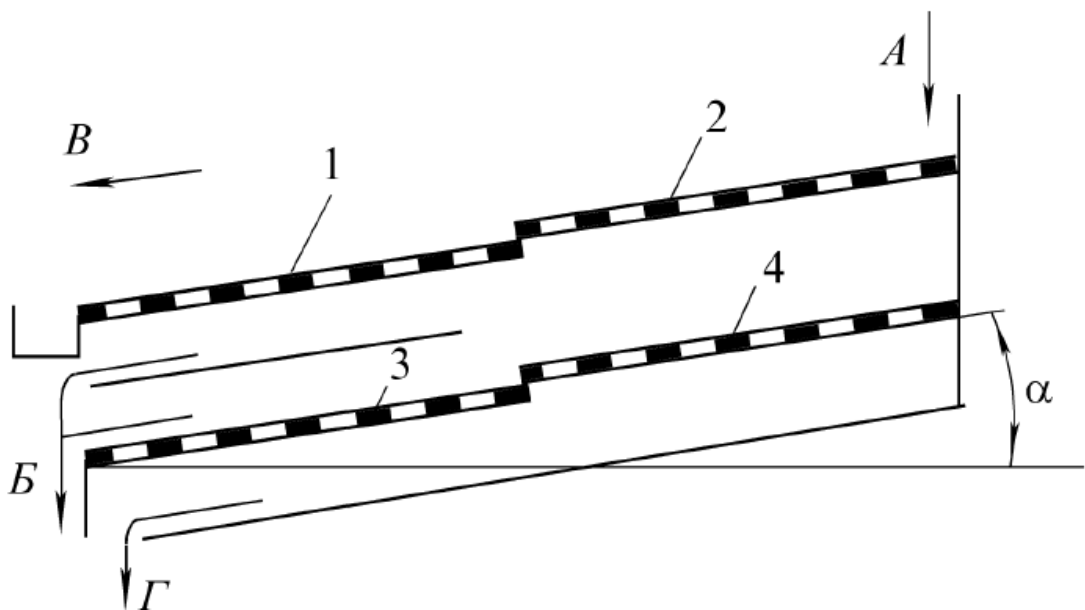


Рисунок 2.1 -Схема розташування решет зерноочисної машини:

1 – решето для відокремлення крупних домішок; 2 – решето розвантажувального пристрою; 3 – підсівне решето; 4 – сортувальне решето; А– вихідний зерновий матеріал; В – очищене зерно; В – крупні домішки; Г – дрібні домішки; α – кут нахилу решета

Оптимальне значення прискорення решіт зерноочисної машини розраховується так:

$$j_0 = 4,2 \sqrt{\frac{q_B}{\gamma}}, \quad (2.2)$$

де γ – кут між напрямком коливань решітного стану та площиною решета.

$$\gamma = \alpha + \beta = 8 + 15 = 23 \text{ град}$$

Оптимальне значення прискорення отримаємо за формулою

$$j_0 = 4,2 \sqrt{\frac{1000}{23}} = 27 \text{ м/сек}^2.$$

Задаємо збільшення амплітуди коливання прискорення решіт, тоді визначимо значення коливань:

$$A = e \times k, \quad (2.3)$$

де e – ексцентриситет ексцентрика приводу решета, $e = 0,0075$ м;

k – коефіцієнт, який враховує коливання рами машини, що завжди мають місце, (залежить від величини оптимального прискорення), $k = 1,3$.

Тоді знаходимо амплітуду коливань

$$A = 0,00750 \times 1,30 = 0,01 \text{ м}$$

Частоту коливань станів решіткових визначаємо так

$$n = \sqrt{\frac{90 j_0}{A}}, \quad (2.4)$$

$$n = \sqrt{\frac{90 \cdot 27}{0,01}} = 493 \text{ кол/хв.}$$

Зрівнювання маси коливання решітних станів у машині створюється через передачу руху від ексцентриків, встановлених на ексцентричному валу, до решітних станів за допомогою шатунів, які приводяться в рух головним ексцентриковим валом. Решітні стани рухаються протилежно -це зрівнює інерційні сили.

Проводимо розрахунок підвіски, якщо матеріал підвіски візьмемо дуб, а кріплення жорстке до рами та решіт.

$$\Delta = l \sqrt{\frac{G \cdot \cos \beta}{3i \cdot A \cdot b \cdot E}}, \quad (2.5)$$

Рисунок 2.2 - Кінематична схема решета

- де l – довжина підвіски, м, (приймаємо $l = 0,6$ м);
 G – вага решітного стану із зерном, $G = 280$ кг;
 i – кількість підвісок, $i = 4$ шт;
 b – ширина підвіски, $b = 0,06$ м;
 E – модуль пружності дубових підвісок, $E = 100000$ кг/см².

Знайдемо товщину підвіски

$$\Delta = 60 \sqrt{\frac{280 \cdot 0,965}{3 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 100000}} = 3,8 \text{ мм.}$$

Прийmemo товщину 4 міліметра.

Проведемо розрахунки на міцність, визначимо напруження (допустиме) на згинання.

$$\sigma_{зг} = \frac{3\Delta AE}{l^2} \quad (2.6)$$

Підставивши значення, знайдемо допустиме напруження (згину)

$$\sigma_{зг} = \frac{3 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 100000}{60^2} = 33,3 \text{ кг/см}^2.$$

Підвіски також розтягуються, це проходить під впливом ваги (складової) решіт. Отже таке напруження знайдемо за формулою:

$$\sigma_p = \frac{G \cdot \cos \beta}{i \cdot b \cdot \Delta}, \quad (2.7)$$

Тоді

$$\sigma_p = \frac{280 \cdot 0,965}{4 \cdot 6 \cdot 0,4} = 28,1 \text{ кг/см}^2.$$

Сумарне напруження підвісок решітних станів $[\sigma] = 80 \text{ кг/см}^2$.

$$\sigma < [\sigma]$$

$$61,4 \text{ кг/см}^2 < 80 \text{ кг/см}^2.$$

Якщо підвіска відповідає вимогам міцності, то прийнемо її товщину 4 мм, амплітуду - $A=10$ мм, а частоту - $n=493$ коливань за хвилину.

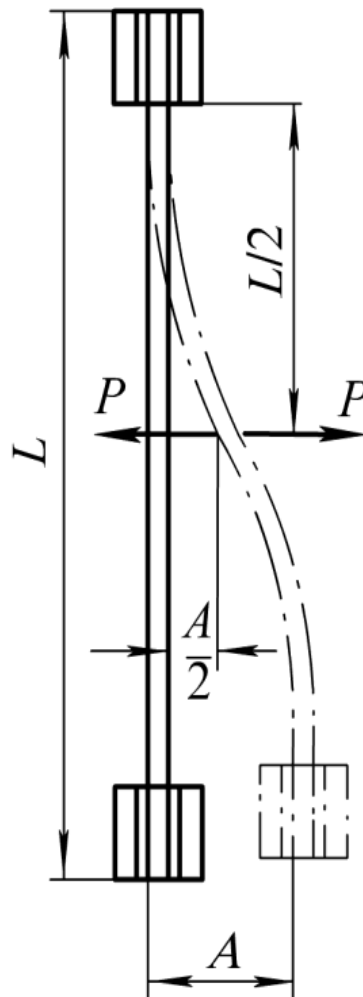


Рисунок 2.3 - Розрахункова схема підвіски решітного стану

2.2 Технологічний розрахунок скребкового транспортера [4]

Розрахуємо скребковий транспортер, виготовленим із прорізної тканини, із безкінцевим ланцюгом. Транспортер переміщує зерно скребками в середині жолоба. Його продуктивність відповідає продуктивності зерноочисної машини МОЗП-25, пропускна здатність транспортера забезпечує 100% завантаження.

$$Q_{\text{тр}} = Q = 25 \text{ т/год.}$$

Транспортер завантажує зерновий ворох у вікно камери (завантажувальної) нижньою ланкою, що знаходиться в жолобі верхньої частини. Знайдемо розміри цього вікна.

$$l = V \sqrt{\frac{2H \cos \varphi}{g \cos(\alpha + \varphi)}}, \quad (2.8)$$

де g – прискорення сили тяжіння, м/с²;
 V – лінійна швидкість ланцюга завантажувального транспортера, м/с;
 H – висота скребка транспортера, м;
 φ – кут тертя зернового матеріалу об скребок;
 α – горизонтальний кут нахилу транспортера.

$$l = 3,9 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,1 \cdot \cos 15^\circ}{9,8 \cdot \cos(45^\circ + 15^\circ)}} = 0,788 \text{ м.}$$

Знайдемо ширину жолоба

$$\Pi = 3600 \cdot F \cdot V \cdot v_p = 3600 \cdot B \cdot h \cdot \psi \cdot k_p \cdot V \cdot v_p \quad (2.9)$$

де B і h – висота і ширина жолоба транспортера, м;
 ψ – коефіцієнт заповнення жолоба.

$$B = \sqrt{\frac{3,2\Pi}{3600 \cdot \psi \cdot k_p \cdot V \cdot v_p}}, \quad (2.10)$$

Тоді

$$B = \sqrt{\frac{3,2 \cdot 25}{3600 \cdot 0,55 \cdot 0,85 \cdot 3,9 \cdot 0,9}} = 0,165 \text{ м.}$$

Ширину жолоба прийемо згідно стандартного ряду – $B = 200,0$ міліметрів.

