

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

зав. кафедрою СГМ

канд. техн. наук, професор

\_\_\_\_\_ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти**  
**на тему:**

Механізація вирощування озимого ячменю  
з удосконаленням решета зерноочисної машини

Виконав здобувач вищої освіти ІV курсу,

групи АІ-21, ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Чучупака Олександр Сергійович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Петро ЛУЗАН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Іван СКРИННІК

## ЗМІСТ

|   | стор. |
|---|-------|
| 1. Вступ .....  | 4     |
| 2. Аналіз типової технології вирощування озимого ячменю з визначенням шляхів її удосконалення.....      | 6     |
| 2.1. Біологічні особливості озимого ячменю .....  | 6     |
| 2.2. Місце в сівозміні .....  | 7     |
| 2.3. Система удобрення .....  | 7     |
| 2.4. Обробіток ґрунту .....   | 8     |
| 2.5. Підготовка насіння до сівби.....   | 11    |
| 2.6. Догляд за посівами.....  | 12    |
| 2.7. Збирання врожаю.....   | 14    |
| 2.8. Висновки по розділу.....   | 15    |
| 3. Операційна технологія виконання очищення ячменю на зерноочисних машинах.....                         | 17    |
| 3.1. Умови роботи .....   | 17    |
| 3.2. Агротехнічні вимоги .....  | 20    |
| 3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.....  | 20    |
| 3.4. Процес очищення зерна за допомогою типової зерноочисної машини.....                                | 22    |
| 3.5. Підготовка зернового току до роботи.....   | 25    |
| 3.6. Контроль якості роботи.....  | 28    |
| 3.7. Висновки по розділу.....   | 29    |
| 4. Інженерна частина.....   | 30    |
| 4.1. Призначення та будова зерноочисної машини.....   | 30    |
| 4.2. Обґрунтування модернізації решета зерноочисної машини.....   | 30    |
| 4.3. Технологічний розрахунок.....  | 32    |
| 4.4. Кінематичний розрахунок.....   | 33    |
| 4.5. Силовий аналіз вала завантажувального транспортера.....  | 34    |
| 4.6. Енергетичний розрахунок.....   | 38    |
| 4.7. Розрахунок підвіски на міцність.....   | 38    |
| 4.8. Висновки по розділу.....   | 40    |
| 5. Охорона праці .....  | 41    |
| 5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути при вирощуванні озимого ячменю..... | 41    |
| 5.2. Заходи по створенню нормальних та нешкідливих умов праці при вирощуванні озимого ячменю.....       | 41    |
| 5.3. Висновки по розділу.....   | 42    |
| 6. Загальні висновки .....  | 43    |
| Список використаної літератури .....  | 44    |
| Додатки .....   | 46    |

## 1. ВСТУП

Сільське господарство є однією з найважливіших галузей економіки України, забезпечуючи продовольчу безпеку держави та сприяючи її економічному зростанню. Важливою частиною цієї галузі є рослинництво, серед зернових культур особливе місце займає озимий ячмінь. Дотримання сучасних технологій вирощування дозволяє отримувати високоякісний матеріал для використання у тваринництві, харчовій та пивоварній промисловостях. Завдяки морозостійкості, скоростиглості та високій врожайності озимий ячмінь залишається провідною зерновою культурою у світовому сільському господарстві.

Культура добре росте на нейтрально–кислих, добре дренованих ґрунтах. Ячмінь є посухостійкою культурою, але оптимальними умовами є теплий клімат з достатньою кількістю опадів восени та навесні.

Озимий ячмінь цінується як кормовий продукт завдяки своїй високій поживній цінності, хорошій засвоюваності та економічним перевагам. Його використання в годівлі великої рогатої худоби, свиней, птиці та коней може підвищити продуктивність тваринництва та знизити витрати на виробництво кормів. Для досягнення максимальної ефективності рекомендується правильно готувати кормовий ячмінь і поєднувати його з іншими кормами.

Важливим етапом вирощування озимого ячменю є його очищення від домішок, пилу та інших небажаних елементів. Цей процес важливий для підвищення якості зерна перед зберіганням або подальшою обробкою. Сучасні зерноочисні машини потребують вдосконалення, враховуючи потреби агропромислового виробництва.

З огляду на це, актуальним є питання модифікації наявних машин задля підвищення їхньої ефективності, надійності та енергоощадності.

Модернізація решіт зерноочисного агрегату ОВУ–25 спрямована на підвищення ефективності процесу очищення зерна, мінімізування втрат врожаю та забезпечення стабільної роботи машини за різних умов експлуатації. Раціональна конструкція та оптимальні параметри решіт дозволяють покращити якість очистки, зменшити енергоспоживання та підвищити загальну продуктивність агрегату. Отже, модернізація решіт зерноочисного агрегату є

важливою складовою підвищення загальної ефективності післязбиральної обробки зернових культур, зокрема озимого ячменю.

У кваліфікаційній роботі здійснена спроба удосконалення технології вирощування озимого ячменю шляхом удосконалення решіт зерноочисного агрегату ОВУ–25.

## 2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ.

### 2.1. Біологічні особливості озимого ячменю.

Озимий ячмінь – це цінна зернова культура, яка вирощується переважно в південних регіонах, де зими м'які та малосніжні. характеризується багатьма біологічними властивостями, які впливають на його врожайність.

Однією з головних особливостей зимового ячменю є подовжений вегетаційний період, який триває від 270 до 320 днів. За цей час культура проходить наступні етапи: проростання насіння, поява сходів, куціння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, налив зерна і досягання. Особливо важливим є осінній період – у цей час закладається продуктивність рослини завдяки формуванню потужної кореневої системи та якісного куціння.

До температур озимий ячмінь досить вибагливий. Насіння може проростати вже при температурі  $+2...+3^{\circ}\text{C}$ , оптимальні умови для росту сходів –  $+5...+7^{\circ}\text{C}$ . Для нормального куціння необхідна температура  $+10...+15^{\circ}\text{C}$ . У фазі зимівлі рослина витримує короткочасне зниження температури до  $-10...-12^{\circ}\text{C}$ , але без снігового покриву це може призвести до вимерзання (табл. 2.1). Саме тому озимий ячмінь вирощують переважно в регіонах з м'якою зимою.

Таблиця 2.1.

#### Вимоги до температур

| Температура, $^{\circ}\text{C}$ | Озимий ячмінь |
|---------------------------------|---------------|
| Мінімум для проростання         | $+2...+3$     |
| Оптимальна для проростання      | $+5...+7$     |
| Мінімальна для з'явлення сходів | $+3...+5$     |
| Пошкоджує сходи                 | $-12...-13$   |
| Оптимальна для росту і розвитку | $+16...+20$   |
| Максимальна (зупинка росту)     | $+40$         |

Ця культура вимоглива до ґрунтів – краще розвивається на родючих, добре дренованих ґрунтах з нейтральною або слабнокислою реакцією.

Озимий ячмінь – світлолюбна рослина, тому для формування високого врожаю потребує відкритих, добре освітлених ділянок. Також він чутливий до тривалості світлового дня, особливо в період колосіння.

## 2.2. Місце в сівозміні.

Завдяки високій врожайності та ранньому дозріванню, озимий ячмінь є важливою культурою у сівозміні, особливо в умовах південних областей України.

Сівозміна відіграє важливу роль у підтримці родючості ґрунту та зниженні ризику захворювань. Найкращими попередниками для озимого ячменю є бобові, озимий ріпак, чистий пар або зайнятий пар. Не рекомендується висівати після пшениці або кукурудзи, оскільки це виснажує ґрунт і сприяє поширенню патогенів. Найкращими ґрунтами для цієї культури є ґрунти з високим вмістом калію, натрію та фосфору, а також з хорошою вологістю та аерацією. Цих критеріїв можна досягти за допомогою поверхневого обробітку ґрунту.

## 2.3. Система удобрення.

З усіх зернових культур, що вирощуються в Україні, ячмінь є однією з найбільш вибагливих до умов вирощування, в тому числі і до добрив. Він не може добре рости без родючого ґрунту та достатньої кількості добрив. Це визначає розмір зерна та якість врожаю. Культура добре реагує на добрива, без яких рослини не можуть повністю розкрити свій потенціал.

Для формування однієї тонни врожаю озимого ячменю необхідно забезпечити культуру поживними речовинами в таких кількостях: азоту – 32...36 кг, фосфору – 11...12 кг, калію – 20...24 кг. Озимий ячмінь, подібно до ярого, позитивно реагує на застосування добрив, особливо якщо вони вносяться під час посіву. З метою покращення зимостійкості та загартування рослин доцільно одночасно з сівбою додавати оксид фосфору (10 кг/га), а для підвищення морозостійкості – вносити фосфорно-калійні добрива у нормі 40...50 кг/га. Крім того, для збільшення врожайності на 3...4 ц/га ефективною є ранньовесняна підкормка аміачною селітрою.

Для внесення добрив під обробіток активно використовують розкидачі добрив, як органічних (рис. 2.1, а), так і мінеральних (рис. 2.1, б).



а)



б)

Рис. 2.1 – Розкидачі добрив: а – органічних Volland Helios 14;  
б – мінеральних РНД–1000 (навісний)

#### 2.4. Обробіток ґрунту.

Підготовка ґрунту відбувається одразу після збору попереднього врожаю. Вона включає в себе: подрібнення стерні попередньої культури, основний обробіток ґрунту та передпосівний обробіток.

Вибір методу основного обробітку ґрунту визначається попередником та природно-кліматичними умовами. На полях після кукурудзи роблять дискування, а згодом – оранку. Так само обробляють ґрунт після вико-вівсяних та інших кормових сумішок — спочатку дискують, потім орють. До моменту сівби вдається здійснити 2–3 поверхневих обробітки задля знищення бур'янів та вирівнювання ґрунту. Рекомендовано поєднувати кілька операцій за один прохід за допомогою комбінованого агрегату. Такий підхід дозволяє уникнути зайвого використання важкої техніки, що призводить до руйнування структури ґрунту.

