**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
«___»_____ 2025
т.в.о. зав. кафедри _к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ ____Андрій ВОЙТІК_____
(підпис) (ініціали, прізвище)

# Дипломний проєкт

_____перший (бакалаврський)_____
(назва освітнього рівня)

тема проєкту: «Удосконалення технології глибокого обробітку ґрунту з розробкою конструкції чизеля»

Виконав: студент 3 курсу, 32к-ім групи
освітньої програми___агроінженерія____
спеціальності Н7 «Агроінженерія»
__Гордіян Вадим Сергійович__
(прізвище та ініціали)
Керівник к.т.н., доцент Олександр ПУШКА
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Умань – 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма «Бакалавр»
Спеціальність Н7 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
т.в.о. зав. кафедри _____ Андрій ВОЙТІК
«___» _____ 2025

# З А В Д А Н Н Я
# НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Гордіян Вадим Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту «Удосконалення технології глибокого обробітку ґрунту з розробкою конструкції чизеля»
керівник проєкту Пушка Олександр Сергійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
«01» квітня 2025 р. № №01-06/62
2. Строк подання студентом проєкту 20.05.2025р.
3. Вихідні дані до проєкту:
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
5. Ілюстративний матеріал: підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 7 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проєкту:

6. Консультанти розділів проєкту

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Прокопенко Е.В., доцент | | |

7. Дата видачі завдання _____

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту | Строк виконання етапів проєкту | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1. | Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу | | |
| 2. | Розділ 1 | | |
| 3. | Розділ 2 | | |
| 4. | Розділ 3 | | |
| 5. | Розділ 4 | | |
| 6. | Виконання ілюстративної частини проєкту: | | |
| 7. | Представлення проєкту керівнику на перевірку | | |

Студент _____ Вадим ГОРДІЯН
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту _____ Олександр ПУШКА
( підпис ) (прізвище та ініціали)

**ЗМІСТ**

П.

ВСТУП …… ...5

**ВСТУП..... 6**

**ЧАСТИНА 1 ..... 9**

**МЕХАНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ТА ОГЛЯД ПОТОЧНИХ ПРОЄКТІВ БУРЕННЯ..... 9**

1.1 Агротехнічні вимоги та механіко-технологічні характеристики до основних операцій обробки ґрунту ..... 9

1.2 Огляд доступних моделей ножиць ..... 11

**ЧАСТИНА 2 ..... 20**

**ОПИС КОНСТРУКЦІЇ РОЗРОБЛЕНОГО ФРЕЗА ..... 20**

2.1 Принцип роботи модернізованого культиватора ..... 20

2.2 Обґрунтування розташування робочих елементів по довжині машини за умов максимальної глибини посіву ..... 21 рік

2.3 Визначення положення робочих органів по ширині машини за умов змінної глибини посіву ..... 22

2.4 Обґрунтування швидкості руху та оптимального складу підрозділів .. 25

2.5 Визначення основних показників продуктивності установки для обробки ламінованої підлоги ..... 28 років

2.6 Розрахунок міцності з'єднань шасі та коробки передач екскаваторних естакад ..... 31

**РОЗДІЛ 3 ..... 34**

**БЕЗПЕКА НА РОБОЧОМУ МІСЦІ..... 34**

3.1 Загальна характеристика компанії та законодавчі вимоги щодо безпеки на робочому місці..... 34

3.2 Вимоги безпеки під час використання оновленого пристрою ..... 36

3.3 Організація контролю..... 37

**РОЗДІЛ 4 ..... 40**

**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ..... 40**

**ЗАГАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ ..... 46**
**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ РЕСУРСІВ ..... 48**

# ВСТУП

Одним із напрямків економії ресурсів у сільськогосподарському виробництві є раціональне використання систем мінімального обробітку ґрунту. Однією з можливостей такого виду землеробства є щадний обробіток ґрунту, який здійснюється за допомогою сільськогосподарської техніки, що забезпечує глибокий обробіток ґрунту без перекопування верхнього шару ґрунту на глибину від 27 до 45 см. Для реалізації цього підходу використовуються плоскі свердла та зубила.

Сільськогосподарська площа України становить близько 42 мільйонів гектарів, з яких близько 32,5 мільйона гектарів використовується під орне землеробство. Близько 21 мільйона гектарів цієї території є сільськогосподарськими угіддями, а близько 11,5 мільйона гектарів – приватними землями. Агрохолдинги загальною площею 21 мільйон гектарів забезпечують товарне виробництво сільськогосподарської продукції на площах від 50 до 10 000 гектарів. 41,6% з них – це середні та великі фермерські господарства, які використовують близько 90% орних земель і формують основу сільськогосподарського виробництва.

З технологічної точки зору, у сегменті виробництва сільськогосподарської сировини спостерігається стабільна тенденція до ресурсозбереження, що характеризується зниженням механічної обробки, надмірним використанням хімікатів та обмеженою сівозміною. Водночас енергоємні операції з обробки ґрунту, такі як оранка, замінюються менш витратними методами поверхневого обробітку ґрунту дископодібними робочими елементами або глибоким беззубим обробітком ґрунту плоскими ножами чи різними типами долоток. Крім того, є невеликі площі, де відбувається прямий посів без попереднього обробітку ґрунту. Водночас, є також приклади, коли цей вид посадки та вирощування був частково відкинутий.

Первинний обробіток ґрунту є фундаментальним елементом ефективного управління сільськогосподарським виробництвом та збереження ресурсів.

Правильний вибір основної системи обробітку з урахуванням регіональних кліматичних умов та обраної сівозміни одночасно вирішує проблему високої продуктивності на основі достатнього вологозабезпечення рослин протягом усього вегетаційного періоду з мінімальними фінансовими та матеріальними витратами на реалізацію, а також дозволяє врахувати екологічні аспекти та забезпечити збереження родючості ґрунту.

Отже, можна стверджувати, що одним із напрямків економії ресурсів у сільськогосподарському виробництві є раціональне використання систем мінімального обробітку ґрунту. Однією з можливостей цієї форми землеробства є щадний обробіток ґрунту, який здійснюється за допомогою сільськогосподарської техніки, що забезпечує глибокий обробіток ґрунту без перекопування верхнього шару ґрунту на глибину від 27 до 42 см. Для реалізації цього підходу використовуються плоскі свердла та зубила. У наш час проблеми комплексної механізації сільського господарства, підвищення технічного рівня, якості та надійності тракторів, зернозбиральних комбайнів, сільськогосподарської техніки та обладнання потребують нагального вирішення.

Не всі ферми використовують інтенсивні та промислові технології, а сучасні методи використання техніки та тракторів впроваджуються недостатньо. Більшість високопродуктивних машин працюють в одну зміну, а коефіцієнт оборотності машинно-тракторного парку коливається від 1,05 до 1,15.

Для збільшення виробництва озимої пшениці та задоволення потреб фермерських господарств у більш ефективному сільському господарстві планується перехід на інтенсивну технологію вирощування озимої пшениці.технологія, транспортні засоби та вантажівки, мінеральні добрива, високоефективні гербіциди та засоби захисту рослин.

Незважаючи на підвищення ступеня механізації, зростання продуктивності праці та зниження трудомісткості не досягають бажаних рівнів. Інтенсивність ручної праці загалом все ще висока.

Водночас, за останні роки науково-дослідні та дослідно-конструкторські організації та передові сільськогосподарські підприємства створили необхідні

техніко-технологічні умови для подальшого підвищення техніко-технологічного рівня виробництва озимої пшениці.

Удосконалюються техніка для обробітку ґрунту та посадки, технічне обладнання для хімічного захисту рослин та догляду за ними, а також збиральна та транспортна техніка, покращується якість насіння, розробляються нові, ефективніші сорти озимої пшениці, розширюється виробництво гербіцидів та добрив.

Для підвищення ефективності вирощування озимої пшениці та ефективного ведення господарства потрібне правильне використання техніки та тракторів з дотриманням певних агротехнічних умов. Метою цієї дипломної роботи є вдосконалення механізації обробітку ґрунту шляхом розробки нової конструкції чизеля.

# ЧАСТИНА 1
# МЕХАНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ТА ОГЛЯД ПОТОЧНИХ ПРОЄКТІВ БУРЕННЯ

## 1.1 Агротехнічні вимоги та механіко-технологічні характеристики до основних операцій обробки ґрунту

Ґрунт — це поверхневий шар земної кори, який утворюється в результаті поєднання хімічних та фізичних процесів.Ерозія, клімат, рослинні та тваринні організми та, останнім часом, діяльність людини. Ґрунт складається з трьох шарів:

1. Родючий шар. Цей шар містить важливу частину кореневої системи рослини. Листя та стебла рослин падають на поверхню.

2. По-друге. Його колір світло-коричневий. Містить відносно мало гумусу. Частинки ґрунту, солі та гумус також погано затримуються в ґрунті.

3. Субстрат. Його колір нагадує породу, з якої складається ґрунт цього регіону. Речовини, вимиті водою з верхніх шарів, проникають у цей шар. Цей шар є найскладнішим з трьох.