Так як $\frac{B}{h} = (2,4...4)$, (приймаємо $\frac{B}{h} = 3,2$), то висота жолоба $h = \frac{B}{0,32}$.

$$h = \frac{0,2}{0,32} = 0,063 \text{ м.}$$

За стандартним рядом – висота 63 міліметра.

Розрахуємо висоту скребка транспортера. Згідно рекомендацій:

$$h_c = h + (25...50) \text{ мм,}$$

Отже,

$$h_c = 63 + 30 = 93 \text{ мм.}$$

Згідно стандартного ряду приймемо висоту 100 міліметрів.

Визначимо крок, за яким розташовуються скребки.

$$t_c = (2...4)h_c, \text{ мм.}$$

$$t_c = 2 \cdot 100 = 200 \text{ мм.}$$

Знайдена відстань між такими скребками та ширина жолоба, повинні відповідати таким вимогам:

$$t_c \geq 1,5a_{\max}; B \geq k_c a_{\max}.$$

Отже,

$$200 \geq 1,5 \cdot 6 = 9; 200 \geq 2,25 \cdot 6 = 13,5.$$

Відповідно до наведених вище розрахунків, конструкція транспортера відповідає вимогам. Тому, транспортер завантажувальний приймаємо за розрахованими параметрами.

2.3 Кінематичний розрахунок приводу транспортера [4]

Проведемо розрахунки, що мають за мету визначити кінематичні характеристики. Вони складаються із аналізу передач, а також встановлюються передаточні відношення для приводу транспортера.

Кутова швидкість валу (приводного) транспортера знаходиться за формулою:

$$\omega = \frac{V}{R}, \quad (2.11)$$

де V – лінійна швидкість транспортної стрічки, м/с;
 R – радіус приводної зірочки стрічки транспортера, м.

Тоді

$$\omega = \frac{33,9}{0,105} = 37,14 \text{ с}^{-1}.$$

А лінійна швидкість стрічки транспортера знаходиться за формулою:

$$V = \frac{\pi n R}{30}, \quad (2.12)$$

де n – кількість обертів приводного вала;
 R – радіус приводної зірочки, м.

Тоді

$$V = \frac{3,14 \cdot 360 \cdot 0,105}{30} = 3,9 \text{ м/с.}$$

Знаходимо кількість обертів

$$n = \frac{20\omega}{\pi}, \quad (2.13)$$

де ω – кутова швидкість вала приводу завантажувального транспортера, с^{-1} .

$$n = \frac{20 \cdot 37,14}{3,14} = 354,8 \text{ хв}^{-1}.$$

Щоб знайти діаметри шківів (ведучого та веденого), необхідно спочатку розрахувати передаточне число:

$$i = \frac{n_{\partial\epsilon}}{n_1}, \quad (2.14)$$

де $n_{\partial\epsilon}$ – кількість обертів приводного двигуна, хв^{-1} ;
 n_1 – кількість обертів вала приводу транспортера, хв^{-1} .

$$i = \frac{954,8}{960} = 0,37.$$

За передаточним числом виберемо діаметри шківів. Такому передаточному відповідає діаметр шківа двигуна – 180 міліметрів, а діаметр шківа валу знайдемо за формулою:

$$D_{mp} = \frac{D_{дв}}{i}, \quad (2.15)$$

$$D_{mp} = \frac{180}{0,37} = 468 \text{ мм.}$$

Згідно стандартного ряду, прийємо діаметр валу приводу - 475 мм Схему приводу транспортера показано на рис. 2.4

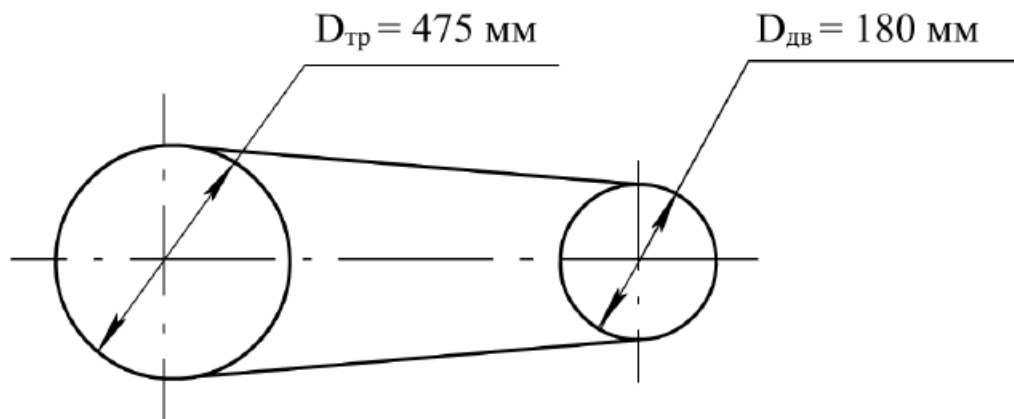


Рисунок 2.4 – Схема приводу завантажувального транспортера.

Визначимо оберти валу (ведучого)

$$n_{mp} = n_{дв} \cdot i,$$

де $i = D_{дв} / D_{mp} \cdot i = 180 / 475 = 0,37.$

Отже,

$$n_{mp} = 960 \cdot 0,37 = 355 \text{ хв}^{-1},$$

Це значення має не значне відхилення від необхідного для роботи (нормальної) транспортера для завантаження матеріалу.

Оскільки, вентилятор працює від цього двигуна, то щоб забезпечити необхідну подачу повітря, турбіна даного вентилятора повинна мати частоту $n = 1180 \text{ хв}^{-1}$. Швидкість руху двигуна складає – 960 хв^{-1} .

Діаметр шківа(приводного) двигуна -280 міліметрів. Знайдемо діаметр (шківа) вентилятора

$$D_{\varepsilon} = D_{\partial\varepsilon} \cdot i, \quad (2.16)$$

де $i = \frac{n_{\partial\varepsilon}}{n_{\varepsilon}}$.

$$i = \frac{960}{1180} = 0,81.$$

$$D_{\varepsilon} = 280 \cdot 0,81 = 224,7.$$

Згідно стандартного ряла приймемо діаметр шківів 236 міліметрів.

Знаходимо значення обертів (дійсне) вентилятора:

$$n_{\varepsilon} = n_{\partial\varepsilon} \cdot i, \quad (2.17)$$

де $i = \frac{D_{\partial\varepsilon}}{D_{\varepsilon}};$

$$i = \frac{280}{236} = 1,18$$

$n_{\varepsilon} = 960 \cdot 1,18 = 1132 \text{ хв}^{-1}$, що не значно відрізняється від необхідної кількості обертів валу вентилятора.

2.4 Розрахунки деталей на міцність

Наведемо схему для розрахунків валу транспортера завантаження, яка представлена на рис. 2.5. Спершу будемо визначати зусилля, що діятимуть на вал приводу транспортера.

Знайдемо крутний момент

$$T = \frac{\eta N}{\omega}, \quad (2.18)$$

де N – потужність приводу, Вт;

ω – кутова швидкість приводного вала, с^{-1} ;

η – коефіцієнт корисної дії пасової передачі, ($\eta = 0,94$).