Подрібнення стерні попередника проводять дисковими луцильниками та боронами. Для цієї процедури існує низка знарядь, з-поміж них виділяються італійська дискова борона Maschio Gaspardo UFO 250 (рис. 2.2) та луцильник дисковий ЛДД–5000 від компанії Деметра (Україна) (рис. 2.3).

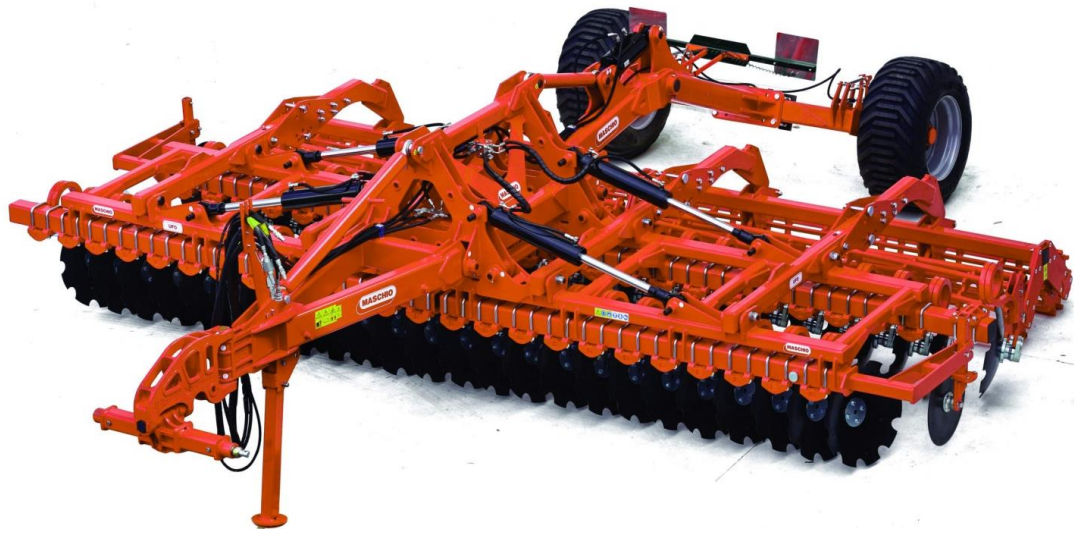


Рис. 2.2 – Дискава борона Maschio Gaspardo UFO 250



Рис. 2.3 – Луцильний дисковий ЛДД–5000 від компанії Деметра

Основний обробіток проводять на глибину 18...30 см. Його проводять плугами, фрезами та важкими боронами з дисками діаметром 72...73 см. Такий обробіток забезпечує розпушування ущільненого пласту ґрунту, знищення бур'янів, загортання післяжнивних решток та поліпшення аерації кореневої системи. Надійним вибором для сучасних аграрних господарств є плуг швидкісний широкозахватний ПШН–7 (рис. 2.4). Він формує акуратні ступінчасті борозни, які сприяють затриманню вологи, що особливо корисно на ділянках з ухилом, де існує ризик швидкої втрати вологи.



Рис. 2.4 – Плуг швидкісний широкозахватний ПШН–7

Передпосівний обробіток – культивування ділянки компактором для створення посівного ложа. Передпосівна культивування розпушує поверхневий шар насіння і створює ущільнене, рівне, вологе посівне ложе, на якому насіння розподіляється і покривається розпушеним шаром ґрунту для кращого доступу в нього вологи, тепла і повітря. Фермери активно використовують SWIFTER SO\_PROFI від BEDNAR (рис. 2.5) для передпосівної підготовки ґрунту.

Цей компактор популярний серед великих агропідприємств та середніх господарств завдяки своїй високій продуктивності, здатності виконувати кілька завдань за один прохід і пристосованості до різних типів ґрунтів.



Рис. 2.5 – Причіпний передпосівний компактор SWIFTER SO\_PROFI від BEDNAR

### 2.5. Підготовка насіння до сівби.

Перед сівбою культуру протруюють, інкрустують, використовуючи препарати вітавакс, фундазол, гранозан, приліплювачі NaKMЦ або ПВС. Протруювання насіння необхідне для захисту від таких хвороб, як тверда та летюча сажка.

Для сівби озимого ячменю використовують кондиційне насіння (рН 1...3) за схожістю не менше 92 %, чистотою 98 % та силою росту не менше 80 %. Сівалка DB83 від John Deere (рис. 2.6) є відмінним вибором для аграріїв, які прагнуть максимально ефективно використовувати посівний період та забезпечити високі врожаї.



Рис. 2.6 – Сівалка DB83 від John Deere

Не менш важливим є дотримання строків посіву. Оптимальний строк сівби – 10...25 вересня, залежно від кліматичних умов. Занадто ранній посів може призвести до переростання рослини, в той час як занадто пізній може послабити рослину і знизити її холодостійкість. Глибина посіву становить 3...5 см, а норма висіву – 3,5...4,5 млн насінин на гектар.

## 2.6. Догляд за посівами.

Догляд за посівами включає боротьбу з бур'янами, хворобами та шкідниками. Для цього використовують: гербіциди, фунгіциди та інсектициди (в період від куціння до переходу в трубку). Гербіциди, такі як Пріма та Дербі, ефективні проти широкого спектру бур'янів. Фунгіциди використовуються для боротьби з хворобами, а інсектициди – для боротьби зі шкідниками. Регулятори росту, такі як хлормекватхлорид, допомагають зміцнити стебла та запобігти виляганню. Фахівці з агротехнологій розробили системи захисту та підживлення озимого ячменю (рис. 2.7).

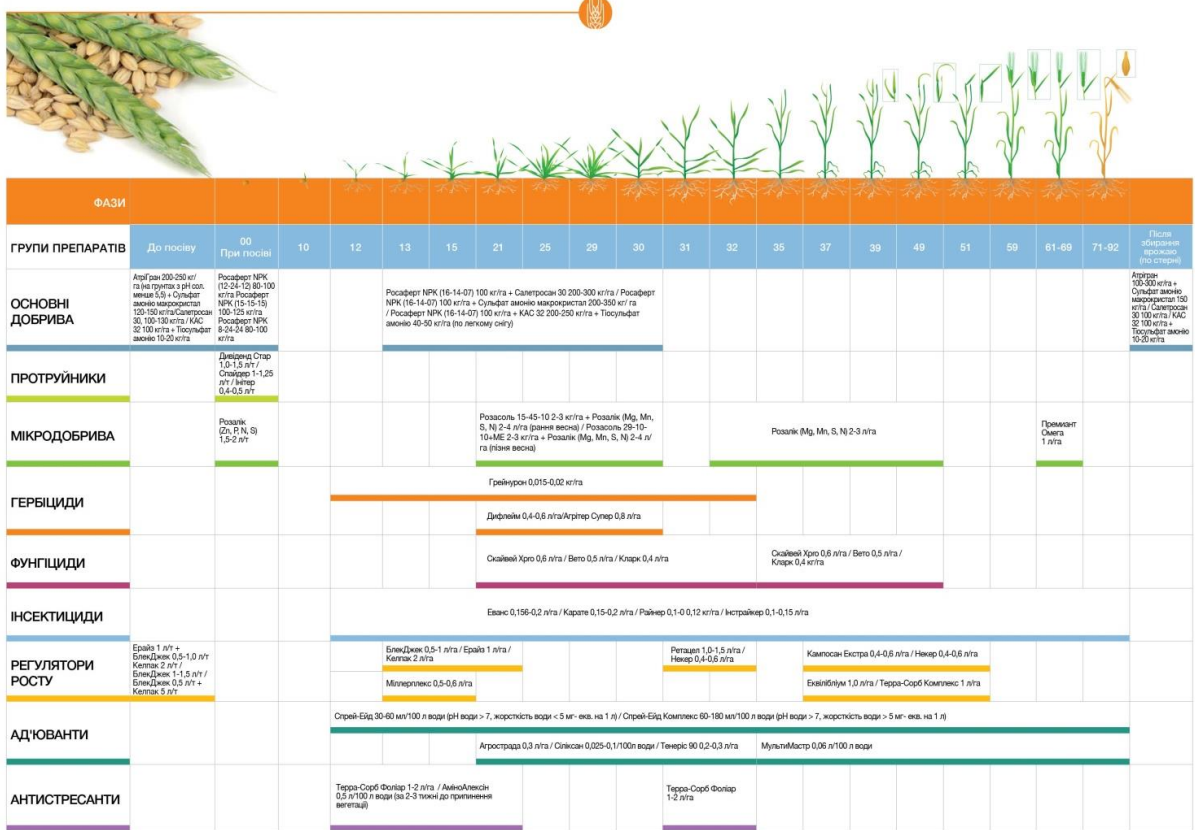


Рис. 2.7 – Система захисту та живлення озимого ячменю.

Для внесення препаратів використовують: самохідні штангові широкозахватні (рис. 2.8, а), навісні штангові обприскувачі (рис. 2.8, б) та агродрони типу DJI AGRAS та XAG (рис. 2.8, в).



а)



б)



в)

Рис. 2.8 – Обприскувачі: а – самохідний штанговий John Deere M4040;  
б – тракторний навісний John Deere M724(i);  
в – аграрний дрон Agras T40

### 2.7. Збирання врожаю.

Збирання врожаю відбувається в липні, коли вологість ядра досягає 14...16%. Запізнення зі збиранням призводить до розпорощення зерна та зниження його якості. Найкращим методом є пряме комбайнування, яке мінімізує втрати. Для збирання використовують комбайни типу John Deere S7 900, CLAAS LEXION 6000 та ін., які оснащуються жатками для збору ячменю, зокрема жатка John Deere 635F (рис. 2.9).