Вміст гумусу в ґрунтах не завжди однаковий. Це залежить від клімату та вирощуваних культур. Відмерлі частини рослин утворюють гумус, який містить значну частку нейтральних гумінових та ульмінових речовин. Через це підлога почорніє.

Чим більше гумусу містить ґрунт, який також містить кальцій, тим твердіші частинки ґрунту. Ці частинки добре поглинають вологу, не залишаються вологими довго та є бризконепроникними. І навпаки, ґрунти з низьким вмістом гумусу нестабільні та швидко втрачають свою структуру.

Агломерація є фундаментальною в процесі взаємодії між повітряним потоком і ґрунтом. Якщо кількість агрегатів діаметром більше 1 мм у поверхневому шарі становить понад 60% сухої маси ґрунту, ґрунт значною мірою стійкий до вітрової ерозії.

Стійкість ґрунту до вітрової ерозії значною мірою залежить від його механічної структури. Ґрунти з легкою механічною структурою та ті, що з низьким вмістом гумусу, легко піддаються ерозії. Надмірно сухі ґрунти, як правило, найменш стійкі до всіх форм ерозії.

Виходячи з цього, технологія обробітку ґрунту повинна зберігати структуру ґрунту та забезпечувати збереження вологи в шарах, доступних для коренів. Це можливо за умови дотримання наступних агротехнічних умов:

1. Після проходження агрегату на поверхні ґрунту має залишатися щонайменше 75% рослин та їхніх залишків. Частка частинок, що сприяють ерозії, повинна бути менше 40%.

2. Обробку ґрунту слід проводити з відхиленням ±2 см від агротехнічно визначеної глибини.

3. Після встановлення пристрою монтажна поверхня має бути рівною та може виступати максимум на 5 см.

4. Робоче обладнання не повинно бути засмічене бур'янами.

5. Між проходами має бути не більше 10 см простору.

На процеси, що відбуваються в ґрунті під час обробітку ґрунту, впливають основні механічні, технологічні та фізичні властивості ґрунту. Найважливіші з них.

Механічні властивості – це властивості, що характеризують поведінку матеріалу під час виникнення напруженого стану. Це; можна розділити на три групи, до яких належать показники, отримані за результатами випробувань на лиття (твердість, коефіцієнт об'ємної усадки); Випробування на зсув (коефіцієнт адгезії, коефіцієнт внутрішнього тертя); Випробування на специфічні типи деформацій (коефіцієнт Пуенсона тощо). Для характеристики механічних властивостей на завершальних стадіях деформації матеріалу використовуються кілька незалежних показників: межа текучості, межа плинності.

Механіко-технологічні властивості – це властивості, які залежать не лише від досліджуваного матеріалу, а й від поверхонь обробних елементів, що

взаємодіють з ним. До них належать, серед іншого, коефіцієнти тертя та адгезії різних матеріалів.

Далі існує окрема група властивостей, що характеризують результат взаємодії оброблюваного тіла з матеріалом: технологічні властивості. До них належать коефіцієнт неоднорідної гранулометрії, пористість, водопроникність та середній різний діаметр структурованих агрегатів.

### 1.2 Огляд доступних моделей ножиць

Під час росту рослин поверхні поля постійно обробляються машинами та агрегатами. Вилкові плуги та плоскі косарки використовуються для ущільнення ґрунту та зміни його структури. Цей негативний вплив знижує вологопроникність ґрунту, перешкоджає газообміну між ґрунтом та атмосферою, знижує біологічну активність і зрештою призводить до значних втрат врожаю. У районах з низькою вологістю та в сільськогосподарських угіддях з невеликою кількістю рослинних залишків рекомендується використовувати ножі та секатори замість оранки, особливо навесні. Таким чином, можна скоротити час основного обробітку ґрунту на 20–40%, зменшити витрату палива на 6–12 кг/га та вирішити загальні проблеми захисту ґрунту з обмеженими енергетичними ресурсами.

При основному обробітку ґрунту, під усіма просапними культурами та в суміжних сівозмінних ділянках рекомендується оранка по борознах глибиною 40–45 см замість коткування.

У зрошуваному землеробстві (особливо на півдні України) глибоке розпушування ґрунту є найперспективнішим методом обробітку ґрунту для вирощування рису. На відміну від інших культур, рис вирощують там, де постійно відбуваються повені, оскільки він потребує більше води. Тривале занурення рослин та висока вологість ґрунту протягом поствегетативної фази призводять до засолення польових галявин. Найефективніший спосіб протидії цьому явищу — активізувати аеробні процеси в ґрунті та досягти цього шляхом

систематичної аерації ґрунту поза сезоном.

Найбільшим недоліком рейкових плугів під час обробки ґрунту під полем єФізико-механічні властивості рису неминуче погіршуються, оскільки нижні, засолені шари ґрунту проникають на поверхню, що негативно впливає на врожайність сільськогосподарської продукції. Недоліками рейкових плугів є: формування основи плуга за кілька робочих проходів; Погіршення стану поверхні свердловини через утворення обвалених гребенів та канавок; недостатнє розпушування верхнього шару ґрунту при оранці надмірно вологих земель; Високе енергоспоживання та низька ефективність при глибокій оранці.

Вітчизняні заводи випускають ефективну ґрунтообробну техніку на основі плоских та долотоподібних робочих органів. Вищеописана техніка для обробки ґрунту використовує обертові знаряддя для мульчування та вирівнювання верхнього шару ґрунту. Це бурові агрегати АСР-3 (рис. 1.1) (ВАТ «Галещина, Машзавод»).



Рисунок 1.1. Ножичний агрегат АСР-3

При зрізанні по ширині борозни на дні борозни утворюються яскраво виражені гребені, які служать для регулювання балансу вологи в розпушеному шарі.

Давайте розглянемо найпоширеніші моделі ножиць.

Панірувальні сухарі, що випускаються провідними виробниками в різних країнах, мають схожу конструкцію. Наприклад, глибокорозпушувач RABA-JH-

14 характеризується тим, що його опорні стійки мають параболічну форму, що дещо знижує міцність на розрив.

Донедавна найчастіше використовувалися одноколонні культиватори типу ФЧ-4,5; Комп'ютер-2.5; ПСК-4.5 призначений для поглиблення орних ґрунтів та розпушування ґрунту з кілками та без них. Конструктивно він складається з шасі зі стандартним зчіпним пристроєм та опорними колесами для регулювання глибини посіву. Каркас оснащується вертикальними опорними стійками, оснащеними двома типами змінних цвяхів: пряморізними, стрілоподібними або зубилоподібними (рис. 1.2).

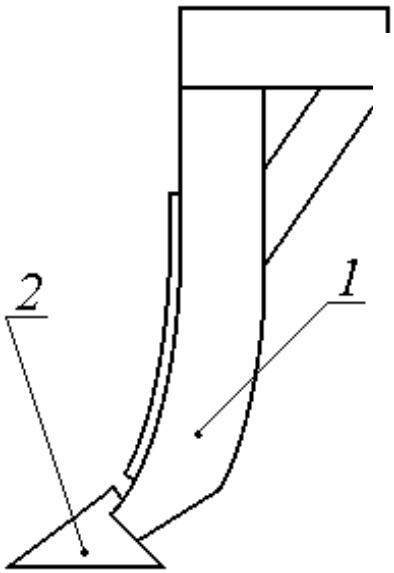



Рисунок 1.2. Схема конструкції одноколонного скарифікатора
Глибокий розпушувач РС-4.5:
1 – пам'ять; 2 – Зубилоподібний фіксатор.

Робочі органи розташовуються на порожнистій рамі вздовж робочої ширини на відстані між рядами, яка визначається відповідно до механічних та технологічних властивостей ґрунту.

За допомогою таких інструментів неможливо оптимально розпушити весь шар ґрунту, оскільки поломка леза долота призводить до нерівностей ґрунту. Зі збільшенням глибини поверхневі горби також стають більшими. З цієї причини

для подальшого розпушування та подрібнення поверхні рослинних залишків на шасі встановлено барабанний пристрій ПСТ-4.5 (ПСТ-2.5) з ножоподібними зубцями.

Конструктивною особливістю ґрунтового екскаватора РЗ-220.7 (рис. 1.3) є наявність додаткових стабілізуючих лопатей у вигляді двох рядів крил шириною 330 мм, які забезпечують вібрацію пласта. Це дозволяє краще релаксувати та переорієнтовувати пристрій у просторі, а отже, подовжує час затухання релаксації.