Формула кутової швидкості валу приводу має вигляд:

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad (2.19)$$

де n – частота обертання вала приводного транспортера, с^{-1} , ($n =$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 355}{30} = 371 \text{ c}^{-1}$$

$$T = \frac{0,94 \cdot 3 \cdot 10^3}{371} = 87 \text{ H}\cdot\text{M}$$

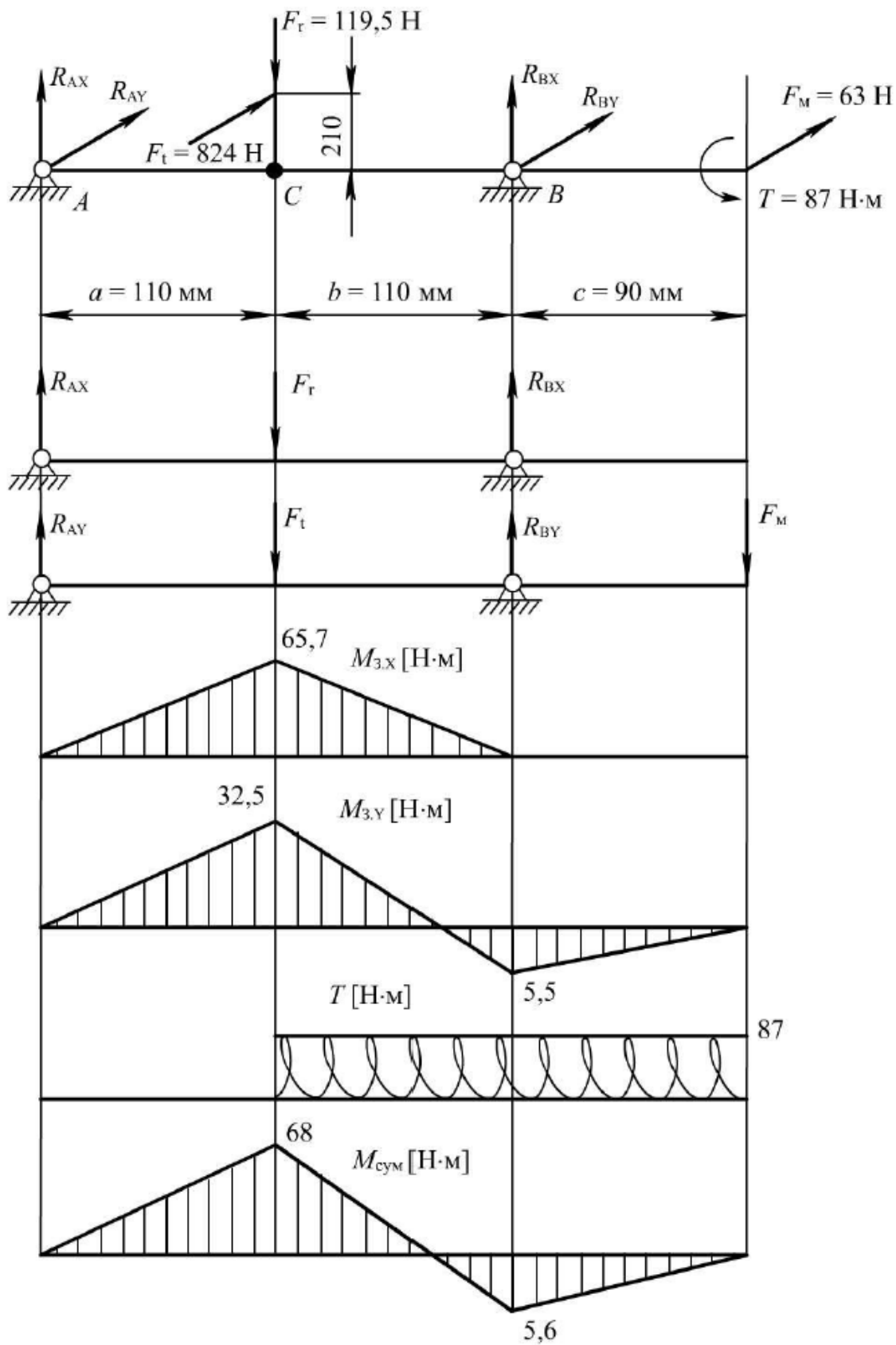


Рисунок 2.5 - Схема епюр згинальних моментів

Визначимо зусилля від натягу паска передачі (клиноременної), що діють на вал

$$F_m = 3S_0 \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right), \quad (2.20)$$

де α_1 – кут обхвату шківів пасом, град;

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \frac{D_{n_2} - D_{n_1}}{a},$$

де D_{n_2} – діаметр шківів вала транспортера, мм;

D_{n_1} – діаметр шківів двигуна, мм;

a – міжосьова відстань, мм;

S_0 – питома сила натягу пасу приводу транспортера, Н.

$$S_0 = \zeta_0 \cdot b, \quad (2.21)$$

де b – ширина пасу, мм, ($b = 14$ мм).

$$S_0 = 2,25 \cdot 14 = 31,5 \text{ Н.}$$

$$\alpha = 180 \cdot 60 \frac{475 - 180}{1310} = 166^\circ.$$

$$F_m = 2 \cdot 31,5 \sin\left(\frac{166}{2}\right) = 63 \text{ Н.}$$

Знаходимо зусилля, які діють на зірочку (приводну) стрічки транспортера

$$F_t = \frac{2N}{d_1}, \quad (2.22)$$

де T – крутний момент на приводному валу, Н·м;

d_1 – діаметр приводної зірочки, м.

$$F_t = \frac{2 \cdot 87}{0,21} = 824 \text{ Н.}$$

$$F_r = F_t \cdot \cos\beta, \quad (2.23)$$

де β – кут нахилу зубів на зірочці, град.

$$F_r = 824 \cdot 0,1450 = 119,5 \text{ Н.}$$

Складемо рівняння моментів (згинальних), щоб визначити реакції в опорах (точки А та В) підшипників, тоді знаходимо сили, які діють в площині Х

$$\begin{cases} \sum M_{AX} = 0; & F_r \cdot a - R_{BX}(a+b) = 0; \\ \sum M_{BX} = 0; & R_{AX}(a+b) - F_r \cdot b = 0; \end{cases}$$

$$R_{BX} = \frac{F_r \cdot a}{a+b} = \frac{119,5 \cdot 0,11}{0,22} = 59,75 \text{ Н};$$

$$R_{AX} = \frac{F_r \cdot b}{a+b} = \frac{119,5 \cdot 0,11}{0,22} = 59,75 \text{ Н};$$

Знаходимо дію сил в площині Y

$$\begin{cases} \sum M_{AY} = 0; & F_t \cdot a - R_{BY}(a+b) - F_m(a+b+c) = 0; \\ \sum M_{BY} = 0; & R_{BY}(a+b) - F_t \cdot b + F_m \cdot c = 0; \end{cases}$$

$$R_{AY} = \frac{F_t \cdot b - F_m \cdot c}{a+b} = \frac{824 \cdot 0,11 - 63 \cdot 0,09}{0,22} = 386 \text{ Н};$$

$$R_{BY} = \frac{F_t \cdot a - F_m \cdot (a+b+c)}{a+b} = \frac{824 \cdot 0,11 - 63 \cdot 0,31}{0,22} = 323 \text{ Н}.$$

Знаходимо діаметри вала приводу

$$d = \sqrt{\frac{M_{екв.III}}{0,1[\sigma_{-1}]}} \quad (2.24)$$

де $M_{екв.III}$ – еквівалентний згинальний момент у небезпечному перерізі, Н·м;

$[\sigma_{-1}]$ – допустиме напруження на згинання, Н/мм², (для сталь 45 – $[\sigma_{-1}] = 180$ МПа.

Знаходимо згинальний момент (еквівалентний) (третья гіпотеза міцності)

$$M_{екв.III} = \sqrt{M_{сум}^2 + T^2} \quad (2.25)$$

де $M_{екв.III}$ – сумарний згинальний момент, Н·м;

$$M_{екв.III} = \sqrt{68^2 + 87^2} = 110,5 \text{ Н·м}.$$

$$d = \sqrt{\frac{110,5 \cdot 10^{-3}}{0,1 \cdot 180 \cdot 10^{-6}}} = 0,024 \text{ м}.$$

Отже, відповідно проведених розрахунків:

Діаметр посадки:

- зірочки – 25 міліметрів,
- підшипника $-dn = dz - 5,0 = 20,0$ (мм),
- шківів - $d_{ш} = dn - 5,0 = 15,0$ (мм)

Висновки

Головним робочим органом машини МОПЗ-25 для очистки зерна є решето, від ефективності роботи якого залежить загальна продуктивність і якість функціонування машини.