Рис. 2.9 – Жатка John Deere 635F

Після збирання врожаю здійснюється комплекс технологічних операцій, які обираються з урахуванням стану зерна, його подальшого використання та специфіки культури. Основними етапами є тимчасове зберігання щойно зібраного зерна, його очищення, калібрування, сушіння, а також провітрювання і, за необхідності, охолодження.

Після збирання зерно миють та сушать до вологості 12...14 %. Очистка від домішок проводиться за допомогою зерноочисних машин.

Модернізований самохідний очисник вороху ОВС–25М (рис. 2.10) є однією з найефективніших машин для якісного та високопродуктивного очищення зернового вороху колосових, зернобобових, круп'яних, технічних, олійних культур, а також кукурудзи, сорго, соняшнику та ріпаку від домішок під час післязбиральної обробки на токах і в зерносховищах.. Його продуктивність на очищенні зернового вороху становить до 25 тонн на годину, а при калібруванні насіння – до 12 тонн на годину.



Рис. 2.10 – Очисник вороху самопересувний модернізований ОВС–25М

Озимий ячмінь має перевагу над ярим, оскільки забезпечує вищу врожайність – на 10...15 ц/га більше. За сприятливих агрокліматичних умов врожайність цієї культури може сягати 50...60 ц/га, а в передових господарствах досягає 70...80 ц/га. В Україні площі під озимим ячменем займають орієнтовно 300 тис. га. Варто зазначити, що в ряді європейських країн, зокрема в Болгарії, Румунії, Франції, Німеччині, Польщі та Угорщині, спостерігається тенденція до заміщення ярого ячменю озимим.

Витрати на вирощування становлять приблизно 12000...15000 грн на гектар, а прибутковість залежить від ринкової ціни на зерно. Дотримання правильних технологій вирощування забезпечить стабільний, якісний врожай та підвищить економічну ефективність господарства.

## 2.8. Висновки по розділу.

Отже, нами проведено аналіз сучасних технологічних систем вирощування озимого ячменю.

В результаті проведеного аналізу виявлено, що озимий ячмінь є цінною, високоврожайною зерною культурою, яка демонструє найкращі результати в умовах м'якого клімату та родючих ґрунтів. Культура потребує ретельного дотримання агротехнічних заходів, зокрема – правильного вибору попередника, строків сівби, глибини загортання насіння та ефективної системи удобрення. Озимий ячмінь вимогливий до вологи, світла, температури та

родючості ґрунту, що зумовлює потребу в комплексному підході до вирощування.

Сучасні підходи до обробітку ґрунту, підготовки насіння, внесення добрив і засобів захисту рослин повинні базуватися на застосуванні продуктивної та енергоефективної техніки, яка дає змогу виконувати декілька технологічних операцій за один прохід, тим самим знижуючи витрати та зберігаючи структуру ґрунту. Позитивний вплив мають також точні системи підживлення і захисту посівів, що базуються на моніторингу стану рослин та використанні дронів і сучасних оприскувачів.

Удосконалення технології вирощування озимого ячменю можливе шляхом комплексної автоматизації процесів, впровадження елементів точного землеробства, оптимізації структури сівозміни та застосування адаптивних агротехнічних заходів. Все це сприятиме зменшенню собівартості виробництва, підвищенню врожайності та рентабельності, що є важливим чинником для підвищення конкурентоспроможності аграрного виробництва в Україні.

### **3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОЧИЩЕННЯ ЯЧМЕНЮ НА ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИНАХ.**

#### **3.1. Умови роботи.**

Зібраний зерновий ворох, що транспортується на зернові токи, включає не лише зерно основної культури, а й домішки інших культур, бур'яни, рештки рослин, комах, а також сторонні мінеральні й металеві частинки. Продовольче зерно піддають очищенню від домішок, тоді як насінневий матеріал додатково калібрують за розміром та питомою масою.

Щоб зерно основної культури можна було використовувати як у харчових цілях, так і як посівний матеріал, його слід очистити від домішок і довести до відповідних стандартів за показниками вологості та чистоти. Допустимий рівень вологості продовольчого зерна становить 16 – 19%, а частка зерен інших культур у загальній масі не повинна перевищувати 15%. Проведення очистки сприяє підвищенню товарної якості зерна, зменшенню втрат під час зберігання та запобіганню його псуванню завдяки покращенню умов зберігання.

Залежно від тривалості зберігання зерна та його подальшого використання здійснюють попереднє, первинне та вторинне очищення зернової маси. Попереднє очищення спрямоване на вилучення переважної частини великих і вологих домішок, зниження загального рівня вологості та підготовку зерна до короткочасного зберігання перед первинним етапом очищення, а при підвищеній внутрішній вологості – до процесу сушіння. У результаті попередньої очистки об'єм домішок у зерновому воросі має зменшитися щонайменше на 50%.

Для досягнення стабільної та якісної роботи зерноочисних машин потрібно забезпечити відповідні умови: правильну підготовку зернової маси, справний технічний стан обладнання, дотримання технологічного режиму та врахування впливу зовнішніх факторів.

Для насіння зернових культур I та II класів встановлені такі показники якості: сортова чистота має становити 98...99%, схожість – у межах 90...95%, вміст шеретованих зерен – від 0,5 до 1,0%, а вологість – 14...17%.

#### **3.1.1. Підготовка зернової маси.**

Зернова маса, що надходить на очищення (рис. 3.1) , повинна відповідати як агротехнічним, так і технологічним критеріям. Це включає допустиму вологість, відсутність пилу, домішок органічного та мінерального походження, а також мінімальний рівень механічного пошкодження зерна. Занадто вологе зерно може ускладнити процес очищення та призвести до залипання решіт, що знижує продуктивність машини.



Рис. 3.1 – Зернова маса озимого ячменю до очищення

Розмір, форма, щільність і маса зерен озимого ячменю мають важливе значення для правильного налаштування обладнання. Через видовжену форму зернівки та її схильність до луцення важливо обирати відповідні решета з урахуванням параметрів отворів і кута їх розташування, що дозволить ефективно відокремлювати домішки при мінімальних втратах.

### 3.1.2. Технічний стан зерноочисного обладнання.

Машини повинні бути належним чином відрегульовані та обслуговані. Зношені або забруднені решета, несправні механізми подачі або аспіраційні системи можуть значно знижувати ефективність очищення.

Оцінка технічного стану зерноочисного обладнання проводиться за кількома параметрами: ступінь зношення робочих органів (решет, трієрів, щіткових механізмів), наявність ушкоджень несучих елементів конструкції, а також перевірка справності приводів, підшипників, електродвигунів та елементів системи аспірації. Поширеними проблемами є поломки або забруднення решіт, зниження амплітуди коливань вібраційних механізмів,

підтікання в місцях з'єднань повітропроводів або порушення герметичності заслінок.

Під час проведення аналізу технічного стану зерноочисних машин у господарствах було встановлено, що 30–40% обладнання потребує часткового або капітального ремонту. Особливо важливою є увага до решіт, які є основними робочими елементами та піддаються значному зносу через абразивний вплив зернової маси. Деформація решіт або їх забивання дрібними домішками знижують ефективність очищення.

Недостатній технічний стан техніки спричиняє підвищене енергоспоживання, зниження продуктивності та механічне пошкодження зерна, що негативно позначається на якості кінцевого продукту та збільшує втрати під час зберігання.

Підвищити технічний стан зерноочисного обладнання можна завдяки своєчасному технічному обслуговуванню, модернізації окремих вузлів (наприклад, заміні застарілих решіт на сучасні модульні конструкції) і впровадженню нових матеріалів і ремонтних технологій. Розробка та впровадження нових конструкцій, зокрема решіт, дозволяють значно покращити функціональність обладнання та підвищити ефективність очищення зерна.

### 3.1.3. Дотримання технологічного режиму та врахування впливу зовнішніх факторів.

Ефективність роботи зерноочисних машин залежить і від дотримання оптимального режиму навантаження. Як перевантаження, так і недостатнє завантаження негативно позначаються на якості очищення: у першому випадку зерно може не встигати повністю очиститися, а в другому – збільшуються витрати енергії на одиницю продукції. Також має значення погодний фактор – за підвищеної вологості повітря або низьких температур робота агрегатів може ускладнюватися, що вимагає додаткового контролю процесу.

## 3.2. Агротехнічні вимоги.

Під час очищення ячменю на зерноочисних машинах необхідно враховувати агротехнічні вимоги, які визначають якість обробки зерна, його

відповідність встановленим стандартам і можливість подальшого використання в різних сферах, таких як кормова, харчова та пивоварна промисловість.

Однією з основних агротехнічних вимог є досягнення високого ступеня очищення зерна. Допустимий вміст домішок регламентується стандартами, і перевищення цих норм може призвести до погіршення якості зерна та його зниження на ринку. Тому зерноочисне обладнання повинно ефективно видаляти домішки, пил, насіння бур'янів і пошкоджене зерно.

Важливим аспектом також є мінімізація втрат зерна під час очищення. Неправильно налаштовані решета або надмірна інтенсивність аспірації можуть призвести до того, що разом з домішками з потоку виводиться і частина зерна.

Також важливо забезпечити рівномірну та стабільну подачу зерна до машини. Різкі коливання в об'ємах подачі можуть призвести до перевантаження обладнання або, навпаки, до його недовантаження, що негативно впливає на якість очищення і загальну продуктивність. Для цього використовують дозувальні пристрої, які регулюють подачу зернової маси.