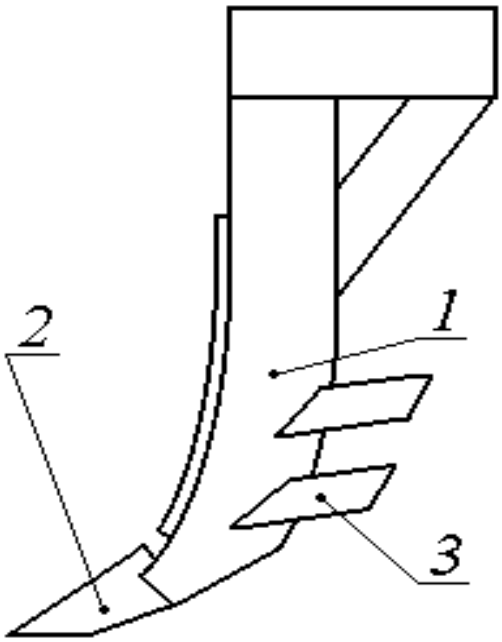



Рисунок 1.3. Конструктивна схема культиватора РЗ-220.7:
1 – пам'ять; 2 – долото; 3 - Крила

Крім того, негативний кут крил під час підйому пласта створює зону розрідження під крилами, де доцільно вносити мінеральні добрива. Конструктивно це було реалізовано у верстаті УДЖ-199.1.2, який оснащений трубкою, розташованою на задній частині кронштейна.

Якщо бажана більш інтенсивна обробка поверхневого шару ґрунту, то поширення набуло подрібнення рослинних залишків; Останнім часом поширення набув обробіток ґрунту чизельними культиваторами (КР-4.5, КШН-

3, КШН-5.6), оснащеними дисковими секціями або окремими дисками, розташованими рядами на робочих елементах (рисунок 1.4).

Ці знаряддя використовуються для підготовки підґрунтя або ґрунту на глибину від 6 до 16 см перед посівом зернових. Подібні ножичні культиватори широко використовуються в Західній Європі (Multitiller, Smaragd, Eurogruber).




Рис. 1.5. Навісний культиватор ГР-2.5.

Глибокорозчинна обробна машина призначена для глибоких та важкопрохідних ґрунтів глибиною до 25-50 см для захисту ґрунту від ерозії,

запобігання пошкодженням від оранки, покращення водно-повітряного балансу ґрунту та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

На щільних та важких ґрунтах нижній барабан ефективніший.

Обробку ґрунту цим пристроєм слід проводити кожні 3 - 4 роки. Висока ефективність захисту ґрунту пристрою гарантує, що щонайменше 80% рослинних залишків залишається на поверхні поля, а бур'яни повністю видаляються.

Крім того, існують численні технічні рішення для вдосконалення робочих частин зубила. Сільськогосподарська машина із серійним номером 1561838, призначена для покращення якості обробітку ґрунту та зменшення тягового опору. (Рисунок 1.6).

Робочий орган ґрунтообробної машини працює наступним чином.

Під час руху інструменту бічні стінки 1 та лезо 2 поглиблюються до 500 мм, і шар гравію зрізається. Робочі елементи 3 та 4 створюють зону подрібнення шляхом поздовжньої та поперечної дії на ґрунт.

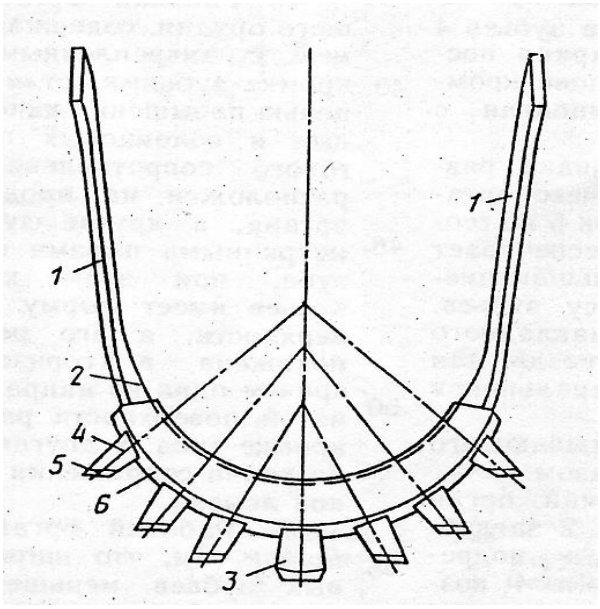



Рис. 1.6. Робочий орган ґрунтообробної машини:

1- бічні стовпи; 2 – зубчасті плуги; 3 та 4 – зуби; 5 та 6 – точні.

Особливість зрізання шару ґрунту лемешем 2, який оснащений ступінчастим розташуванням ріжучих кромок 5 та зубців 4 у горизонтальних площинах, полягає в тому, що одна частина ґрунту зрізається, а інша частина подрібнюється.

Для прямого різу використовуйте кіготь №. Нижче ви знайдете технічне рішення. 1664130, Метою винаходу є підвищення стійкості ґрунту до ерозії та зниження міцності на розтяг (рис. 1.7.)

Робоча група з питань захисту ґрунтів складається з n. 1 опора, н. 2 плоскі ріжучі кігті; На пронумерованих крилах 3 цих кігтів розташовані 4 V-подібних ріжучих леза. Кожен дровокол 4 оснащений культиватором 5 з валом 6. Передній профіль ріжучої кромки 7 опори 1 та ріжучі кромки 8 вала 6, які вигнуті відповідно до кривої «лемніската», забезпечують згрібання та транспортування рослинних залишків вгору з мінімальним опором і водночас утворюють шар дерну, що захищає ґрунт від ерозії вітром та водою.

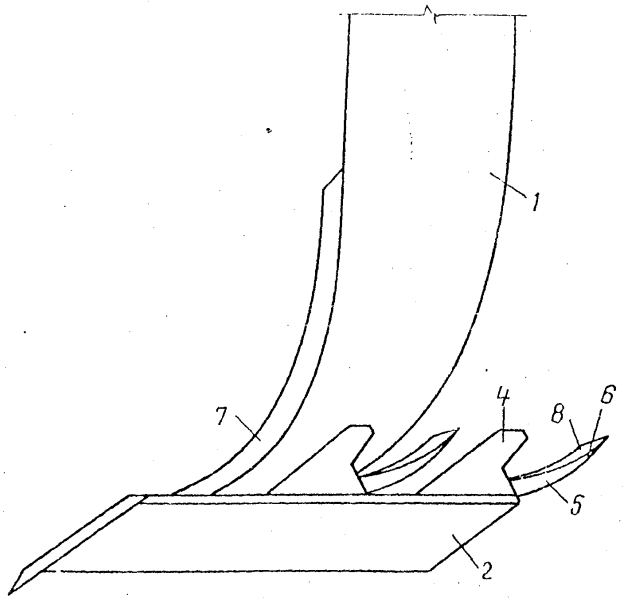



Рис. 1.7. Робоча група з питань захисту ґрунтів:
1- СТІЙ; 2 - прямий зріз кігтя; 3 – крила; 4 – Розсічення;
5 – розслаблений; 6 – ручка; 7, 8 – Кульмінація.

Методи роботи Робочої групи з питань захисту ґрунтів такі. Коли робочий орган проникає в ґрунт, шар ґрунту зрізається плоским ріжучим кігтем 2 та піднімається крилами 3. При цьому в нижній частині шару ґрунту утворюються поверхневі тріщини, які поглиблюються та розширюються в міру просування шару. Водночас гострий край столу №1 розрізає 7 шарів землі навпіл. Форма переднього профілю леза 7 зменшує силу різання та транспортує рослинні залишки вгору вздовж вигнутого краю 7, створюючи газон, захищений від ерозії. Потім кожен шматочок ґрунтового шару розрізають на паралельні смужки за допомогою 4 ножів. Нижня частина кожної смуги деформується профільованими поверхнями ножів 4 та лущильників 5. Верхня частина смуги розривається ударом об гострий край 8 ручки 6 та подрібнюється на дрібні частинки. Рослинні залишки зчісуються ручкою 6 та переносяться вгору вздовж вигнутих країв 8 з мінімальним опором, створюючи шар дерну, що захищає ґрунт від вітрової та водної ерозії.

Свідоцтво про авторське право №. Це технічне рішення, захищене. 1725781 (рис. 1.8), метою якого є підвищення ефективності розпушування ґрунту.