Проведені розрахунки підтвердили перспективність вибраного напрямку вдосконалення конструкції решета.

Застосування запропонованих удосконалень дозволяє підвищити ефективність сортування зернового матеріалу, що позитивно впливає на точність очищення.

Удосконалена конструкція сприяє зниженню витрат зерна та домішок, забезпечуючи раціональне використання ресурсів.

Впровадження запропонованих рішень забезпечує значний економічний ефект за рахунок підвищення продуктивності, зниження витрат і покращення кінцевої якості продукції.

Таким чином, вдосконалення робочого органу зерноочисної машини є доцільним і підвищує ефективність її роботи.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

МОЗП-25

3.1 Огляд конструкцій решет зерноочисних машин [4, 10,11]

Запорукою стійкого аграрного розвитку – є впровадження високоефективної, сучасної техніки, яка сприяє не лише підвищенню продуктивності праці, а й суттєвій економії матеріальних і енергетичних ресурсів.

Найпоширенішим способом очищення, а також розділення і сортування зернового матеріалу є застосування зерноочисних машин різного конструктивного виконання основного робочого органу – решета. Різноманітність конструкцій таких решіт (рис. 3.1) зумовлена тим, що зерно різних с.-г. культур відрізняється формою та фізико-механічними властивостями, що значно впливає на процес розділу.

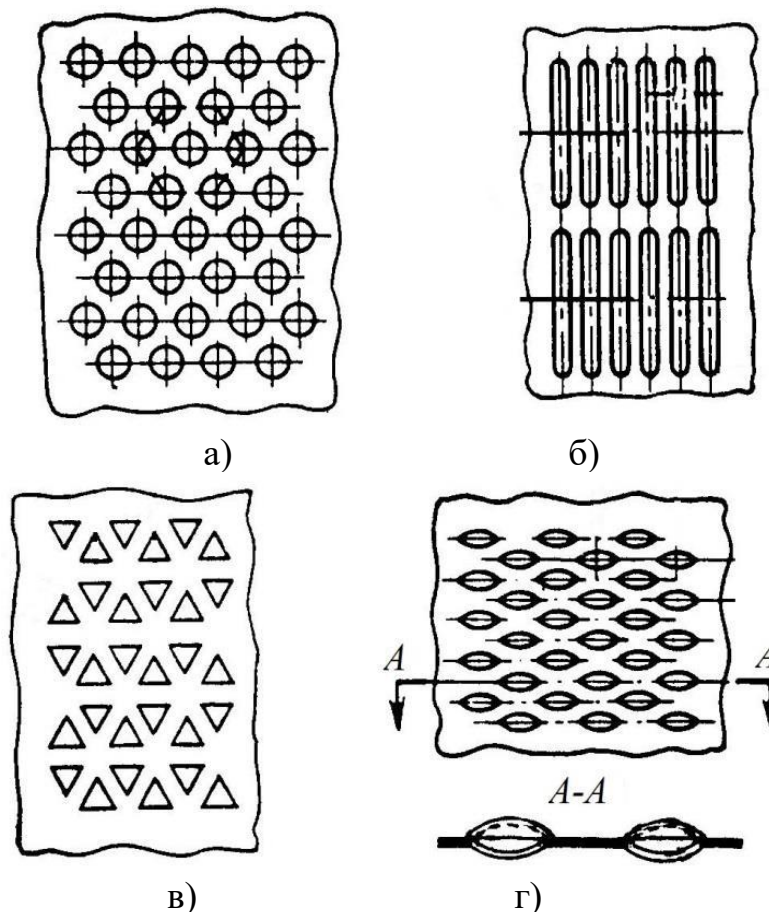


Рисунок 3.1 – Схеми найбільш поширених решіт зерноочисних машин:

а – з круглими отворами; б – з продовговуватими отворами; в – з трикутними; г – за формою насіння

Для підвищення ефективності роботи машин для очистки зерна були створені решітки з безперервними струнами (паралельними) без поперечних перегородок. Це дозволило збільшити активну площу решітки, що сприяло зростанню її продуктивності. Проте через значні габарити та складність у експлуатації такі решітки не набули широкого поширення.

Особливу увагу привертає гофроване решето (рис. 3.2). При дослідженні виявили, що завдяки оптимальній геометрії перетинок гофрованого решета підвищується швидкість орієнтації зернового матеріалу і збільшується площа перерізу (активного), що дозволило збільшення продуктивності очищення пшениці у два - три рази, якщо порівняти із решетами звичайної форми. Ці дослідження дали змогу створити численні гравітаційні сепаратори, які використовуються в потоковій лінії на підприємствах, де проводиться післязбиральна обробка зерна. Їхня перевага полягає в тому, що очищення здійснюється за рахунок енергії зерна, піднятого на певну висоту, без додаткового використання енергії джерел із зовні.

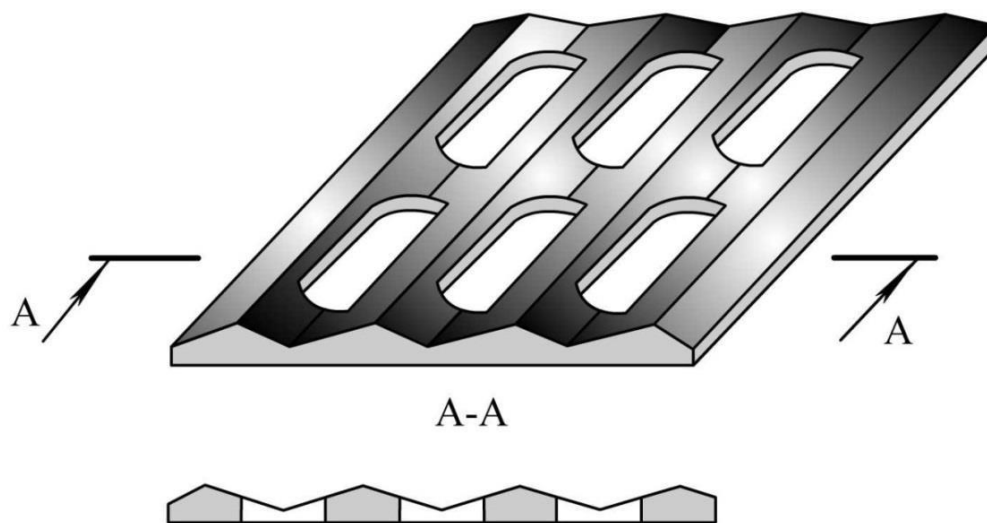


Рисунок 3.2 – Гофроване решето

Використання перфорованих решіт для розділення зерна супроводжується проблемою очищення щілин від застряглого зерна, що значно знижує ефективність проходження процесу. Підвищена швидкість руху зернового матеріалу лише ускладнює ситуацію, сприяючи переносу дрібних часток разом із збільшеними, що приводить до неправильного розподілу необхідної фракції. Запропоновані рішення, наприклад, застосування над

решетом гнучких елементів, не усувають ці недоліки, а лише ускладняють конструктивно зерноочисну машину.

Спроби впровадження підпружинених решет, які коливаються під впливом зерна, що рухається, також не дали значного приросту ефективності сепарації. Хоча такі вдосконалення покращили роботу системи, кардинального підвищення ефективності досягнуто не було.