### 3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.

Перед початком очищення озимого ячменю необхідно правильно підготувати агрегат, зокрема зерноочисні машини типу ОВУ–25, яка широко використовується для післязбиральної обробки зерна. Від правильного налаштування та технічного стану агрегату залежить не лише якість очищення, а й стабільність його роботи, енергоефективність і термін експлуатації.

Під час підготовки зерноочисної машини до роботи в господарстві необхідно провести розконсервацію направляючих кутиків механізму очищення решіт, якими переміщуються повзуни.

Запуск робочих вузлів здійснюється за допомогою кнопок, розміщених на пульті керування. Послідовність включення агрегатів наступна: спочатку відвантажувальний пристрій, потім сама машина, далі завантажувач і, насамкінець, самохідний елемент.

Зупинка проводиться у зворотному порядку: самохідний механізм – завантажувач – основна машина – відвантажувач.

Під час експлуатації зерноочисної машини потрібно своєчасно здійснювати налаштування відповідно до умов роботи, типу оброблюваної культури та встановленого режиму. Ключовим фактором якісного очищення

зерна є правильний вибір решіт. Вони мають підбиратися індивідуально для кожної культури та кожного технологічного режиму.

Для стабільного функціонування очисного вузла необхідно правильно відрегулювати щітки: для цього слід послабити гайки кріплення, повернути вал у напрямку підтискання щіток, вивівши болт із паза регулятора. Після встановлення решіт у робочі стани щітки необхідно підтягнути.

Положення завантажувального транспортера регулюється через механізм із гвинтовою парою. Керування подачею матеріалу здійснюється зміною швидкості переміщення машини вздовж бурта.

Комплектування агрегату передбачає встановлення решіт відповідного типу, які відповідають розмірам зерна. Зазвичай використовується комбінація верхнього та нижнього решета, які забезпечують відділення крупних домішок, легких включень і дрібних частинок. Правильний вибір решіт залежить від попереднього аналізу зернової маси, її засміченості та однорідності.

Також необхідно перевірити справність усіх механізмів машини: привідних ременів, вібраційних систем, аспіраційного обладнання, регулювальних заслінок тощо. Особливу увагу слід приділити системі аспірації, яка відповідає за видалення пилу та легких домішок. У разі наявності засмічень або несправностей, їх слід усунути до старту роботи.

Після комплектування виконується налаштування параметрів машини відповідно до типу оброблюваного зерна: швидкості обертання вентиляторів, кута нахилу решіт, величини зазору між ними, швидкості подачі зерна тощо. Всі параметри мають бути оптимізовані для забезпечення максимальної ефективності очищення при мінімальних втратах зерна.

Підготовка до роботи також включає пробний запуск агрегату в холостому режимі для перевірки правильного функціонування всіх систем. У разі виявлення сторонніх шумів, вібрацій чи нестабільної роботи слід провести повторну перевірку вузлів. Лише після успішного тестування дозволено завантаження зернової маси та початок основної фази очищення.

#### 3.4. Процес очищення зерна за допомогою типової зерноочисної машини.

Принцип роботи машини (рис. 3.2) полягає у послідовному переміщенні та очищенні зернової маси під час її завантаження й транспортування. Під час руху агрегату вздовж бурта, зернова маса за допомогою скребкових

живильників завантажувального транспортера 6 захоплюється та подається до транспортера, який транспортує матеріал до розподільного шнека 2, розташованого в приймальній камері, де відбувається поділ потоку на дві частини по ширині. Далі зерно надходить у зону аспірації, де повітряним потоком видаляються легкі домішки. У осадовій камері важкі домішки осідають, а легкі транспортуються через вентилятор 3, пиловідокремлювач інерційного типу та пневмотранспортер 8 у зворотному напрямку (вихід II).

Після повітряного очищення зернова маса спрямовується на верхній і нижній решітні стани 12. На решеті Б<sub>1</sub> здійснюється первинне розділення потоку: великі зерна разом із значними домішками сходять із поверхні решета і направляються на решето Б<sub>2</sub>. Залишок, що включає дрібні домішки разом із зерном, проходить крізь отвори Б<sub>1</sub> і подається на решета В і Г, де виділяється дрібне, побите й щупле зерно. Очищений матеріал, який сходить із решета Г, потрапляє у приймальний бункер 7, звідки шнек транспортує його до нижньої частини вивантажувача 10 для подальшого завантаження у сховище або транспортний засіб (вихід I).

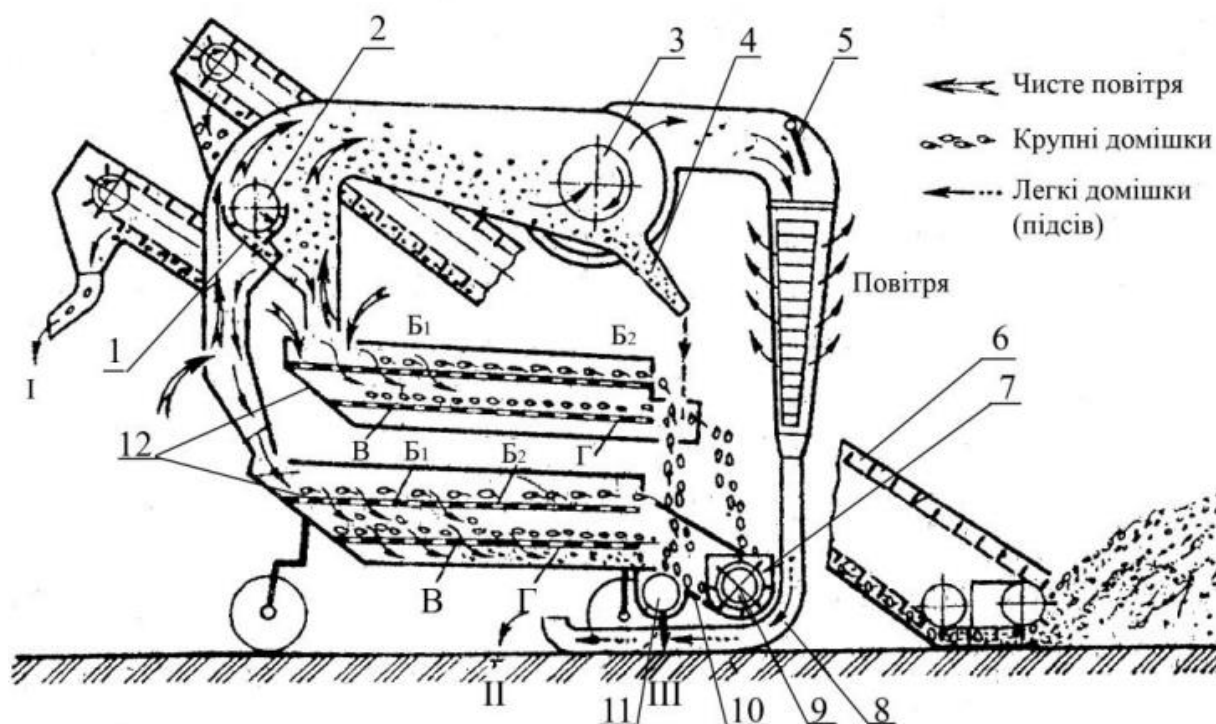


Рис. 3.2. – Функціональна схема зерноочисної машини ОВУ–25:

- 1 – приймальна камера; 2 – шнек-розподільувач; 3 – вентилятор;  
 4 – осадова камера; 5 – регульовальна заслінка; 6 – завантажувальний транспортер; 7 – зерноприймач; 8 – пневматичний транспортер; 9 – шнек

вивантажувального транспортера; 10 – вивантажувач; 11 – шнек для фуражних відходів; 12 – решітні стани; Б<sub>1</sub>, Б<sub>2</sub>, В і Г – решета; І – вихід чистого зерна; ІІ – легкі домішки; ІІІ – фуражні відходи.

Крупні домішки з решета Б<sub>2</sub>, а також дрібна фракція з решіт В і Г надходять у шнек для фуражних залишків (11). Туди ж подається і легка фракція з осадової камери, що разом утворює фуражну частину, яка виводиться через вихід ІІІ. Параметри решіт добираються згідно з таблицею у заводському посібнику. Перед заміною решіт щітки необхідно встановити у крайнє переднє положення.

У якості обладнання для первинного очищення зерна на току обираємо цей агрегат.

Обсяг зернового матеріалу, що надходить на тік у середньому за добу роботи зернозбиральних машин у полі, розраховуємо за формулою

$$G_g = \frac{G_b}{T_k \cdot k \cdot \lambda_{cp}} \cdot \frac{100 - w_k}{100 - w_{cp}}, \quad (3.1)$$

де  $G_b$  – валовий збір (загальна зернова продукція, що повинна надійти на тік із сільськогосподарських угідь господарства);

$$G_b = \sum_1^n Q_i F_i, \quad (3.2)$$

де  $n$  – загальна кількість сільськогосподарських культур, що вирощуються в господарстві;

$Q_i$  – цільовий рівень урожайності, ц/га;

$F_i$  – посівна площа культури, га.

$$G_b = 1500 \cdot 20 = 30000 \text{ ц}.$$

$T_k$  – тривалість календарного періоду збирання, діб;

$k$  – відношення фактичного часу роботи комбайнів у полі до календарного періоду, ( $k = 0,7$ );

$\lambda_{cp}$  – середній відсоток зернової частки в суміші, отриманій після роботи комбайнів, ( $\lambda_{cp} = 0,75 \dots 0,80$ );

$w_k$  – кондиційна вологість зерна, ( $w_k \approx 15\%$ );

$w_{cp}$  – усереднене розрахункове значення вологості зерна, %.

$$w_{cp} = \frac{\sum w_i}{n}. \quad (3.3)$$

$$w_{cp} = \frac{17}{1} = 17\% .$$

Тоді

$$G_g = \frac{30000}{25 \cdot 0,7 \cdot 0,8} \cdot \frac{(100 - 15)}{(100 - 17)} = 2194,49 \text{ ц / добу}$$

Продуктивність зерноочисної машини при очищенні ячменю становить 25 т/год. Кількість необхідних машин розраховується за такою формулою

$$N = \frac{G_g}{Q_m}, \quad (3.4)$$

де  $Q_m$  – обсяг роботи, що виконується машиною за одиницю часу, ц/добу.