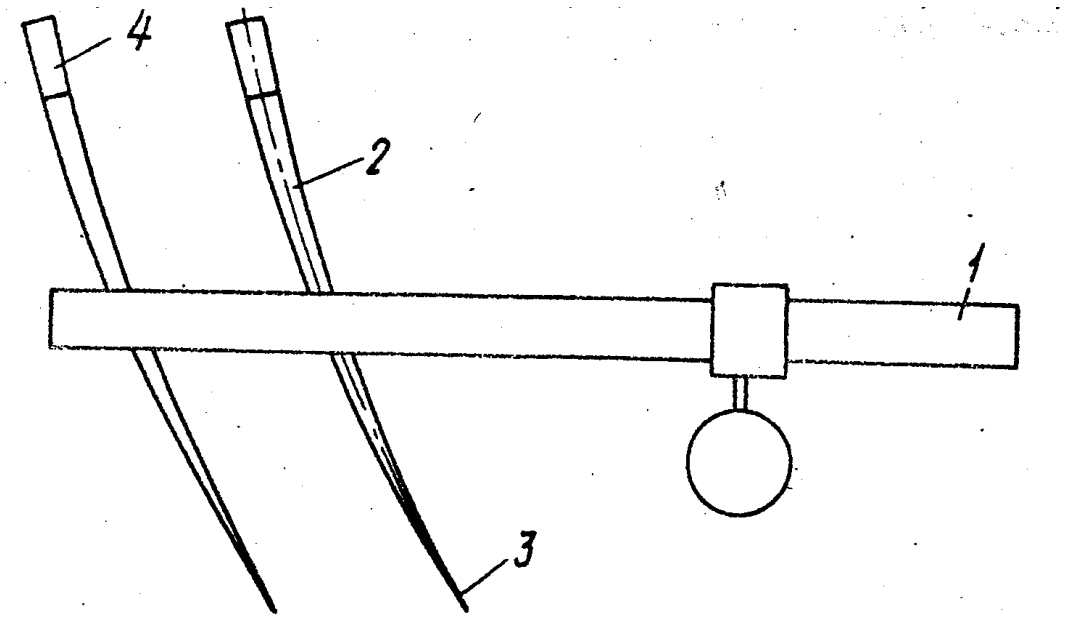



Рис. 1.8. Вібраційний культиватор:

1- Шасі; 2 – Робочі органи; 3 – вісь упорскування; 4 – Робочий ніж

Вібраційний культиватор працює наступним чином: на тракторі встановлюється блок живлення, потім напруга подається кабелями до трьох магнітострикційних трансформаторів культиватора. Вібраційні робочі елементи 2, встановлені на шасі 1, закопані в землю. Потім агрегат починає рухатися по полю, розпушуючи ґрунт як над робочими елементами, так і у своїй зоні. Вібрації елементів керування також сприяють процесу релаксації; Ці коливання здійснюють вібраційні рухи на різних рівнях. В результаті рухомі тіла здійснюють коливальні рухи в напрямку руху землі над ними. Цей процес покращує якість подрібнення та розпушування ґрунту, одночасно зменшуючи опір ґрунту.

Конструкція цього культиватора дозволяє обробляти всі культури в ґрунті, особливо на ділянках з еродованим ґрунтом.

**Висновок розділу 1.**Аналіз існуючих конструкцій ґрунтообробних машин показав, що існує різноманітність конструктивних рішень, які не повністю відповідають технічним вимогам сільського господарства. На основі результатів дослідження ми вирішили розробити модель комбінованого пристрою для

глибокого розпушування, придатного для оптимального розпушування шару ґрунту.

2. Загальна вага ґрунтообробної техніки, що виробляється в цьому секторі, розраховується без урахування негативного впливу на зовнішнє середовище технологічних процесів, які вони здійснюють. Для якісного проектування ґрунтообробних машин з використанням сучасних методів необхідно знати обмежені механічні та технологічні властивості ґрунту.

# ЧАСТИНА 2
# ОПИС КОНСТРУКЦІЇ РОЗРОБЛЕНОГО ФРЕЗА

## 2.1 Принцип роботи модернізованого культиватора

У період реформування агропромислового комплексу набувають значення питання, пов'язані з використанням побутової техніки. Це пов'язано з впровадженням великої кількості імпортних пристроїв. Через високу ціну, погану адаптивність до ґрунтово-кліматичних умов та відсутність інфраструктури для обслуговування та ремонту, ми радимо не купувати ці пристрої. Це знижує ефективність використання цих машин.

Тому сільськогосподарські підприємства, як правило, не можуть дозволити собі купувати іноземну техніку, тим більше, що її ціна в кілька разів вища за вітчизняну, а за технічними параметрами вона порівнянна з технікою, що виробляється машинобудівними підприємствами Кіровограда, Одеси, Полтави, Херсона та інших міст України.

На цьому тлі пропонуємо модернізувати глибокообробний культиватор АГР-2.4 (рис. 2.1), розроблений ПАТ «Галещена машзавод», та встановити робочі органи відповідно до авторського свідоцтва № 1690558.

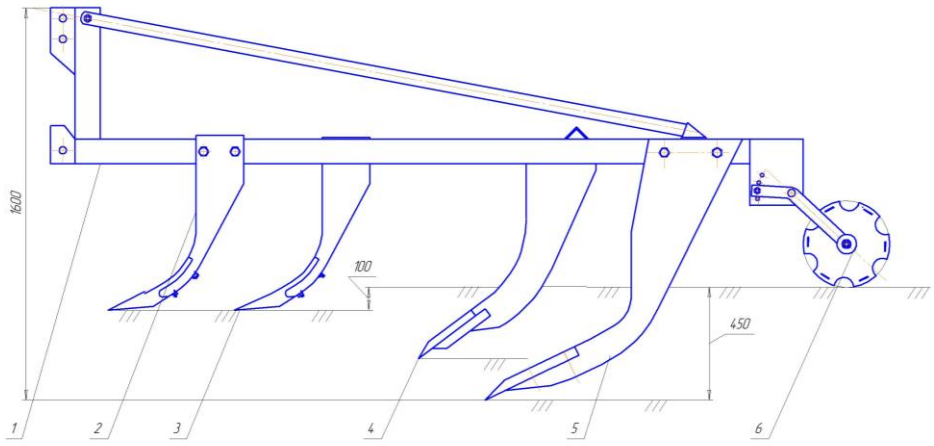


Рисунок 2.1. Схематичне зображення модернізованого глибокорозпушувача АГР-2.4:

1 – рама; 2 – робочий орган першого ряду; 3 – механізм підвіски; 4 – робочий орган другого ряду; 5 – робочий кузов третього ряду; 6 циліндрів.

Метою нашої роботи є підвищення надійності технологічного процесу та якості обробітку ґрунту, а також усунення засмічень, спричинених ґрунтовими та рослинними залишками в робочих елементах. Машина складається з шасі № 1, на якому розташовані три ряди робочих елементів. Дробний циліндр № 6 також встановлений на шасі.

Машина працює наступним чином: Потрібна робоча глибина робочого органу встановлюється за допомогою опорного ролика 6. Під час руху робочі елементи занурюються в ґрунт на глибину, задану агротехнікою, шар ґрунту розпушується та транспортується в міжрядний простір. Під час обробітку два долотоподібні кігті з лапками забезпечують розділення, деформацію та зміщення оброблюваного ґрунту в поздовжній, поперечній та вертикальній площинах, одночасно розштовхуючи ґрунт і рослинні залишки в різних напрямках і створюючи тріщини в ґрунті до певної глибини обробітку. Задньонавісні агрегати № 4 та 5 забезпечують додатковий обробіток ґрунту за допомогою ножиць, тоді як опорний каток вирівнює поверхню поля і таким чином забезпечує краще проникнення ґрунтової вологи в нижні шари. Розташування робочих органів долота 4 та 5, а також кігтів долота 2 на одній горизонтальній площині різання забезпечує формування більш гладкого дна борозни.

## 2.2 Обґрунтування розташування робочих елементів по довжині машини за умов максимальної глибини посіву

Визначаємо зону деформації ґрунту в напрямку руху екскаватора(Рисунок 2.2).

Вихідні дані для розрахунку:

*Початок.*$_1$– Робоча глибина першого ряду глибокорозпушувача, h1 = 0,25 м;

*Початок.*$_2$– Глибина обробки глибокорозпушувача другого ряду, h2 = 0,35 м;

*Початок.*$_3$– Робоча глибина третього ряду глибокорозпушувача, h3 = 0,45 м;

*ТНЕ*– Довжина між першим та другим рядом робочих елементів;

*Я чекаю*– Довжина між другим і третім рядом робочих елементів;

α □| ⌠∫ ⌇ ◊J ⌊⌊ ⌠ ®≥™⌇ ⌊⟩⌇ ⌊ ©⌊□⌊⌋ ⌊⌇∫ ⌠, α = 25 ©□◊™ ⌠⟩≥®;

φ □ ⊇ ⌠∫ ∫∑□∫□ ×□ ⌠⌇∫ ⌠| □≥|⌇ ⌊⌋ ®⌊⌊⌊©≥⟩∫J ⌊⟨ ⟩∫◊⌊⌉ ⌇◊ □≥|⌇≥⌜ ©⌊⌊⟨⌊⌇≥ (Ω =18%, φ1 = 38 ©□◊™ ⌠⟩≥®; Ω=14%, φ2=29 ©□◊™ ⌠⟩≥®; Ω=10%, φ3=21 ©□◊™ ⌠⟩ ).