3.2 Аналіз та вдосконалення конструкції зерноочисної машини

Щоб визначити оптимальні напрямки вдосконалення та розробки решітних полотен для розділу зерна, а також знизити енергетичні витрати на роботу машини, потрібно проаналізувати весь процес її роботи, що споживає енергію, як показано на рис.3.3

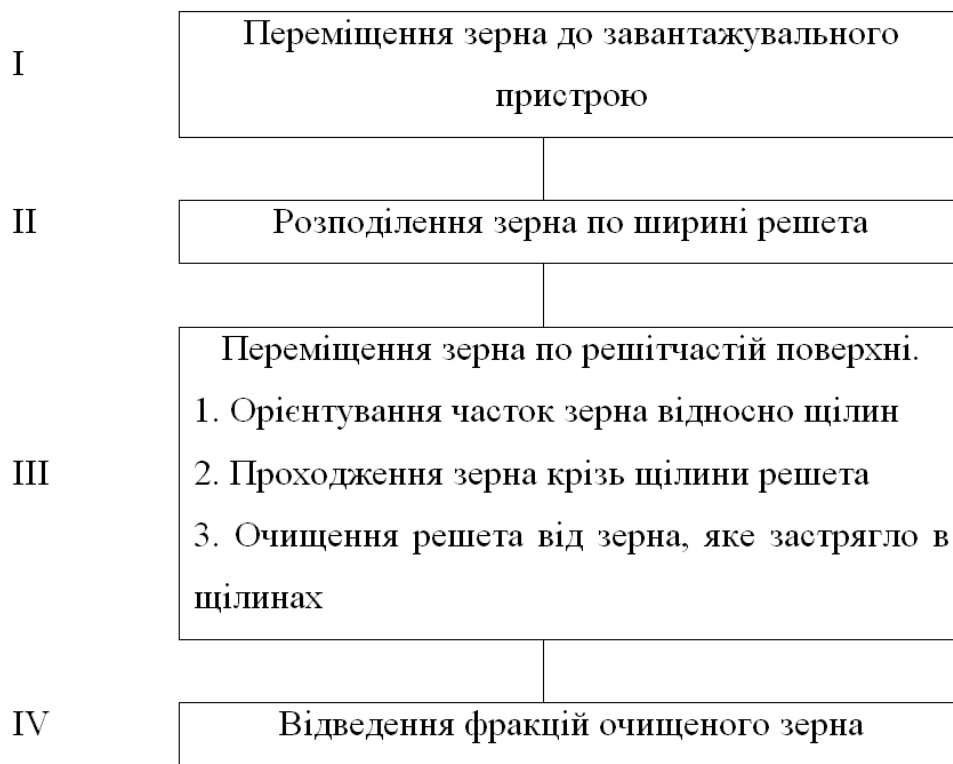


Рисунок 3.3 – Витрати енергії на роботу вузлів і механізмів зерноочисної машини

За результатами аналізу видно, що одним із можливих рішень проблеми самоочищення решета можна використати конструкцій з щілинами нескінченними, з поступовим збільшенням ширини яких у напрямку руху оброблюваного матеріалу. Однак складність полягає у виготовленні таких решіт

і недостатня ефективність у розділенні зернового матеріалу обмежують їх широке впровадження у виробництво.

Ми прийшли до думки, що найбільш перспективною буде конструкція решета, яке ми пропонуємо (рис. 3.4). Таке решето має декілька каскадів, які створені повздовжньо з прутків різного діаметру d_1 , d_2 , d_3 , що зігнуті в кінці та між собою скріплюються осями з шайбами (калібруючими). Така конструкція має переваги.

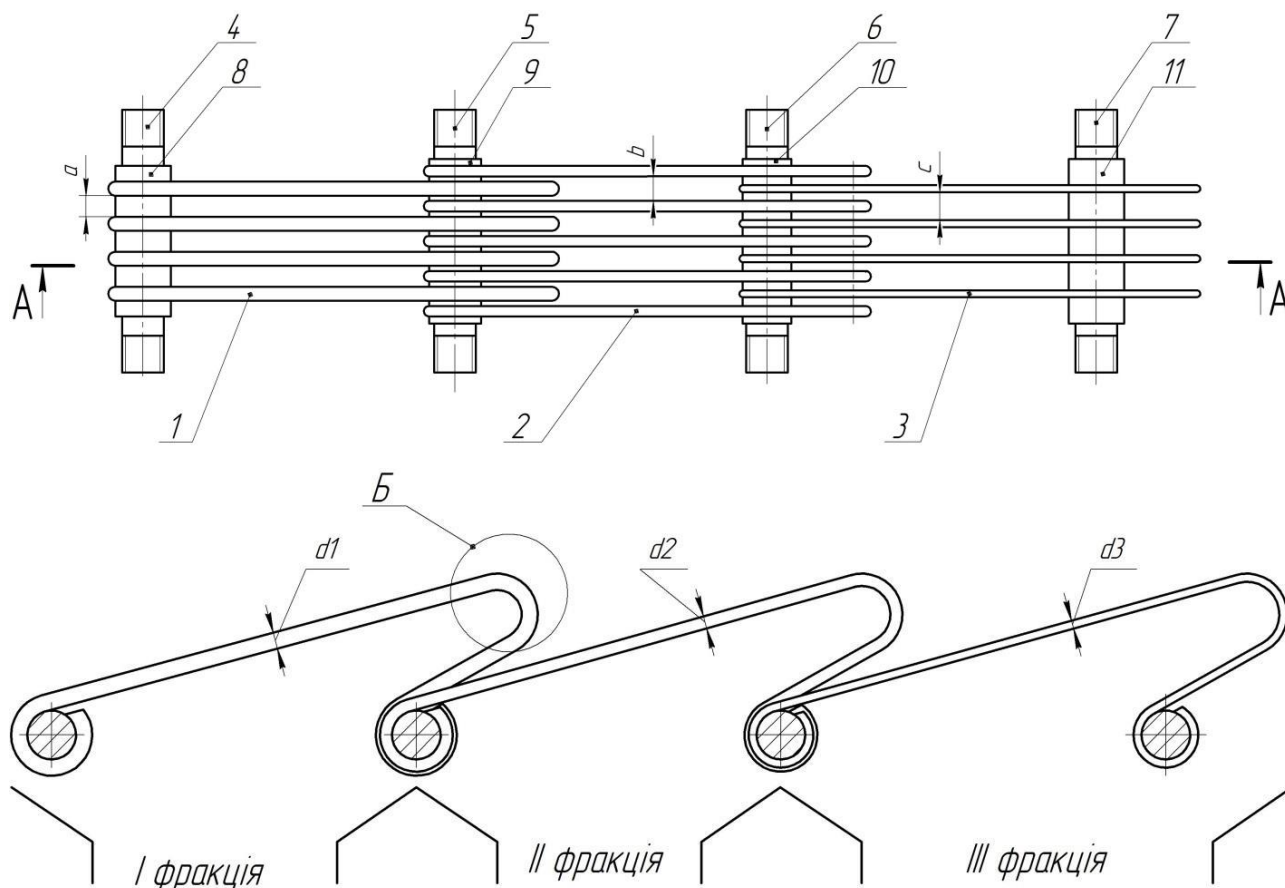


Рисунок 3.4 – Решето: 1, 2, 3 – повздовжні прутки; 4, 5, 6, 7 – осі; 8, 9, 10, 11 – калібруючі шайби

По-перше, зменшення діаметру стержнів в кожного наступного каскаду, а це збільшить ширину щілин a , b , c , що робить, при сортуванні зерна по розміру, решето більше ефективним.

По-друге, представлена на рис. 3.4 конструкція дає змогу збільшити точність та калібрування щілини. В наслідок послідовного зменшення діаметра стержнів, ширину щілин можливо швидко налаштувати відповідним чином до

потреби виробника. До того ж, дана конструкція міцна і довговічна, оскільки стержні з'єднані між собою осями, що забезпечує високу стійкість та надійність в роботі навіть за умов значних навантажень.

З огляду на це вважаємо, що запропонована нами конструкція решета має значний потенціал і може мати широке застосування в аграрному господарстві та інших сферах, де важливо забезпечити ефективне сортування матеріалів за розмірами.

Зерновий матеріал, що направляється на розподіл, спершу направляється на 1 каскад решіт, де частинки матеріалу розміром меншим, ніж розмір щілини, проходить крізь неї (фракція I), далі направляються до наступного каскаду. Там зернята відокремлюються до розмірів щілин (відповідно) (фракції II, III). Ті частинки, що не відокремились на решеті, мають відводитись з нього (фракція IV).

Під дією ваги оброблюваного матеріалу, прямокутні прутки, що складають решето, згинаються хаотично в місці згину. Це призводить до розширення щілин в напрямку руху матеріалу і природного самоочищення решета.

Вага зернового матеріалу, що проходить обробку, діє на прямокутні прутки, що формують решето, так, що вони хаотично згинаються в зоні перегину. Це спричиняє розширення щілин у напрямку руху зерна та забезпечує природне самоочищення решіт.

Запропонована конструкція решета дозволяє ефективно розділяти і матеріали, що проходять очистку, на кілька фракцій, забезпечуючи автоматичне очищення щілин. Проте її конструкція є значно складнішою порівняно з варіантами традиційними, що потребує суттєвої модифікації зерноочисної машини для впровадження. До того ж, якість розділення не завжди досягається, оскільки розширення прутків вкінці залишається не зовсім контрольованим.