Продуктивність зерноочисної машини визначається за формулою

$$Q_m = Q_z \cdot T_p \cdot \tau \cdot n_{zm}, \quad (3.5)$$

де  $T_p$  – тривалість зміни, год, ( $T_p = 7 \text{ год}$ );

$\tau$  – ступінь використання робочого часу зміни, ( $\tau = 0,7$ );

$n_{zm}$  – число робочих змін, ( $n_{zm} = 2$ ).

$$Q_m = 25 \cdot 7 \cdot 0,7 \cdot 2 = 245 \text{ т / добу (2450 ц / добу)}$$

$$N = \frac{2194,49}{2450} = 0,89 \text{ шт.}$$

Однієї машини ОВУ–25 вистачить для очищення 30000 ц. озимого ячменю.

### 3.5. Підготовка зернового току до роботи.

Раціональне використання агрегату та висока якість виконання технологічного процесу наряду залежать від його належної підготовки до роботи. Першочерговим етапом є підготовка току, яка включає усунення будь-яких перешкод, що можуть вплинути на роботу машини, а також визначення оптимального напрямку руху агрегату й способу його переміщення. При цьому беруть до уваги специфіку завдань, форму поверхні току, його довжину, наявність ухилів і їх розмір. Вибраний варіант руху має забезпечувати максимальну продуктивність, мінімальні витрати палива та відповідати агротехнічним вимогам. Рисунок 3.3 ілюструє організацію робіт на току з використанням ОВУ-25.

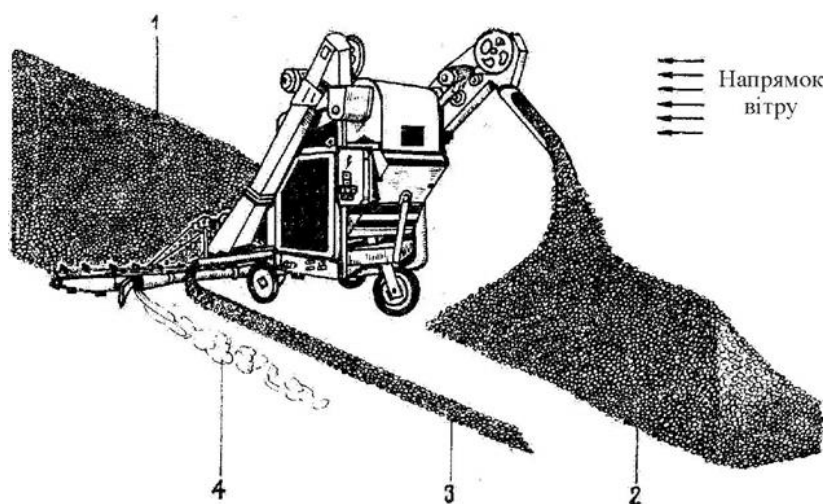


Рис. 3.3 – Організаційна схема роботи на току з використанням машини ОВУ-25: 1 – неочищене зерно (ворох); 2 – очищене зерно; 3 – фуражні відходи; 4 – легкі домішки.

Зважаючи на те, що зерновий ворох зберігається в буртах на відкритих або критих майданчиках, ширина яких менша за довжину живильного транспортера в опущеному положенні, оптимальним варіантом переміщення агрегату в даному випадку є гоновий човниковий рух із безпетльовими поворотами.

При такому методі на краях току передбачають спеціальні смуги для холостих заїздів. Ширина поворотної смуги залежить від типу повороту та конфігурації агрегату. У випадку застосування безпетльових поворотів ця ширина обчислюється за відповідною формулою

$$E = 1,5R_{min} + L_m, \quad (3.6)$$

де  $R_{min}$  – мінімальний радіус повороту агрегату, м ( $R_{min} = 3,25$  м);

$L_m$  – кінематична довжина машини, м ( $L_m = 3,72$  м).

Отже, розрахункова ширина розворотної смуги дорівнює:

$$E = 1,5 \cdot 3,25 + 3,72 = 8,61 \text{ м}. \quad (3.7)$$

Для оцінки способу руху агрегату в загінці використовують коефіцієнт робочих проходів, який розраховується за формулою

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.8)$$

де  $L_p$  – довжина ходу агрегату під час виконання робіт, м;

$L_x$  – довжина ходу агрегату без виконання роботи (холостого ходу), м.

При русі агрегату за човниковим способом

$$L_p = L - 2 \cdot E. \quad (3.9)$$

$$L_x = 1,14R_{min} + X + 2 \cdot l, \quad (3.10)$$

де  $l$  – робоча довжина ходу агрегату під час виїзду, м.

$$l = 0,5L_m = 0,5 \cdot 3,72 = 1,86 \text{ м};$$

$$L_p = 60 - 2 \cdot 8,4 = 43,2 \text{ м}.$$

$$X = 2 \cdot B_p \cdot B_{np},$$

де  $B_{np}$  – відстань між буртами, передбачена для транспортного проїзду ( $B_{np} = 4,5$  м).

$$X = 2 \cdot 4,2 + 4,5 = 12,9 \text{ м}.$$

$$L_x = 1,14 \cdot 3,25 + 12,9 + 2 \cdot 1,86 = 20,33 \text{ м}.$$

Можемо розрахувати коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{43,2}{43,2 + 20,33} = 0,68.$$

### 3.6. Контроль якості роботи.

Контроль якості роботи зерноочисного агрегату є невід'ємною частиною технологічного процесу очищення озимого ячменю. Від правильного та своєчасного контролю залежить якість кінцевого продукту, рівень втрат зерна, стабільність функціонування обладнання та відповідність очищеного матеріалу агротехнічним вимогам.

Основними показниками якості роботи зерноочисної машини є ступінь очищення зерна від домішок (рис. 3.4), втрати повноцінного зерна та рівномірність подачі зернової маси. Для контролю цих показників проводиться періодичний відбір проб очищеного зерна. Отримані проби аналізують на наявність мінеральних, органічних і зернових домішок, а також на вміст битого чи пошкодженого зерна.

Візуальний контроль також є важливою складовою. Оператор повинен регулярно оглядати решета на наявність засмічень, зношеності або пошкоджень, які можуть впливати на якість сепарації. Крім того, перевіряється робота аспіраційної системи: за надмірної або недостатньої сили повітряного потоку якість очищення може погіршитися.



Рис. 3.4 – Зернова маса озимого ячменю після очищення

### 3.7. Висновки по розділу.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що ефективне очищення озимого ячменю на зерноочисних машинах потребує дотримання комплексу

організаційно-технічних заходів. Основною умовою якісної роботи зерноочисного обладнання є належна підготовка зернової маси, технічний стан машин, правильний вибір і налаштування решіт, а також дотримання технологічного режиму обробки.

Зібрана зернова маса містить значну кількість домішок, що потребує її попереднього, первинного та вторинного очищення. Кожен етап виконує свою функцію в системі післязбиральної обробки зерна та сприяє зниженню вологості, покращенню якісних показників і придатності зерна до подальшого використання.

Важливим чинником у забезпеченні ефективної роботи є технічний стан обладнання. Зношені решета, несправні елементи аспіраційної системи або порушення герметичності впливають на якість очищення та можуть спричинити додаткові втрати повноцінного зерна. Регулярне технічне обслуговування, модернізація вузлів та впровадження нових конструкцій решіт сприяють підвищенню продуктивності машин і зменшенню енерговитрат.

Особливу увагу необхідно приділяти дотриманню режиму навантаження машини, оскільки перевантаження або недовантаження негативно впливають на стабільність процесу та якість очищення. Погодні умови, такі як вологість повітря та температура, також мають бути враховані при організації роботи зерноочисного агрегату.

## 4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА.

### 4.1 Призначення та будова зерноочисної машини.

Універсальний ворохоочисник ОВУ–25 (рис. 4.1) застосовується для здійснення попереднього та первинного очищення зернового вороху зернобобових, колосових, круп'яних культур, а також кукурудзи, сорго й соняшнику від домішок, незалежно від кліматичної зони.

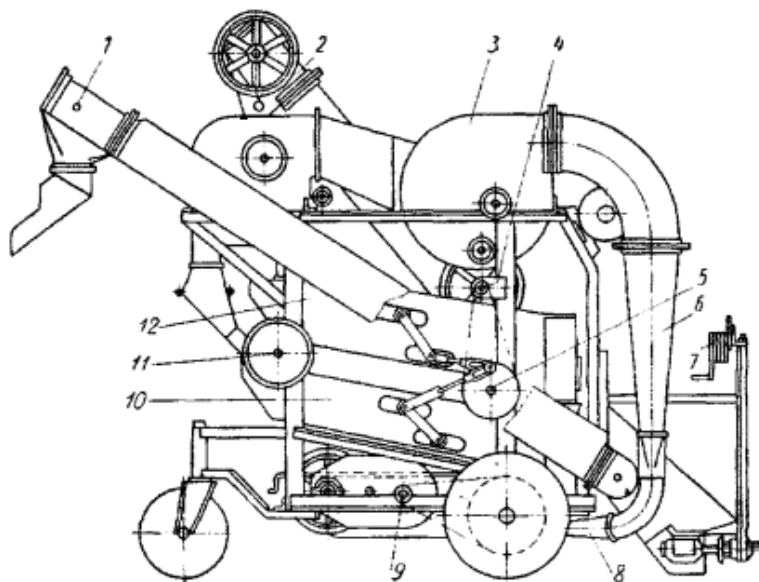


Рис. 4.1 – Зерноочисна машина: 1 – механізм вивантаження очищеного матеріалу; 2 – пристрій для подачі вороху (завантажувач); 3 – повітряний вентилятор; 4 – привідний механізм для робочих органів; 5 – ексцентриковий вузол; 6 – інерційний пиловловлювач жалюзійного типу; 7 – механізм підняття живильного пристрою; 8 – система пневматичного транспортування; 9 – вузол самохідного пересування; 10, 12 – решітні блоки (стани); 11 – регулювальний механізм решітних блоків.