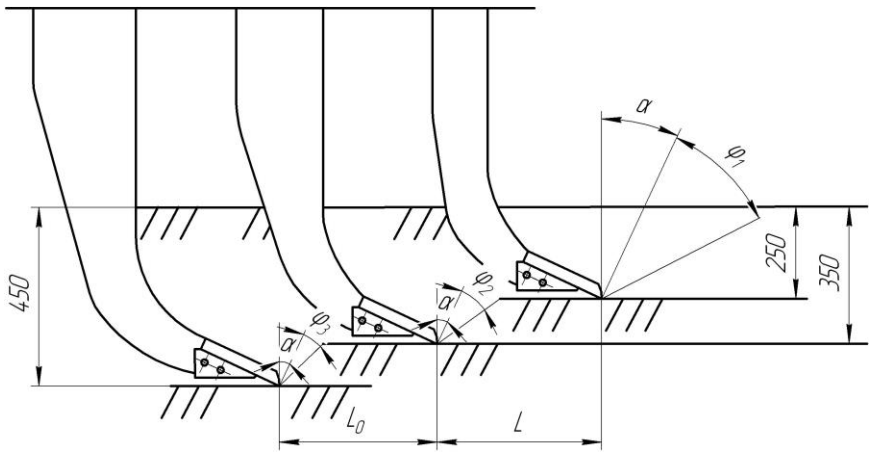



Рис. 2.2. – Розташування робочих елементів на максимальній глибині проникнення

Зона деформації ґрунту визначається виразом (2.1). Після:

$$L_1 = 0{,}08 + 0{,}25 \cdot \text{tg}(25°+38°) = 0{,}42 \text{Пане.}$$

$$L_2 = 0{,}08 + 0{,}35 \cdot \text{tg}(25°+29°) = 0{,}44 \text{Пане.}$$

$$L_3 = 0{,}08 + 0{,}45 \cdot \text{tg}(25°+21°) = 0{,}55 \text{Пане.}$$

## 2.3 Визначення положення робочих органів по ширині машини за умов змінної глибини посіву

(а) За умов мінімальної глибини оранки:

Тепер, коли ми розрахували розташування робочих елементів по довжині, нам потрібно розрахувати їх по ширині, щоб повністю знати всі технологічні розміри (рис. 2.3).

Розробляємо схему розрахунку:

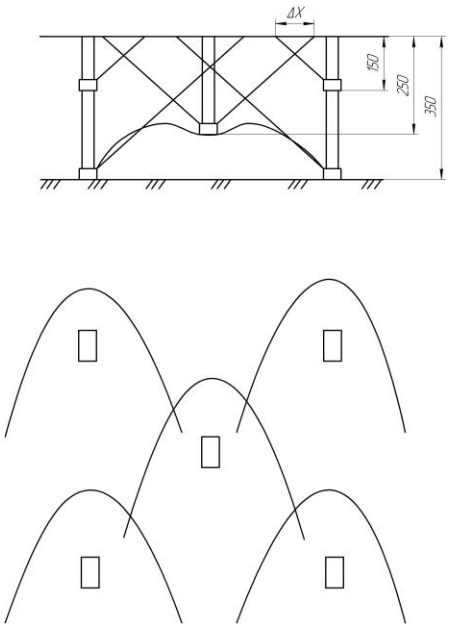



Рис. 2.3. Розташування робочих елементів з мінімальною глибиною введення

Визначимо ширину розетки:

$$B = b + 2 \cdot a \cdot \mathrm{tg}\frac{\Theta}{2} \qquad (2.2)$$

де: b – ширина полиці;

Глибина імплантації

$\Theta$- Кут перекриття

$$\mathrm{B}_{\min}^{150} = 0{,}03 + 2 \cdot 0{,}15 \cdot \mathrm{tg}\frac{42}{2} = 0{,}145 \text{Пане.}$$

$$B_{min}^{250} = 0{,}03 + 2 \cdot 0{,}25 \cdot tg\frac{42}{2} = 0{,}22\text{Пане.}$$

$$B_{min}^{350} = 0{,}03 + 2 \cdot 0{,}35 \cdot tg\frac{42}{2} = 0{,}3\text{Пане.}$$

Тепер можна розрахувати відстань між робочими органами з урахуванням коефіцієнта перекриття ΔХ:

$$B'^{min} = \frac{b}{2} + 2 \cdot B - \Delta X \qquad (2.3)$$

Де: ΔХ – коефіцієнт перекриття, ΔХ = від 25 до 45 мм.

$$B'^{150_{min}} = \frac{0{,}03}{2} + 2 \cdot 0{,}145 - 0{,}04 = 0{,}265\text{М}$$

$$B'^{250_{min}} = \frac{0{,}03}{2} + 2 \cdot 0{,}22 - 0{,}04 = 0{,}415\text{М}$$

$$B'^{350_{min}} = \frac{0{,}03}{2} + 2 \cdot 0{,}3 - 0{,}04 = 0{,}575\text{М}$$

b) На максимальній глибині оранки:

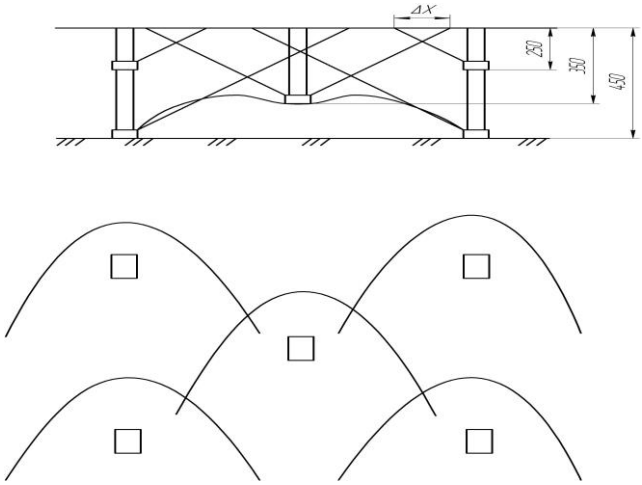



Рис. 2.4. Розташування робочих елементів на максимальній глибині оранки

Визначимо ширину розетки:

$$B_{max}^{250} = 0{,}03 + 2 \cdot 0{,}25 \cdot tg\frac{42}{2} = 0{,}22\text{Пане.}$$

$$B_{max}^{350} = 0{,}03 + 2 \cdot 0{,}35 \cdot tg\frac{42}{2} = 0{,}3\text{Пане.}$$

$$B_{max}^{450} = 0{,}03 + 2 \cdot 0{,}45 \cdot tg\frac{42}{2} = 0{,}38\text{Пане.}$$

Тепер можна розрахувати відстань між робочими органами з урахуванням коефіцієнта перекриття ΔХ:

$$B'^{\max} = \frac{b}{2} + 2 \cdot B - \Delta X \qquad (2.4)$$

Де: ΔХ – коефіцієнт перекриття, ΔХ = від 25 до 45 мм.

$$B'^{250}{}_{\max} = \frac{0,03}{2} + 2 \cdot 0,22 - 0,04 = 0,415\text{M}$$

$$B'^{350}{}_{\max} = \frac{0,03}{2} + 2 \cdot 0,3 - 0,04 = 0,575\text{M}$$

$$B'^{450}{}_{\max} = \frac{0,03}{2} + 2 \cdot 0,38 - 0,04 = 0,735\text{M}$$

## 2.4 Обґрунтування швидкості руху та оптимального складу підрозділів

Вихідні дані для розрахунку:

- Марка трактора – Т-150К (Таблиця 2.1);
- Марка сільськогосподарської техніки – ґрунтообробна машина AGR – 2.4;
- Тип системи – основна система – глибокої обробки;
- сільськогосподарський контекст – стерня, ґрунт – середньосуглинковий чорнозем;
- Тип зносу – вітер + вода;
- Глибина посадки: – до 45 см.
- рельєф місцевості – середній, ухил 3 градуси або більше;
- Розміри ділянки – L=600 ´ l=400;
- Експлуатаційна маса трактора - 72,2 кН;
- Експлуатаційна вага зброї - 33,7 кН;
- максимальна робоча ширина - 3,75 м
- допустима робоча швидкість – до 10,5 км/год

*Таблиця 2.1*

**Характеристики трактора Т-150К в Нкр = Нкр макс**

| Переказ | Швидкість агрегату, Vr, км/год | Годинна витрата палива, Гт, кг/год | Нормальна стискальна сила, Pcr, кН | Зсув, □, % |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| III. | 8.3 | 26 | 34.1 | 8.9 |
| IV. | 11.0 | 28,7 | 28.4 | 7.5 |

Визначимо питому міцність на розрив відповідної шестерні для заданої швидкості

$$K = K_0 \cdot \left[1 + \left(V_p - V_0\right) \cdot \frac{\Delta C}{100}\right], \qquad (2.5)$$

Де K0 – питома міцність на розрив, що відповідає швидкості руху, V0 = 5 км/год, $З._0$= 6,8 кН/м;

*Віртуальний*– Робоча швидкість агрегату на заданій передачі, км/год;

ΔX □ ∫\| |⟨≥⌊⌉⁄∑⦃⦄□ |⋃⌊⌈⌊↵ ⌈≥⦄⦃⟩∫≥⦃◊ □⌊|∫□©, ΔZ = 2...3%[9],

$$K_{\text{III}} = 6{,}8 \cdot \left[1 + \left(8{,}3 - 5\right) \cdot \frac{3}{100}\right] = 7{,}47;$$

$$K_{\text{IV}} = 6{,}8 \cdot \left[1 + \left(11 - 5\right) \cdot \frac{3}{100}\right] = 8{,}02.$$

Визначаємо максимальну ширину зони покриття агрегату

$$B_{пр} = \frac{P_{кр} G \sin\alpha}{K + S_м \sin\alpha + S_{БИГ}\left(f + \sin\alpha\right)}, \qquad (2.6)$$