Використання таких решіт із щілинами (повздовжніми), що розширюються у напрямку руху матеріалу, що обробляється, дає можливість автоматичного очищення та усунення проблеми часток, які близькі розмірам

щілини. їх застряганню. Це дає можливість відмовитися від додаткових очисних пристроїв, що споживають значну кількість енергії, спрощуючи процес обробки матеріалу та забезпечуючи енергоефективність у порівнянні із звичайними (традиційними) методами очистки. Розвиток і вдосконалення представленої технології відкриває нові перспективи при подальшому покращенні систем зерноочистки.

Решето, що пропонується, має вигляд набору стержнів (повздовжніх), які формують каскади зі щілинами, які в напрямку руху зерна розширюються, рис. 3.5. Особливістю конструкції є те, що розширення щілин відбувається за рахунок зміщення стержнів, зігнутих у кінцевій частині. При цьому розмір розширення щілин строго обмежується і не перевищує заданого значення, яке відповідає вимогам для конкретної сільськогосподарської культури.

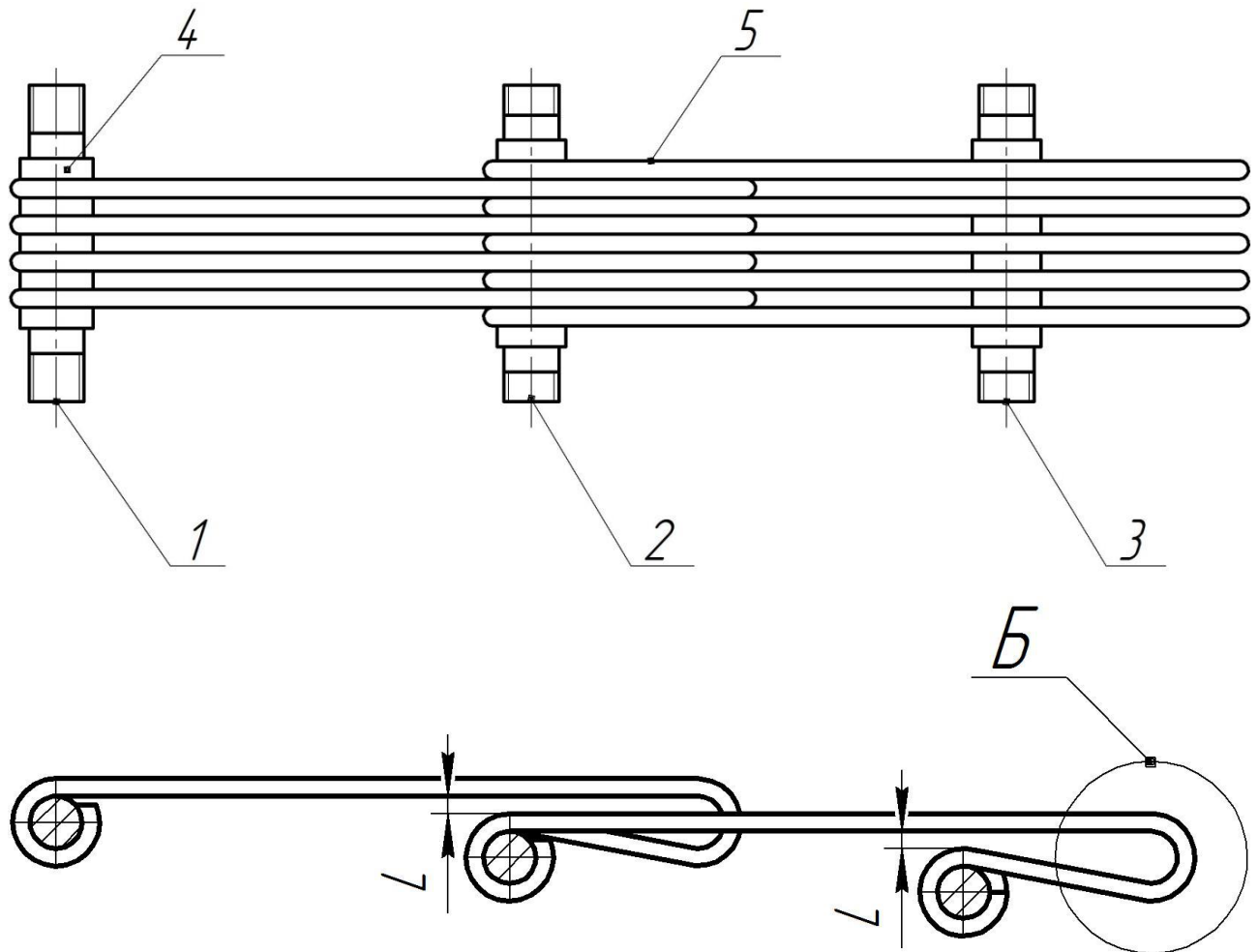


Рисунок 3.5 – Запропоноване решето: 1, 2, 3 – осі; 4 – калібруючі шайби;
5 – стержні

Решето складається з кількох каскадів, що утворені повздовжніми стержнями 1 і 2, зігнутими в кінцевій частині Б, та з'єднаними осями 1, 2, 3 і шайбами 4 (калібруючими). Завдяки вигину кінців стержнів, вони рухаються відносно один одного, а це дає можливість зміни ширини щілин. Величина L, що контролюється осями, обмежує розширення щілин.

Принцип роботи решета такий: зерно спочатку потрапляє на решето, потім проходить через щілини (що відповідають його розміру). Далі зерно на наступних каскадах відокремлюється згідно з шириною щілин, а не відокремлені частинки виходять з решета. Під дією ваги матеріалу, що обробляється, повздовжні стержні, з яких складається решето, згинаються у місцях згину Б, завдяки цьому щілини розширюються за напрямком руху зерна, а решето автоматично очищається.

Запропонована конструкція решета має ряд переваг порівняно з існуючими варіантами:

- складність конструкції зменшується та знижується потреба у використанні металу в машинах і подібних пристроях зерноочистки;
- зберігається можливість інтеграції цього типу решіт у традиційні зерноочисні машини без значних змін в їх конструкції;
- підвищується ефективність сортування та розділення матеріалів, що сприяє поліпшенню якості продукції.

Висновки

Використання запропонованого варіанту конструкції решіт - з повздовжніми щілинами, що мають змогу розширюватись за напрямком руху зернового матеріалу, створюють умови для самоочищення решіт, що в свою чергу, перешкоджає застряганню часток матеріалу, розміри яких близькі до щілин.

Використання запропонованих решіт дозволяє зменшити матеріалоемність зерноочисних машин на 10-12% порівняно з існуючими моделями, при цьому підвищується якість розділення зернових матеріалів на фракції на 14-16%.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Небезпечні і шкідливі фактори, які можуть виникнути під час експлуатації зерноочисної машини

При експлуатації зерноочисних машин можуть виникати різноманітні небезпечні і шкідливі фактори, які можуть впливати на здоров'я операторів та технічний стан обладнання. Важливою частиною забезпечення безпеки праці є виявлення та мінімізація цих факторів. Ось основні з них:

Механічні небезпеки:

✓ Велика кількість обертальних елементів, таких як валки, шківни, шестерні та ланцюги, може спричинити травми, якщо оператор або інші особи наближаються до них під час роботи. Потрапляння частин тіла в ці обертальні елементи приводить до травм, такі як переломи або відрізання частин тіла.

✓ Небезпека може виникнути через незакріплені або пошкоджені частини конструкції машини, які можуть привести до їхнього обрушення або виходу з ладу, що також несе загрозу для здоров'я операторів.

✓ У випадку, якщо зерно або інший матеріал застрягає в механізмах, оператор може бути змушений втручатися для очищення, що підвищує ризик травм через несподіваний рух елементів машини.

Електричні небезпеки:

✓ Проблеми з електричною проводкою можуть призвести до короткого замикання або ураження електричним струмом. Якщо машини не мають належної ізоляції або захисту, це може спричинити не лише відключення обладнання, але й серйозні травми для персоналу.

✓ Використання старого або пошкодженого електричного обладнання може спричинити перевантаження і перегрів, що підвищує ризик пожежі або ураження електричним струмом.

Шкідливі впливи на здоров'я:

✓ Зерноочисні машини можуть видавати високий рівень шуму, що перевищує допустимі норми, що, у свою чергу, призводить до слухових

порушень або загального фізичного та психологічного стресу. Тривале перебування в таких умовах без належного захисту приволить нервових розладів або втрати слуху..