### 4.2. Обґрунтування модернізації решета зерноочисної машини.

Зерноочисні машини відіграють ключову роль у післязбиральній доробці зернових культур, забезпечуючи очищення вороху від домішок і підвищення якості продукції. Одним із основних вузлів, що безпосередньо впливає на ефективність очищення, є решето. Від його конструкції, точності підбору параметрів і зносостійкості залежать як якість сепарації, так і продуктивність агрегату.

Однак у процесі експлуатації типових зерноочисних машин виявляються недоліки, пов'язані з недостатньою ефективністю відокремлення дрібних

домішок, швидким зношенням решіт та зниженням якості очищення при зміні характеристик зернової маси. У зв'язку з цим постає необхідність техніко-технологічного обґрунтування модернізації решета, спрямованої на підвищення ефективності очищення, зниження втрат зерна та підвищення довговічності вузла.

З метою підвищення ефективності функціонування даного агрегату пропонується використати решето запропоноване магістрантом Бородіним О.С. (рис.4.2), яке складається з каскадів, створених повздовжніми стержнями 1, 2 зігнутих у кінцевій частині Б, та скріплених між собою осями 1, 2, 3 з калібруючими шайбами 4. Між каскадами формуються щілини, які розширюються у напрямку руху оброблюваного матеріалу. Особливістю конструкції є те, що розширення щілин забезпечується розходженням стержнів, зігнутих у кінцевій частині, а найбільша величина розширення обмежується та не перевищує класовий проміжок, відповідний конкретній культурі.

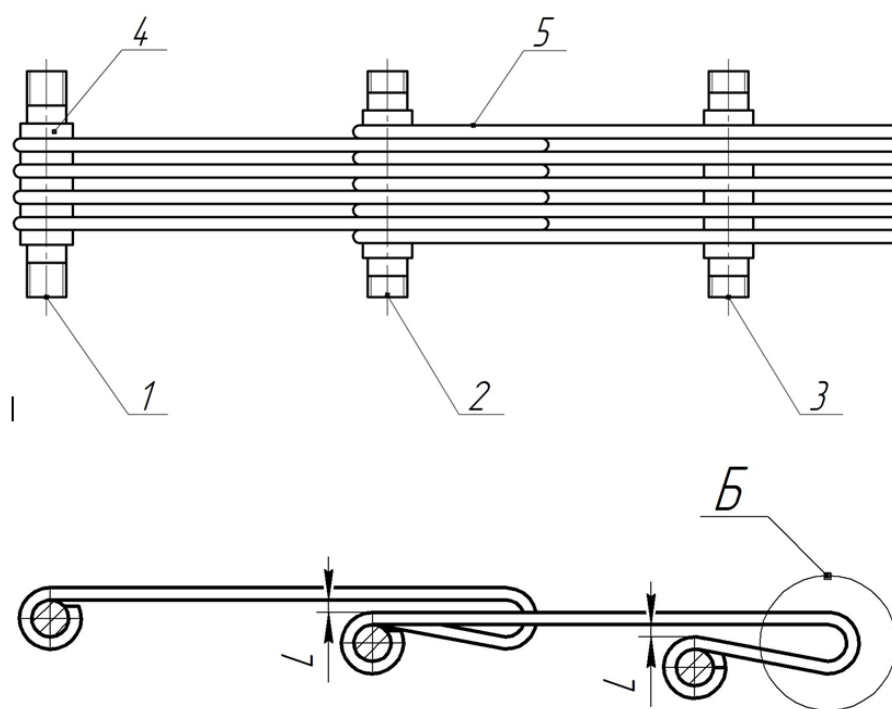


Рис. 4.2. – Схематичне зображення решета:  
1, 2, 3 – осі; 4 – калібруючі шайби; 5 – стержні

Принцип дії решета полягає в наступному. Оброблюваний матеріал надходить на поверхню решета, де часточки менші за ширину щілин, проходять крізь них. Після цього очищений матеріал переміщується на наступні решета, де також здійснюється поділ відповідно до розмірів щілин. Частки, що не були відділені, сходять з решета. Під впливом маси вороху поздовжні стержні хаотично прогинаються в зоні згину. Завдяки цьому щілини

розширюються у напрямку руху потоку, що сприяє ефекту самоочищення робочої поверхні.

#### 4.3. Технологічний розрахунок.

При продуктивності машини  $Q = 25 \text{ т/год}$  і заданих габаритах решітного полотна (довжина - 790 мм, ширина - 990 мм), середнє навантаження на одиницю площі решета розраховується за наступною формулою

$$q_F = \frac{Q}{S_3}, \quad (4.1)$$

де  $Q$  – продуктивність машини, т/год;

$S_3$  – загальна площа решіт,  $\text{дм}^2$ .

$$q_F = \frac{25 \cdot 10^3}{626} \approx 40 \text{ кг / (год} \cdot \text{дм}^2 \text{)}.$$

Кількість решіт – 2. Питоме завантаження решіт  $q_B = 1000 \text{ кг / (год} \cdot \text{дм)}$ . Відповідно до рекомендацій, для решіт усіх типів приймаються такі значення: кут нахилу  $\alpha = 8^\circ$ , кут напрямку коливань  $\beta = 15^\circ$ , ефективність розділення  $\varepsilon = 0,75$ .

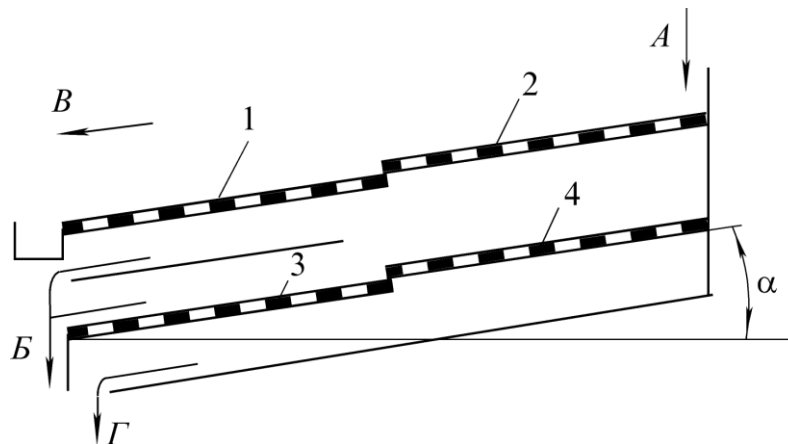


Рис. 4.3. Схема розміщення решіт зерноочисного агрегату:

1 – решето для відділення крупних домішок; 2 – решето розвантажувача;

3 – підвісне решето;

4 – сортувальне решето; А – потік зернового вороху; Б – очищене зерно;

В – крупні домішки; Г – дрібні домішки;  $\alpha$  – кут нахилу решіт

Оптимальне прискорення решіт можна визначити за формулою

$$j_0 = 4,2 \sqrt{\frac{q_s}{\gamma}}, \quad (4.2)$$

Де  $\gamma$  – кут між площею решета та напрямом коливань.

$$\gamma = \alpha + \beta = 8^\circ + 15^\circ = 23^\circ.$$

Отже

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

#### 4.4. Кінематичний розрахунок.

Для виконання кінематичних розрахунків та подальшого аналізу роботи вдосконаленого решета зерноочисної машини, наводимо кінематичну схему механізму (рис.4.4), яка відображає взаємозв'язок і взаємодію основних елементів приводу, що забезпечують його рух і функціонування.

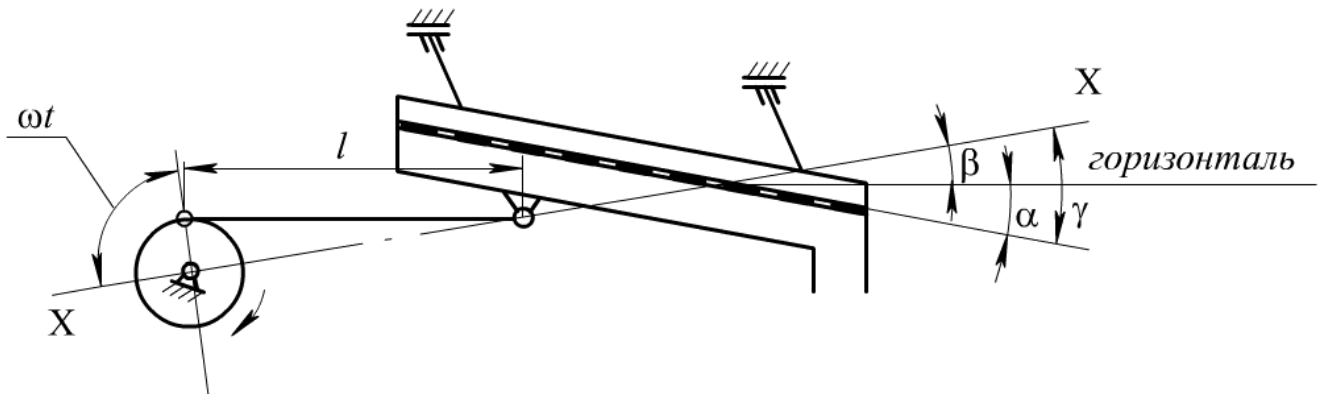


Рис.4.4. – Кінематична схема решета

Амплітуду коливань решета визначаємо за формулою

$$A = e \cdot k \quad (4.3)$$

де  $e$  – відстань між геометричним центром і віссю обертання ексцентрика, ( $e = 0,0075 \text{ м}$ );

$k$  – коефіцієнт, який враховує вібраційні впливи рами агрегату, ( $k = 1,3$ ).

$$A = 0,0075 \cdot 1,3 = 0,01 \text{ м.}$$

Частоту коливань решета визначаємо за формулою

$$n = \sqrt{\frac{90 j_0}{A}} \quad (4.4)$$

Отже

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

Урівноваження мас, що коливаються в решітних станах машини, здійснюється завдяки передачі руху від ексцентриків, встановлених на ексцентриковому валу, через шатуни до решітних станів. Ці шатуни приводяться в дію головним ексцентриковим валом. Решітні стани здійснюють коливання в протилежних напрямках, що забезпечує компенсацію інерційних сил.