Де Pcr – нормальна сила стиску, що діє на гак при заданій одиничній швидкості (кН);

*Г*– Вага трактора, кН;

$\sin\alpha = \frac{i}{100}$ – ухил місцевості, sin□ = 0,03;

$$S_м = \frac{G_м}{b_к} \qquad (2.7)$$

– Зв'язок між вагою машини та шириною балки U, кН,

Де bk – ширина одиниці, м;

$$\textit{бабуся} = Gk + Gb, \quad (2.8)$$

Тут Gk – маса зубила, кН;

*Гра*– Вага циліндра, кН;

*бабуся*= 33,7 кН;

$$S_{м} = \frac{33,7}{3,75} = 8,98 \text{ кН/м;}$$

*Ф*– узагальнений коефіцієнт тертя, f = 0,27;

$$B_{пр(\text{III})} = \frac{34,1 - 72,2 \cdot 0,03}{7,47 + 8,98(0,27 + 0,03)} = 3,82 \text{ М;}$$

$$B_{пр(\text{IV})} = \frac{28,4 - 72,2 \cdot 0,03}{8,02 + 8,98(0,27 + 0,03)} = 2,95 \text{ Пане.}$$

Визначаємо кількість машин, які можна розмістити в агрегаті.

$$n = \frac{B_{п}}{b_{к}}, \quad (2.9)$$

$$n_{(\text{III})} = \frac{3,82}{3,8} = 1,05 \text{ Шматок;}$$

$$n_{(\text{IV})} = \frac{2,95}{3,8} = 0,77 \text{ Шматок.}$$

Цей розрахунок показує, що кількість візків у всіх проходах має бути однаковою.

Визначимо міцність агрегату на розтяг:

$$R_a = n \cdot B_p \cdot K + G_м \cdot n \cdot \sin\alpha, \quad (2.10)$$

Де Vp – робоча ширина машини, м,

$$B_p = b_к \beta, \quad (2.11)$$

Або β □| ⌊∑⌋≥⟩≥≡⟨∫ ®⟩| ⌊□⟩∫◊⟨⌊□ □⌊⟨⌊||↵ 八□⟩⟨⌊ ◊©□∑©◊∫ ⌠, β = 0,96;

$$B_p = 2,4 \cdot 0,96 = 2,4 \text{ М};$$

$$R_{a(\text{III})} = 1 \cdot 2.4 \cdot 7,47 + (7,21 + 2,24) \cdot 1 \cdot 0.03 = 27,54 \text{ кН};$$

$$R_{a(\text{IV})} = 1 \cdot 2.4 \cdot 8,02 + (7,21 + 2,24) \cdot 1 \cdot 0.03 = 29,55 \text{ кН}.$$

Визначимо коефіцієнт використання сили тяги

$$\xi_p = \frac{R_a}{R_{кр} - G\sin\alpha}, \quad (2.12)$$

$$\xi_{p(\text{III})} = \frac{27,54}{34,1 - 72,2 \cdot 0,03} = 0,86;$$

$$\xi_{p(\text{IV})} = \frac{29,55}{28,4 - 72,2 \cdot 0,03} = 1,13.$$

Розрахунки показують, що за заданих умов використання трактора на четвертій передачі із зернозбиральним комбайном неможливе через перевантаження машини. Водночас, коефіцієнт використання сили тиску на третій передачі є цілком задовільним і становить □p = 0,86. Виявляється, що за цих умов є резерв у 14% потужності двигуна трактора, тому короткочасне перевантаження не впливає на хід технологічного процесу.

Згідно з розрахунками, ми припускаємо, що:

- Стандартна швидкість руху Vp = 8,3 км/год;
- годинна витрата палива Gt = 26 кг/год,

а результати розрахунків зведені в таблиці 2.2.

*Таблиця 2.2*

**Основні параметри трактора під час експлуатації**

| до позики зарплати | міцність на розтяг, *РА*, кН | коефіцієнт Споживання тягової енергії, □ | Робоча швидкість, Vр, км/год | Щогодини Вартість Паливо, *Чудово*, кг/год | Особливо Вартість Паливо, *Г*, кг/га |
|---|---|---|---|---|---|
| III. | 27.54 | 0,86 | 8.3 | 26 | 11.09 |

Тому робоча швидкість використовується як основа для подальших розрахунків.

## 2.5 Визначення основних показників продуктивності установки для обробки ламінованої підлоги

Визначаємо мінімально необхідну ширину смуги повороту.

$$E_{\min} = 2{,}8 \cdot R_0 + e + d_к, \qquad (2.13)$$

де е – одинична довжина шляху в м

$$MA\text{Є} = \text{l} + \text{lm}$$

$$i = 4750 + 2650 = 7400 \text{ мм } (7{,}4 \text{ м})$$

$$d_к = \frac{b_к}{2};$$

$$d_к = \frac{3{,}75}{2} = 1{,}9 \text{ М};$$

$$E_{\min} = 2{,}8 \cdot 3{,}8 + 7{,}4 + 1{,}9 = 19{,}94 \text{ Пане.}$$

Ширина дзьоба «Е» вважається кратною робочій ширині ручки, тобто Е = 22,8.

Визначте довжину кривої

$$L_x = (6{,}6...8)R_0 + 2e; \qquad (2.14)$$

Lx = 8,3,8 + 2,7,4 = 45,2 м

Визначаємо довжину робочого шляху (припускаючи, що середній розмір поля на схилах у південних умовах становить приблизно 600 х 400);

$$L_x = L - 2E; \quad (2.15)$$

$$L_x = 600 - 2 \cdot 22{,}8 = 544{,}4$$ Пане.

Визначаємо час, витрачений на продуктивну роботу під час проходження підрозділу

$$t_p = \frac{0{,}06 \cdot L_p}{V_p}; \quad (2.16)$$

$$t_p = \frac{0{,}06 \cdot 544{,}4}{8{,}3} = 3{,}93$$ менше.

Визначимо час холостого ходу при швидкості Vx = 5 км/год.

$$t_x = \frac{0{,}06 \cdot L_x}{V_x}; \quad (2.17)$$

Коробка передач = $\frac{0{,}06 \cdot 45{,}2}{5} = 0{,}54 хв$

Час, необхідний для очищення заготовок, встановлено на рівні toch = 3 хв.

Визначимо час, проведений у циклі

$$t_ц = t_р + t_к + t_{оч}; \quad (2.18)$$

tö = 3,93 + 0,54 + 3,0 = 7,47 хв.

Ми визначаємо час поза циклом.

$$t_{нц} = t_{ост} + t_{контр} + t_{об} + t_{въезд} + t_{выезд}, \quad (2.19)$$

De-Toast – вимкнення пристрою з особистих причин (фізіологічне вимкнення), Toast=10…15 хв;

*tcontr*– Час, необхідний для контролю якості та обробки, tконтролю=5…10 хв.;

*Tu* -Час, необхідний для технічного обслуговування на початку та в кінці зміни, tob = 20 хв.;

*Вхід*– Час на встановлення корпусу та підготовку всього намету = 2 хв.;

*від'їзд*– час відпускання штифта, tvыезд = 2 хв;

$$t_{нц} = 10 + 10 + 20 + 2 + 2 = 42$$ менше.

Визначте кількість циклів за зміну

$$П_ц = \frac{T_{см} - t_{нц}}{t_ц}, \quad (2.20)$$

Або *ТСМ*– Тривалість посади з урахуванням 8-годинного робочого дня, Tsm = 480 хв;

$$\text{Комп'ютери} = \frac{480 - 42}{7,47} = 58,63$$

Згідно з розрахунками, ми припускаємо парну та цілу кількість переходів або циклів. Комп'ютери = 60

Уточнюємо баланс одиниць робочого часу в стайні

$$T_{см} = П_ц\left(t_р + t_х + t_{оч}\right) + t_{нц}; \quad (2.21)$$

Тсм = (3,93 + 0,54 + 3,0) + 42 = 490,2

Визначимо ступінь використання робочого часу

$$\tau = \frac{T_р}{T_{см}} = \frac{t_ц П_ц}{T_{см}}; \quad (2.22)$$

$$\tau = \frac{7,47 \cdot 60}{490,2} = 0,92$$

Визначаємо технічну ефективність однієї години робочого часу за змінного робочого часу.

$$W_ч = 0,1 \cdot B_р \cdot V_р \cdot \tau; \quad (2.23)$$

Вт·год = 0,1 2,4 8,3 0,92 = 2,75 га/день

Визначаємо витрату палива на гектар

$$g = \frac{G_р T_р + G_х T_х + G_о T_о}{60 \cdot F_з}, \quad (2.24)$$

Gp, Gx, GO – витрата палива двигуном трактора Т-150К у заданий момент часу:

- при робочому навантаженні - Gp = 26 кг/год;

- порожній та в робочому стані - Gx = 11,5...14 кг/год;

- коли пристрій зупиняється з працюючим двигуном - GO = 2,5 кг/год;

*Турецька*– Час роботи пристрою під навантаженням;

$$Турецька = tpPc; \quad (2.25)$$

*Турецька*= 3,93 х 60 = 235,8 хвилин = 3,93 г;

*ЧЕТВЕР*– Простой агрегату;

$$T_x = t_x \cdot П_ц + t_{въезда} + t_{выезда}; \quad (2.26)$$

$T_x = 0{,}59 \cdot 60 + 2 + 2 = 39{,}4$ щонайменше = 0,65 г;

*Після*– Час роботи двигуна після зупинки

$$T_o = t_{оч} \cdot П_ц + t_{контр} + t_{ост} + t_{об}; \quad (2.27)$$

$T_o = 3 \cdot 60 + 10 + 10 + 20 = 220$ щонайменше = 3,66 г;

*Фз*-Виробнича площа або продуктивність за зміну;

$$F_з = W_ч \cdot T_р; \quad (2.28)$$

Фз = 2,78 3,93 = 10,8 га

Потім визначається витрата палива на гектар.

$$g = \frac{26 \cdot 3{,}93 + 13 \cdot 0{,}65 + 2{,}5 \cdot 3{,}66}{10{,}8} = 11{,}09$$ кг/га

## 2.6 Розрахунок міцності з'єднань шасі та коробки передач екскаваторних естакад

Гвинти вставляються в отвори зібраних деталей без будь-яких зазорів.