✓ Вібрація від роботи механізмів зерноочисної машини може негативно впливати на здоров'я оператора, спричиняючи порушення кровообігу, проблеми з суглобами та м'язами, а також викликаючи хронічну втому.

✓ Під час роботи зерноочисної машини може виникати пил, що містить частинки зерна та іншого матеріалу, що обробляється. Постійне вдихання цього пилу може викликати захворювання органів дихання, включаючи бронхіт або навіть професійну хворобу — сільськогосподарський астму.

Пожежна небезпека:

✓ Оскільки зерноочисні машини зазвичай працюють на високих обертах, існує ймовірність виникнення іскор, особливо при терті металевих частин або у випадку перегріву. Це може призвести до загоряння зернових матеріалів або пального, що знаходиться в машині.

✓ Під час обслуговування чи ремонту зерноочисних машин може виникнути витік палива, що підвищує ризик виникнення пожежі.

Небезпеки при обслуговуванні та ремонті:

✓ При обслуговуванні машин можуть бути відкриті або рухомі частини, які при неналежному вимкненні обладнання або при неповному відключенні електроживлення можуть призвести до травм.

✓ Несправності механізмів і елементів машини, що не були вчасно виявлені або відремонтовані, можуть призвести до аварій та травм під час їхнього подальшого використання.

4.2 Заходи безпеки та охорони праці та вимоги до експлуатації зерноочисних машин

Необхідні заходи БП при експлуатації машин зерноочистки

- Постійний контроль за технічним станом зерноочисних машин, регулярний огляд і обслуговування механізмів.

- Використання засобів індивідуального захисту: захисних шоломів, навушників, рукавичок, спеціального взуття та одягу.
 - Встановлення на машинах автоматичних систем вимкнення при досягненні критичних показників температури, вібрації чи електричних навантажень.
 - Використання вентиляційних систем для зменшення концентрації пилу та інших шкідливих випарів у робочому середовищі.
 - Проведення навчання для операторів та обслуговуючого персоналу з питань безпеки та правильного використання зерноочисних машин.
- Належне виконання заходів охорони праці та своєчасна оцінка потенційних небезпек дозволяє зменшити ризики та забезпечити безпечну експлуатацію зерноочисних машин.

Вимоги безпеки до експлуатації зерноочисного устаткування

■ **Перед пуском конструкцій сепараторів та каменевідбірників потрібно переконатися:**

- у рівновазі кузова під час роботи на холостому ході
- у надійному утриманні решіткових рам
- у відсутності стуків та підвищеної вібрації

■ У каменевідбірниках і сепараторах з круговим поступальним рухом необхідно систематично перевіряти натяг тросів підвіски кузова

■ Корпуси та кузови сепаратора і каменевідбірника повинні заземлюватися

■ У виробничих спорудах елеваторів керування електродвигунами сепараторів, їх пуск і зупинку виконують із місцевого пульта, що знаходиться на поверсі, де розташований сепаратор

■ Радіальні або повздовжні бичі до вала і розеток потрібно закріплювати надійно, щоб виключити можливість їх відриву

■ **Для безпеки обслуговування:**

- лапки розеток не повинні виступати за кромки бичів
- головки болтів напівкруглі розташовуються зі сторони бичів
- гайки з контргайками – зі сторони лапок розеток

■ Перед надходженням зерна в оббивальні машини його необхідно очищати від металевих домішок

■ **Забороняється** під час роботи оббивальних машин проводити їхній ремонт та обслуговування

■ Між нерухомими частинами машини і пір'ям шнека повинні бути зазори, що виключають тертя між ними

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В результаті вдосконалення машини (зерноочисної) МОЗП-25 були внесені зміни до ключових вузлів, таких як решітна частина, завантажувальний транспортер і механізм очищення решет. Проведені дослідження призвели до наступних змін у конструкції: була оновлена конструкція решета, що забезпечує його автоматичне очищення. Це дозволило знизити масу машини на 54 кг (виключено механізм очищення), спростити систему приводу та зменшити потужність двигуна на 2,2 кВт.

Вдосконалена конструкція - привід транспортера для завантаження. Результат удосконаленого варіанту- виключає можливість його забивання .

Проведені зміни дали можливість скорочення часу на обслуговування (16 хв.) та 10 хв. в робочу зміну додалось для ліквідації можливої поломки та деформації.

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники машин, що порівнюються

№ п/п	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Машина	
			базова	удосконалена
1	2	3	4	5
1	Агрегаткування		Самохідна	
2	Кількість машин в агрегаті	шт.	1	1
3	Маса машини	кг	1915	1861
4	Маса покупних виробів	кг	870	876
5	Оптова ціна машини	грн.	26000	
6	Собівартість машини	грн.	19500	
6	Собівартість машини	грн.	19500	
7	Вартість покупних виробів у собівартості машини	грн.	10140	10197
8	Продуктивність машини за 1 годину основного часу	т/год.	25	
9	Коефіцієнт використання: – робочого часу – експлуатаційного часу		0,83 0,76	

1	2	3	4	5
10	Кількість обслуговуючого персоналу	люд.	1	1
11	Кількість найменувань оригінальних деталей, які розроблені в процесі модернізації	шт.		14
12	Кількість найменувань деталей в машині: – всього в тому числі: – оригінальних – стандартних	шт. шт. шт.	619 232 92	548 212 94
13	Кількість деталей в машині	шт.	1500	1483
14	Середньорічна програма випуску машин	шт.		600
15	Встановлена потужність електродвигунів	кВт	9,5	7,3

Вдосконалена зерноочисна машина показує підвищений техніко-економічний показник завдяки зниженню її ваги, що спричинило зменшення витрат на матеріали, а також завдяки підвищенню продуктивності за одиницю часу. Крім того, знизився час, необхідний для обслуговування, ремонту та усунення несправностей. Покращення у техніко-економічному аспекті також підкріплене загальним показником технічної ефективності, який перевищує одиницю.

Аналіз економічної вигоди від впровадження удосконаленої зерноочисної машини виявив, що вона перевершує базовий варіант за техніко-економічними параметрами, основними серед яких є зниження ваги та, відповідно, зменшення матеріалоемності та вартості. Результати розрахунків підтверджують, що модернізована зерноочисна машина володіє кращими техніко-економічними характеристиками, що дозволяє очікувати отримання економічної користі як для виробників, так і для споживачів при її запровадженні у виробничий процес.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Головним робочим органом зерноочисної машини є решето, тому саме від його ефективності буде залежати вся його робота. Обраний напрям вдосконалення решета зерноочисної машини є перспективним, так як при впровадженні запропонованих вдосконалень можна отримати значний економічний ефект.

1. Використання решіт з повздовжніми щілинами, які розширюються в напрямку руху матеріалу, створює умови для самоочищення решета, не дозволяючи часткам матеріалу, розмір яких близький до розміру щілин, застрягати в них.

2. Збільшення швидкості руху зерна по решету призводить до розтягування шару зерна і підвищення повноти виділення, але скорочує час перебування часток на решеті, що може зменшити ефективність розділення. Оптимальна швидкість руху зернової суміші по решеті знаходиться в діапазоні від 3 до 7 м/с.

3. Збільшення діаметра прутків на решеті зменшує ймовірність просіювання, тому мінімальні значення діаметру необхідно вибирати з урахуванням жорсткості решета.

4. Експлуатація зерноочисних машин супроводжується рядом потенційно небезпечних і шкідливих факторів, які можуть мати негативний вплив на здоров'я працівників та навколишнє середовище. В розділі виконаний аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути під час експлуатації зерноочисної машини. Розроблені рекомендовані заходи зменшення шкідливих факторів на працюючих й розроблені інструкція з охорони праці при виконанні робіт.