#### 4.5. Силовий аналіз вала завантажувального транспортера.

Розрахунок вала завантажувального транспортера проводиться за поданою розрахунковою схемою (рис. 4.5)

Розрахуємо сили, які впливають на вал завантажувального транспортера:

1. Розрахуємо величину крутного моменту, що передається валу, за формулою

$$T = \frac{\eta N}{\omega}, \quad (4.5)$$

де  $N$  – величина потужності привідного механізму, Вт;

$\omega$  – значення кутової швидкості,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\eta$  – ККД пасової передачі ( $\eta = 0,94$ ).

Значення кутової швидкості визначається за формулою

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad (4.6)$$

де  $n$  – кількість обертів вала за одиницю часу,  $\text{с}^{-1}$  ( $n = 355 \text{ с}^{-1}$ ).

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

Тоді

$$T = \frac{0,94 \cdot 3 \cdot 10^3}{371} = 87 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Розрахуємо зусилля, що виникають на валу в результаті дії клинопасової передачі. Зусилля натягу ремня визначається за формулою

$$F_m = 3S_o \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) \quad (4.7)$$

де  $S_o$  – силоне навантаження на одиницю довжини паса, Н.

$\alpha_1$  – кут контакту паса з поверхнею шківів.

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \frac{D_{n_2} - D_{n_1}}{a}, \quad (4.8)$$

де  $D_{n_1}$  – діаметр приводного шківів двигуна, мм;

$D_{n_2}$  – діаметр приводного шківів ведучого вала транспортера, мм;

$a$  – відстань між осями, мм.

$$S_o = \zeta_o \cdot b$$

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

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

$$\alpha_1 = 180 \cdot 60 \frac{475 - 180}{1310} = 166^\circ.$$

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

Обчислюємо навантаження на зірочку приводу стрічки за формулою

$$F_t = \frac{2N}{d_1}, \quad (4.9)$$

де  $N$  – крутний момент, що діє на вал, Н·м;

$d_1$  – діаметр зірочки, мм.

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

$$F_r = F_t \cdot \cos \beta, \quad (4.10)$$

де  $\beta$  – кут нахилу зубчиків зірки.

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

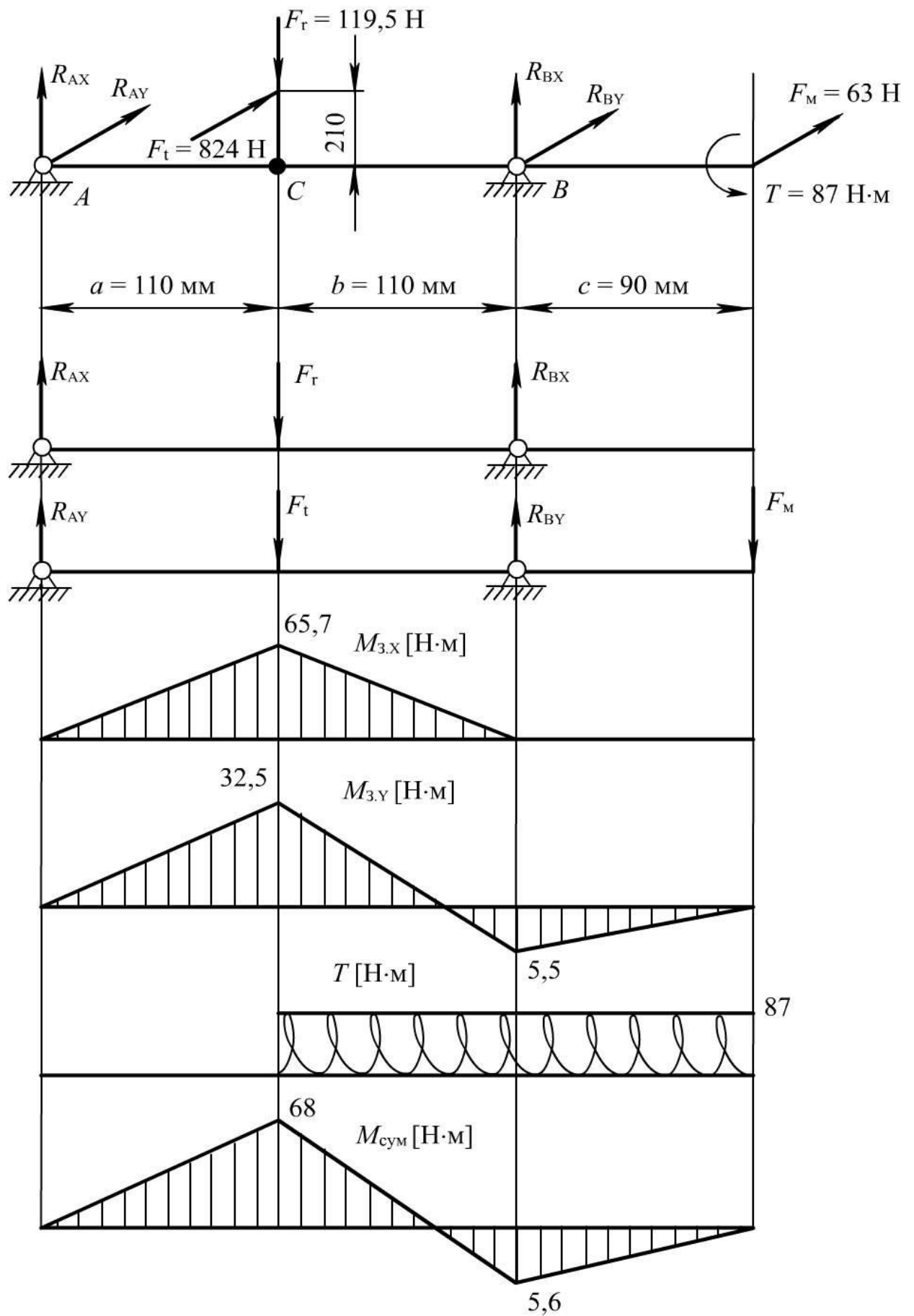


Рис.4.5 – Епюра моментів згину

#### 4.6. Енергетичний розрахунок.

##### 4.6.1. Розрахунок привода завантажувального транспортера

Для вибору двигуна завантажувального транспортера визначаємо витрати потужності на його привод за формулою

$$N_1 = \frac{Q}{367} (LW + L'), \text{кВт} \quad (4.11)$$

де  $Q$  – продуктивність транспортера, т/г;

$L$  – довжина горизонтальної проекції транспортера, м;

$W$  – коефіцієнт опору руху, ( $W = 11$ ).

$$N_1 = \frac{25}{367} (4,355 \cdot 1,9 + 3,280) = 0,79 \text{ кВт}$$

Оскільки привід поперечного скребкового транспортера здійснюється від завантажувального транспортера, потужність, необхідну для його приводу, визначаємо за наступною формулою

$$N_2 = \frac{Q \cdot L \cdot W}{367}, \text{кВт} \quad (4.12)$$

де  $Q$  – продуктивність транспортера, т/г;

$L$  – довжина транспортера, м ( $L = 4,5$  м);

$W$  – коефіцієнт опору, ( $W = 1,9$ ).

$$N_2 = \frac{25 \cdot 4,5 \cdot 1,9}{367} = 0,58 \text{ кВт}$$

Загальна потужність, необхідна для приводу завантажувального та поперечного транспортерів, визначається як сума потужностей, споживаних кожним із них

$$N = N_1 + N_2 = 0,79 + 0,58 = 1,37 \text{ кВт} \quad (4.13)$$

#### 4.7. Розрахунок підвіски на міцність.

Розрахунок допустимого згинального напруження виконуємо за формулою

$$\sigma_{зг} = \frac{3 \Delta A E}{l^2}. \quad (4.14)$$

де  $\Delta$  – товщина підвіски, кг/см<sup>2</sup>;

$$\Delta = l \sqrt{\frac{G \cdot \cos \beta}{3i \cdot A \cdot b \cdot E}} \quad (4.15)$$

де  $l$  – довжина підвіски ( $l = 0,6$  м);

$G$  – загальна вага решета з робочим навантаженням ( $G = 280$  кг);

$i$  – загальна кількість підвісок ( $i = 4$  шт);

$b$  – ширина підвіски ( $b = 0,6$  м);

$E$  – значення модуля пружності дуба ( $E = 100000$  кг/см<sup>2</sup>).