Такі конструкції використовуються при значних зсувних навантаженнях. Отвори в деталях калібруються розверткою, діаметр гвинта$^0$(виготовлено з допуском) $\frac{H7}{m6}$ $\frac{H7}{n6}$ $\frac{H8}{n7}$ )[4]. Зсувна сила S(H) поглинається безпосередньо гвинтом і діє як зсувна сила:

$$\tau = \frac{4 \cdot S}{\pi \cdot d^2{}_0 \cdot i \cdot z} \leq [\tau], \quad (2.29)$$

Розрахунковий діаметр гвинта, мм

$$Д_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi \cdot i \cdot z[\tau]}}, \quad (2.30)$$

де і – кількість площин сікання; z - кількість гвинтів; $[\tau]$- допустиме зсувне навантаження матеріалу гвинта (МПа), $[\tau]$=(0,2…0,3)$\sigma_t$, $\sigma_t$=300 МПа.

$$Д_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 40000}{\pi \cdot 1 \cdot 2 \cdot (0.2 \cdot 300)}}$$ Я отримую = 20,8 мм $d_0$ = 21 мм,

$$\tau = \frac{4 \cdot 40000}{\pi \cdot 21^2 \cdot 1 \cdot 2} = 57,7 \leq (0,2) \times 300) = 60 \text{ МПа},$$

Перевірте знос циліндричних контактних поверхонь з'єднаних деталей на нерізьбовій частині гвинта.

Коливання навантаження для з'єднання (МПа)

$$\sigma_{см} = \frac{S}{2 \cdot d_0 \cdot h \cdot z} \leq [\sigma_{см}], \quad (2.30)$$

Де h – товщина з’єднувального компонента в мм; $[\sigma_{см}]$- допустиме зсувне навантаження для болтового з'єднання, МПа; для вуглецевих сталей $[\sigma_{см}]$=(0,8…1,0)$\sigma_t$

$$\sigma_{см} = \frac{40000}{2 \cdot 21 \cdot 15 \cdot 2} = 31.7 \leq 0,8 \cdot 300 = 240 \text{ МПа},$$

**Висновок розділу 2.**На основі результатів дослідження можна зробити такі висновки:

1. Конструктивні зміни глибокорозпушувача АГР-2.4 спрямовані на підвищення якості технологічного процесу глибокого обробітку ґрунту з урахуванням досвіду, отриманого під час випробувань машин. Згідно з розрахунками, було встановлено, що при максимальній робочій глибині першого

ряду відстань між робочими органами повинна становити 0,415 м; друге місце 0,575 м, третє місце 0,735 м.

2. Внесені конструктивні зміни не погіршили якість розпушування ґрунту порівняно з виробничими знаряддями аналогічного класу. Згідно з результатами розрахунку: робоча швидкість агрегату $V_p$ = 8,30 км/год; Мінімальний діаметр гвинтів повинен$_0$=21 мм (з урахуванням сили різання S = 40000 Н, яка може виникнути у разі короткочасного перевантаження). Ми приймаємо$_0$=22 мм. Погодинна продуктивність 2,75зараз

# РОЗДІЛ 3
# БЕЗПЕКА НА РОБОЧОМУ МІСЦІ

## 3.1 Загальна характеристика компанії та законодавчі вимоги щодо безпеки на робочому місці

Для зменшення обсягу робіт, необхідних для підготовки до посіву зернових та інших культур, підготовку ґрунту проводять за допомогою комбінованого ґрунтообробного агрегату. Техніка підрізання базується на принципі, що агрегат, керований водієм трактора, рухається як маятник по полю, обробляючи поверхню та одночасно створюючи роздільну борозну, розпушуючи верхній шар ґрунту та захищаючи стерню.

Технологічна схема роботи включає: прямий культиватор (трактор); технологічний засіб (трактор, сільськогосподарська машина - комбінований обробний агрегат) та об'єкт обробки (земельна ділянка). Цей процес відповідає структурній моделі: «Люди-Організація-Технологія-Структура-Виробниче середовище» або в традиційній символіці «lotrv-2». Відповідно, вимоги з охорони праці розробляються відповідно до існуючих нормативних документів щодо цих елементів. Виробничим середовищем, в якому відбувається процес, є кабіна трактора. Оператор постійно присутній і залишає машину на короткі періоди для внесення змін, перевірки якості роботи, огляду пристрою та для особистого користування. Кабіна трактора постійно; піддається впливу таких факторів, як високі температури, вологість та склад повітря, тиск повітря, шум, вібрації та інтенсивність освітлення. Поза кабіною існує ризик травмування рухомими частинами пристрою.

Основні вимоги безпеки до елементів системи, що розглядається, та до виробничого середовища визначені на основі галузевого стандарту ОСТ46.4.2.143-83 ССБТ "Виробничі процеси на заводах. Загальні вимоги".

Основні вимоги до менеджера процесів:

- Тракторист повинен бути віком не менше 16 років;

- має право користуватися тракторами цього класу;

- Мати добрий стан здоров'я (пройти медичний огляд на загальні та професійні захворювання (радикуліт, бронхіт тощо))

- знати трактор та комбіновану машину для обробітку ґрунту;

- Мати посвідчення на право роботи на машинах підвищеної небезпеки відповідно до Типових положень про навчання з охорони праці.

Технічний стан агрегату повинен відповідати наступним вимогам: ГОСТ12.3.002-75 ССБТ (Загальні вимоги безпеки); Правила пожежної безпеки в Україні; ГОСТ12.3.003-76 та ГОСТ12.3.020-80 (Загальні вимоги до проведення робіт з прибирання); Вимоги, що містяться в ГОСТ 12.2.049-80 (Ергономічні вимоги), ГОСТ 12.2.019-86 та інструкції з експлуатації верстата Т-150. машини; Він повинен бути технічно справним та оснащеним необхідним обладнанням, інструментами та аптечкою першої допомоги.

Під час роботи та переміщення пристрою з одного місця на інше нахил підлоги не повинен перевищувати 20° для забезпечення стійкості.

Вимоги до загальних умов безпеки визначаються змістом галузевих стандартів, основним змістом яких є усунення небезпечних ситуацій та захворювань серед працівників шляхом конкретної організації праці.

Організація виробничого процесу залежить від конкретних умов ферми та рішень фермера щодо ведення діяльності. Оплата праці базується на законодавчих положеннях та чинних колективних договорах. Рівень організації охорони праці повністю залежить від діяльності керівника заводу та відповідальності працівників, що виконують той чи інший технологічний процес.

## 3.2 Вимоги безпеки під час використання оновленого пристрою

Трактористи, які мають право керувати тракторами цієї категорії та пройшли спеціальну підготовку, можуть керувати такими тракторами:

- Перед початком технологічної операції тракторист, який використовує техніку, проходить інструктаж з техніки безпеки та отримує пам'ятку з техніки безпеки, підписуючи протокол реєстрації;

- Одяг оператора машини не повинен мати довгих, звисаючих частин або кінців. Він може працювати лише в застебнутому та акуратно заправленому одязі та в головному уборі. Працювати у фартусі також заборонено;

- Категорично заборонено буксирувати трактор комбінованою сільськогосподарською машиною.

- У кабіні трактора повинна бути аптечка першої допомоги, що містить повний набір ліків;

- Надійність гальм та рульового керування необхідно систематично перевіряти;

- Забороняється перевозити вантажі на шасі комбінованого агрегату або використовувати його не за призначенням.

- Забороняється заходити в кабіну трактора або виходити з неї до повної зупинки трактора.

- Постійний контроль за справним станом об'єкта та наявністю справних засобів пожежогасіння (підключений вогнегасник, лопата);

- Сільськогосподарські господарства не можуть вносити будь-які структурні зміни до об'єкта без погодження з органом державного технічного нагляду.