5. Аналіз економічної вигоди від впровадження удосконаленої зерноочисної машини виявив, що вона перевершує базовий варіант за техніко-економічними параметрами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Науково-технічне обґрунтування технології поліпшення біопотенціалу сільськогосподарських культур: монографія / Харченко С.О., Панкова О.В., Харченко Ф.М., Сировицький К.Г., Шуляк М.Л., Зубко В.М., Соколік С.П. – Харків: ФОП Панов А.М., 2023. – 157 с.
2. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артёмов, В. І. Мельник, В. В. Качанов, С. О. Харченко, [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.
3. Зубко В.М. Агроінжиніринг: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальностей 208 «Агроінженерія», 202 «Агрономія»/ В.М.Зубко - Суми: СНАУ, 2022.-468 с.
4. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки і зберігання врожаю (за ред. Халіна С. В., Лебедева С. А.) / [Колектив авторів]; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке, 2023. - 323 с.
5. Хомик Н.І., Ткаченко І.Г., Довбуш А.Д. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник до курсового проектування / Н. І. Хомик, І.Г. Ткаченко, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 100 с.
6. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навчальний посібник. – Університетська книга, 2020. – 543 с.
7. Машини і обладнання для зберігання та комплексної обробки зерна / А.С.Кобець, Ю.О.Чурсінов, С.А.Черних, М.П. Сабадаш, Н.В.Грекова, В.П. Канунніков – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2013.- с.766
8. Технічні засоби післязбиральної обробки насіння соняшнику. Монографія / Є. В. Михайлов, С. В. Кюрчев, О. С. Колодій, Н. О. Задосна, В. О. Верхованцева, Л. М. Чернишова, Н. О. Паляничка. Мелітополь. Видавничо-поліграфічний центр ТОВ «Форвардпрес», 2019. 203 с.
9. Харченко С. О. Концепція інтенсифікації процесів віброрешітного просіювання зернових сумішей : автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.05.11. Харків, ХНТУСГ, 2018 р. 40 с.

10. Основи теорії та технології повітряної сепарації зернових матеріалів: монографія / Б. І. Котов, С. П. Степаненко. Київ : ЦП Компрінт, 2023. 427 с.
11. Степаненко С. П. Механіко-технологічне обґрунтування процесів і обладнання безрешітного фракціонування зернових матеріалів: автореф. дис. ...докт. техн. наук: 05.05.11. Глеваха, 2020. 48 с.
12. Kharchenko, S., Samborski, S., Kharchenko, F., Kotliarevskiy, I. (2024). Determination of Hole Blocking Conditions for Perforated Sifting Surfaces. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 18(5), pp. 342–360. DOI:10.12913/22998624/190483
13. Kharchenko, S., Samborski, S., Kharchenko, F., Korzec-Strzałka I., Stelmakh A. (2024). Dynamics of loose materials and oscillations of cylindrical perforated sifting surfaces with volumetric riffles. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 18(8). DOI: <https://doi.org/10.12913/22998624/194114>.
14. Харченко, С.О., Харченко, Ф.М., Панкова, О.В., Бакум, М.В., & Харченко, Д.О. (2022). Ідентифікація властивостей насінних сумішей при поділі їх на віброцентробіжні ситові сепаратори/Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, (2(48), 83-87. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.2.12>
15. V.Olshanskii, A. Olshanskii, S. Kharchenko, S.Kovalyshyn, F. Kharchenko, O.Pankova. About the dynamics of heterogeneous fine-grained mixture on a flat vibrosieve. *ТЕКА. Quarterly journal of agri-food industry – 2022*, Vol. 22, No. 1, 0-00.
16. Kharchenko S., Kovalyshyn S., Linov A, Abduev M., Kharchenko F., Sirovitskiy K. Identification of significant factors in the process of grain mixtures separation on cylindrical sieve. *ТЕКА. Quarterly journal of agri-food industry – 2022*, Vol. 22, No. 1, 0-00.
17. Харченко, С. О., Біловод, О. І., Абдуєв, М. М., Литвиненко, В. В., & Вольвач, Т. С. (2024). Дослідження рівномірності повітряного потоку в робочих зонах пневмосепарувальних каналів / Вісник Сумського національного аграрного

університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, (2 (56), 90-100. <https://doi.org/10.32782/msnau.2024.2.13>

18. Харченко С. О., Харченко Ф. М., Котляревський І. В., Панкова О. В. Аналіз систем очищення отворів перфорованих просіювальних поверхонь сепарувальних машин // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів», випуск 3 (57), 2024. - с. 43-50. <https://snaubulletin.com.ua/index.php/mapp/article/view/1191>. <https://doi.org/10.32782/msnau.2024.3.7>

19. Харченко С. О., Харченко Ф. М., Стельмах А. М., Погуляй В. М., Майоров О. В., Гузь О. І. Аналіз конструкцій перфорованих просіювальних поверхонь сепарувального обладнання, перспективи їх розвитку // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів», випуск 3 (57), 2024. - с. 51-58. <https://snaubulletin.com.ua/index.php/mapp/article/view/1192>. <https://doi.org/10.32782/msnau.2024.3.8>

20. Піоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407

21. Кюрчев С. В. Дослідження динаміки руху насінини при виході з живильного конуса віброаспіраційного сепаратора / С. В. Кюрчев, І. П. Паламарчук, Л. М. Кюрчева, В. О. Верхованцева. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2018. Вип. 8. Т. 2.

22. Адамчук, В.В. Концепція перспективи комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України [Текст] / В.В. Адамчук, А.С. Заришняк, А.Н. Прилуцький, С.П. Степаненко //Механізація та електрифікація с-г. – Глевах. – 2014. –Вип. 99. – С. 40-56.

23. Особливості збирання та зберігання врожаю ранніх зернових і технічних культур в умовах 2024 року : науково-практичні рекомендації / [Г. Томашина, Н. Умрихін, О. Гайденко, Ю. Мащенко, В. Іщенко, Г. Козелець, Ю.

Кернасюк] ; за ред. І. Семеняки, О. Гайдєнка. – Кропивницький : Інститут сільського господарства Степу НААН, 2024. – 40 с.

24. Наукові основи оццадливої підготовки насіння з поліпшєним біологічним потенціалом: монографія/Бредихін В.В., Богомолєв О.В., Сліпченко М.В., та ін.-Харків: Діса+, 2023-408с

25. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сєпарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження) : монографія / Б. І. Кєтов [та ін.]. Ніжин : ПП Лисєнко, 2017. 487 с.

26. Ol'shanskii V., Kharchenko S., Kovalyshyn S., Kharchenko F., Kovalyshyn O., Tomporowski A. and Bałdowska-Witos P. Free oscillations of a dissipative oscillator with double quadratic nonlinearity. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1781 (1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1781/1/012019>.

27. Kharchenko S., Samborski S., Kharchenko F., Pasnik J., Kovalyshyn S., Sirovitskiy K. Influence of Physical and Constructive Parameters on Durability of Sieves of Grain Cleaning Machines. Advances in Science and Technology Research Journal, 2022, 16(6), 156–165. <https://doi.org/10.12913/22998624/156128>

28. Olshanskyi V., Kharchenko S., Kharchenko F., Kovalyshyn, S., Shchur T., Gabriel Y., Bałdowska-Witos P., Tomporowski A., Kasner R. About Calculation and Forecast of Temperature in the Layer Cell of Self-Heating of Raw Materials in a Silo. Sustainability 2022, 14, 14362. <https://doi.org/10.3390/su142114362>.

29. Bakum M, Kharchenko S., Kovalyshyn S., Krekot M., Kharchenko F., Shvets O., Kielbasa P., Miernik A. Identification of parameters of the separation process of safflower seed material on sieves. Journal of Physics: Conference Series, 2022, 2408(1), 012013. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2408/1/012013>

30. Kharchenko, S., Samborski, S., Kharchenko, F., Paśnik, J. Numerical Study of the Natural Oscillations of Perforated Vibrating Surfaces with Holes of Complex Geometry. Advances in Science and Technology Research Journal, 2023, 17(6), 73–87. <https://doi.org/10.12913/22998624/174062>.

31. Kharchenko S., Samborski S., Kharchenko F., Mitura A., Paśnik J., Korzec I. Identification of the Natural Frequencies of Oscillations of Perforated Vibrosurfaces with Holes of Complex Geometry. *Materials* 2023, 16(17), 5735. <https://doi.org/10.3390/ma16175735>

32. Kharchenko S., Samborski S., Kharchenko F., Korzec-Strzałka I., Stelmakh A. Dynamics of loose materials and oscillations of cylindrical perforated sifting surfaces with volumetric riffles. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 2024, 18(8): 238-255. <https://doi.org/10.12913/22998624/194114>

33. Kharchenko S., Kovalyshyn S., Linov A., Abduev M., Kharchenko F., Sirovitskiy K. Identification of significant factors in the process of grain mixtures separation on cylindrical sieve. *TEKA. Semi-Annual Journal of Agri-Food Industry*, 2022, Vol. 22 (1), 5-8.