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

Отже

$$\sigma_{зг} = \frac{3 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 100000}{60^2} = 33,3$$

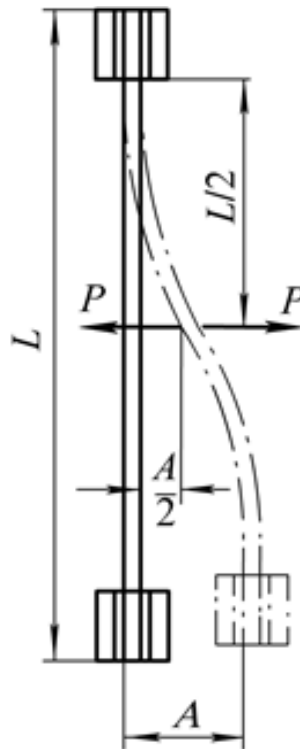


Рис. 4.6 – Розрахункова схема підвісної системи решета

Підвіски працюють не тільки на згин, а й сприймають зусилля розтягу, яке виникає під впливом дії вертикальної складової маси решітного стану.

Механічне напруження при дії сил розтягу розрахуємо за формулою

$$\sigma_p = \frac{G \cdot \cos \beta}{i \cdot b \cdot \Delta}, \quad (4.16)$$

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

4.8. Висновки по розділу.

Під час виконання інженерної частини було розглянуто конструкцію зерноочисного агрегату ОВУ–25, визначено основні недоліки в його роботі та обґрунтовано доцільність модернізації одного з ключових елементів – решета.

Проведений аналіз підтвердив, що типові решета зерноочисних машин мають обмеження в ефективності сепарації дрібних домішок, схильні до швидкого зносу та потребують частого обслуговування. Запропонована конструкція модернізованого решета каскадного типу дозволяє підвищити ефективність очищення зерна, зменшити втрати повноцінного матеріалу та забезпечити ефект самоочищення за рахунок особливостей геометрії стержнів і їх гнучкості.

У результаті розрахунків було визначено оптимальні геометричні параметри решета, амплітуду та частоту коливань, питомі навантаження на решітне полотно, а також сили, що впливають на вал завантажувального транспортера. Кінематичні та енергетичні розрахунки дозволили підібрати необхідні технічні характеристики для приводу, зокрема потужність двигунів і параметри передавальних механізмів.

## 5.ОХОРОНА ПРАЦІ.

### 5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути при вирощуванні озимого ячменю.

Процес вирощування озимого ячменю супроводжується дією низки небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Серед них основними є:

Фізичні фактори: підвищений рівень шуму та вібрації під час роботи з сільськогосподарською технікою, високий рівень запиленості повітря при обробі ґрунту, збиранні врожаю та очищенні зерна, а також несприятливі метеорологічні умови.

Хімічні фактори: під час внесення мінеральних добрив, гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів існує ризик потрапляння шкідливих речовин в організм людини через органи дихання або шкіру.

Механічні фактори: можливість травмування при роботі з обертовими, ріжучими або ударними частинами техніки та агрегатів.

Психофізіологічні фактори: значні фізичні навантаження, тривале перебування в незручному положенні, стресові ситуації під час напруженого робочого графіку.

Пожежонебезпечні фактори: висока температура, сухість, наявність горючих матеріалів і паливно-мастильних матеріалів створюють ризик займання під час збирання врожаю та зберігання зерна.

Електрична безпека: під час обслуговування електрифікованого обладнання (зерноочисні машини, вентилятори, освітлення) існує ризик ураження електричним струмом.

### 5.2. Заходи по створенню нормальних та нешкідливих умов праці при вирощуванні озимого ячменю.

З метою запобігання професійним захворюванням та нещасним випадкам необхідно реалізувати комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів:

Зниження рівня шуму та запиленості: застосування шумопоглинаючих матеріалів, регулярне змочування запилених поверхонь, вентиляція приміщень, робота з машинами з герметичними кабінами.

Безпечна експлуатація техніки: своєчасне технічне обслуговування сільськогосподарських машин, наявність захисних кожухів на рухомих частинах, робота лише з технічно справним обладнанням.

Пожежна безпека: наявність первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників, лопат, бочок з водою), заборона паління у зоні зберігання ПММ та зерна, навчання працівників правилам пожежної безпеки.

Раціональний режим праці та відпочинку: організація чергування праці та відпочинку, уникнення перевтоми, забезпечення належних умов для прийому їжі та відпочинку в полі.

Медичне забезпечення: регулярні медичні огляди працівників, наявність аптечок на робочих місцях, швидке надання першої медичної допомоги у разі нещасного випадку.

### 5.3. Висновки по розділу.

Забезпечення безпечних умов праці можливе лише за умови системного підходу до організації виробництва, використання сучасної техніки, засобів захисту та дотримання вимог охорони праці. Це дозволяє знизити ризики виробничого травматизму, покращити ефективність роботи та забезпечити стабільне функціонування агропідприємства.

## **6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.**

Озимий ячмінь є важливою високопродуктивною культурою, вирощування якої потребує комплексного підходу – від вибору попередника та підготовки ґрунту до захисту рослин і післязбиральної обробки. Дотримання оптимальних агротехнічних умов сприяє отриманню стабільних урожаїв високої якості.

Проведено аналіз типових технологій вирощування озимого ячменю, виявлено основні напрями вдосконалення: підвищення ефективності використання техніки, впровадження елементів точного землеробства, автоматизація технологічних процесів.

Детально розглянуто операційну технологію очищення зерна, виявлено основні фактори, що впливають на якість цього процесу: технічний стан обладнання, режим навантаження, вибір і налаштування решіт, а також умови зберігання та транспортування зерна.

Встановлено, що модернізація решіт зерноочисної машини є доцільним шляхом підвищення якості очищення зернової маси, зниження втрат повноцінного зерна та підвищення продуктивності агрегату. Запропонована конструкція решета забезпечує кращу сепарацію домішок, самоочищення робочої поверхні та стабільну роботу обладнання за різних умов.

Інженерні розрахунки підтвердили працездатність запропонованої конструкції решета, відповідність її геометричних і кінематичних параметрів технологічним вимогам, а також енергоефективність модернізованого агрегату.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

1. Васильковський М.І., Лузан П.Г., Васильковський О.М. Аналіз процесу відцентрової сепарації зерна на решетах. Розробка і технологія виробництва сільськогосподарських машин. Київ: ІСДО, 1994. С.18-20.
2. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини.– 6-е вид., перероб. і допов. К.: Урожай, 1992. 448 с.
3. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. К.: Урожай, 1991. 213 с.
4. Зберігання зернових культур. Компанія Trotec Ukraine. URL: <https://trotec.com.ua/uk/blog/zberigannya-zernovyh-kultur/>.
5. Лузан П.Г., Кісільов Р.В., Лузан О.Р. Обґрунтування параметрів решета з щілинами непостійного розміру. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2019. Вип. 49. С. 147-154. URL: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2019.49.147-154>.
6. Лузан П.Г., Лузан О.Р., Петренко Д.І. Обґрунтування параметрів решета для сепарації зерна. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2016. Вип. 29. С. 46-53.
7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Технологія зберігання та переробки сільськогосподарської продукції " для студентів спеціальностей 208 «Агроніженерія», 133 «Галузеве машинобудування» («Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва») / Укл. Д.В. Богатирьов, І.М. Осипов, В.В. Амосов, С.М. Лещенко, В.А. Онопа. Кропивницький : ЦНТУ. 52 с.
8. ОВС-25М очисник вороху самопересувний модернізований. URL: <https://bim-agritech.com/uk/ovs-25m-ochysnyk-vorohu-samoperesuvnyy-modernizovanyy>.
9. Олексієнко В.О., Петриченко С.В., Радев С.Ю. Аналіз конструкцій зерноочисних машин. Праці ТДАТУ. 2010. Вип. 10. ТЗ. С. 176-183.
10. Основи сталого розвитку аграрного сектора: Досвід та знання Франції, Чеської республіки, України / За заг. ред. Я. Сансебе, Т.М. Димань. Біла Церква: ТОВ «Офсет», 2006. 304 с.

11. Решето: пат. 105854 Україна, МПК В07В 13/07. № u 2015 08835; заявл. 14.09.2015; опубл. 11.04.2016, Бюл. №7.
12. Решето: пат. 55748 Україна, МКИ В07В 13/07. № 2002064527; заявл. 04.06.02; опубл. 15.04.03. Бюл. №4.
13. Решето: пат. 57101 Україна, МКИ В07В 13/04. № 2000021149; Заявл. 28.02.2000; Опубл. 16.06.03. Бюл. №6.
14. Решета Фадеева для зерноочисних машин. Fadeev agro: веб-сайт. URL: <https://www.fadeevagro.com/products/resheto-fadeeva/>.
15. Решітковий сепаратор: пат. 24700, Україна МКИ В07В 13/04. № 97063049; Заявл. 24.06.97; Опубл. 04.08.98. Бюл. № 5.
16. Решітний сепаратор: пат. 29822, Україна МКИ В07В 13/04. № 97073883; Заявл. 22.07.97; Опубл. 15.11.2000. Бюл. № 8.
17. Сало В., Лузан П., Богатирьов Д. Технічне забезпечення підготовки зерна до зберігання: монографія. Кіровоград: СПД ФО Лисенко В.Ф., 2014. 148 с.
18. Сало В.М., Лузан П.Г., Богатирьов Д.В. Наукові основи сепарації зерна на решетах з клиноподібною формою отворів: Монографія. Кіровоград: СПД ФО Лисенко В.Ф., 2013. 148 с.
19. Способи збирання та місця зберігання врожаю зернових культур. URL: <https://propozitsiya.com/articles/zbyrannya-i-zberezhennya-vrozhayu-zerna>.
20. Шмат С.І, Лузан П.Г. Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур. Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ». 2010. Вип. 94. С. 126–133.
21. Яке добриво краще для ячменю. URL: <https://plantagroup.com/news/57-kakoe-udobrenie-luchshe-dlia-yachmenia>.