Окрім перелічених загальних вимог безпеки, необхідно також враховувати конкретні умови експлуатації установки на місці та низку інших пов'язаних з ними небезпек. З урахуванням цих факторів, вимоги перелічені нижче:

- Трактористу забороняється доручати роботу на машині особам, які не входять до складу машини;

- Забороняється перебувати перед пристроєм під час роботи;

- Забороняється ремонтувати або регулювати будь-які деталі під час роботи та руху пристрою. Усі роботи з регулювання та технічного обслуговування можна проводити лише після повної зупинки пристрою та вимкнення двигуна.

- Не торкайтеся жодних рухомих частин машини, коли двигун працює.

- Під час роботи пристрою забороняється встановлювати ремені та ланцюги на шківи та шестерні, а також змащувати підшипники;

- Після зупинки машини рекомендується перевести важіль перемикання передач у нейтральне положення;

- У зоні повернення агрегату не повинно бути людей або транспортних засобів;

- Не залишайте на пристрої жодних інструментів чи інших сторонніх предметів після виконання налаштувань або ремонту;

- Після заходу сонця робота дозволяється лише з фарами, які забезпечують достатнє освітлення.

### 3.3 Організація контролю

Згідно із Законом України «Про охорону праці», безпосередні керівники, які здійснюють нагляд за робочим місцем, несуть відповідальність за умови безпеки на робочому місці.

В економічних взаємодіях купівля, продаж, оренда, передача об'єктів відповідальним особам, перехід майнових прав, пов'язаних з матеріальною відповідальністю, від однієї особи до іншої створює юридичну відповідальність за безпеку переданої технічної системи у вигляді об'єкта (машинної системи), процесу (технологічної системи).

Юридична особа несе відповідальність за раціональне використання виробничих ресурсів, включаючи матеріальні, людські та фінансові ресурси. Юридична особа може делегувати певні функції іншим особам та забезпечити документальне оформлення цього.

Мобільні робочі місця (тут агрегат із комбінованим снігоприбиральною установкою) становлять найбільшу частку матеріальних ресурсів і, через підвищений ризик, вимагають додаткової відповідальності за їх технічний стан та безпечну експлуатацію на додаток до матеріального ризику.

Сфери відповідальності різняться залежно від організаційної структури компанії та кваліфікаційних вимог, що пред'являються до сертифікованих спеціалістів. Отже, відповідальність має бути розподілена між тими, хто керує виробничими процесами в процесі господарської діяльності. Якщо неможливо довести, що особа, яка несе матеріальну відповідальність, несе відповідальність за умови безпеки підключеної системи, ця відповідальність має бути покладена на досвідченого фахівця з відповідною підготовкою та повноваженнями. Якщо обслуговування пристрою доручено зовнішньому постачальнику послуг, відповідальна особа визначається відповідно до умов договору. У сільському господарстві, особливо на малих фермах, вся відповідальність зазвичай лежить на керівниках ферм.

Особа, відповідальна за умови безпеки обладнання, здійснює контрольну функцію під час приймання та постачання засобів виробництва в різних економічних ситуаціях.

Під час проведення діагностичних та ремонтних робіт головний діагност та головний експерт записують результати огляду в лист первинної, сукупної або технічної діагностики стану.

Після отримання роботи якість безпеки оцінюється інспектором з охорони праці, і якщо перевірений матеріал не відповідає вимогам цього аркуша, він не підписує акт прийому-передачі.

Під час придбання пристрою оператор зобов'язаний, якщо немає договірних гарантій щодо відшкодування можливих збитків, перевірити комплектність, функціональність та працездатність усіх технічних систем, що використовують дані картки.

Буде створено комісію для інвентаризації, документування та атестації робочих місць. Присутність інженера з охорони праці та техніки безпеки є

обов'язковою на кожному етапі контролю показників безпеки технічною комісією.

Під час перевірки, що проводиться на основі аркушів, Комісія фіксує будь-які відхилення від стандарту та зазначає їх у акті прийому-передачі (при перевірці обладнання протягом періоду оренди, при виході з машинного відділення) та в діагностичному аркуші при перевірці після технічного обслуговування або ремонту.

**Висновки з розділу 3.**У цьому розділі представлені вимоги безпеки для обробки ґрунту модернізованими заповнювачами. Представлено технологію керування агрегатом на основі його показників безпеки. Наведено перелік параметрів для контролю робочої зони тракториста за допомогою індикаторів безпеки.

# РОЗДІЛ 4
# ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

Розрахунки техніко-економічних показників проводимо шляхом порівняння їх з ґрунтоочисною установкою серії АГР-2.4. Основна відмінність між агрегатами полягає в тому, що розроблена машина дозволяє робити менше технологічних перерв на очищення та регулювання завдяки більш досконалому розташуванню робочих елементів. Це збільшує використання робочого часу і, отже, продуктивність агрегату (Таблиця 4.1).

*Таблиця 4.1*

Вихідні дані для розрахунків доцільності.

| НІ. | індикатор | Розмір | Технологічна машина | |
|---|---|---|---|---|
| | | | херес | Модернізований |
| 1 | Річне робоче навантаження | Він має | 300 | 300 |
| 2 | продуктивність | зараз | 2.4 | 2.75 |
| 3 | Витрати на паливо та мастильні матеріали | кг/га | 12.5 | 11.09 |
| 4 | Вартість:<br>- трактори<br>- машини | Куна | <br>275000<br>46000 | <br>275000<br>48000 |
| 5 | Кількість обслуговуючого персоналу | | 1 | 1 |

Згідно із завданням дипломної роботи:

Звичайний робочий час:

Основний проект

З.НГ=$\frac{w_{СЕЗ}}{w_{ГОД}}$ = $\frac{300}{2,4}$ =125 ЗАРАЗ

AMG=$\frac{w_{СЕЗ}}{w_{ГОД}}$ = $\frac{300}{2,75}$ =109,09 Сміття (4.1)

Витрати на оплату праці:

Основний проект

VP = AMG □ n = 125□1 = 125 годин

ВП = КНГ □ n =109,09□1 = 109,09 год, (4.2)

Де n = 1 – кількість обслуговуючого персоналу.

Експлуатаційні витрати

експлуатаційні витрати; Вона включає основні та додаткові витрати на оплату праці за одиницю продукції, амортизацію, витрати на паливо та мастила, а також витрати на технічне обслуговування, ремонт та зберігання.

Основна та додаткова заробітна плата.

Основна зарплата та додаткова зарплата з бонусом:

Р =$\frac{c_T}{w_{ГОД}}$ · К$_1$ · к,(4.3)

Де знаходиться С?$_Т$- Вартість тарифу 14,64 грн/год;

З.$_1$= 1,2 – коефіцієнт, що враховує співплату (20%);

К2 = 1,375 – коефіцієнт, що враховує забезпечення соціальної діяльності.

Основний проект

Р = $\frac{14,64}{2,4}$ ·1·1,2·1,375 =10,07 HRK/га Р = $\frac{14,64}{2,75}$ ·1·1,2·1,375 =8,78 Куна/га

Амортизаційні відрахування.

Норма амортизації становить 15% для тракторів та 15% для сільськогосподарської техніки.

Річний регуляторний збір:

- Трактор - 1550 годин;
- Машини – 580 годин

Основний проект

Трактор: $ATR = \frac{275000 \cdot 15}{100 \cdot 1550 \cdot 2,4} = 11,09$ Куна/га А $_{ФР} = \frac{275000 \cdot 15}{100 \cdot 1550 \cdot 2,75} = 9,68$ Куна/га

Автомобіль: $AM = \frac{46000 \cdot 15}{100 \cdot 580 \cdot 2,4} = 4,96$ HRK/гаА $_{М} = \frac{48000 \cdot 15}{100 \cdot 580 \cdot 2,75} = 4,51$ Куна/га

Всього: А□ = 11,09 + 4,96 = 16,05 чеських крон/га

А□ = 9,68 + 4,51 = 14,19 грн/га

Витрати на паливо та мастильні матеріали.

база

VPMM = CPMM □VPMM = 14,5 □12,5 = 181,25 гривень/га

демонструвати

ВПММ = 14,5□11,09 = 160,81 грн/га

Витрати на технічне обслуговування, ремонт та зберігання.

Співвідношення витрат на технічне обслуговування, ремонт та зберігання:

- αTP = 8% □ ⟩∫◊®| ◊ ®≥™□◊J ⌠®◊⌇⌇□ ™⌊□ ®∈;
- αTP = 8% □ ⟩∫◊®| ◊ ®≥™□◊J ⌠®◊⌇⌇□ ⌇◊ □∑⌠⌊⌇∫.

Витрати на технічне обслуговування, ремонт та зберігання:

$$Б = \frac{В_Б \cdot (\alpha_{ТО} + \alpha_З + \alpha_{ТР})}{100 \cdot К_{НГ} \cdot W_{ГОД}} \cdot К, \qquad (4.4)$$

Де знаходиться Б?$_{Б.}$– Балансова вартість у гривнях;

К – еталонний коефіцієнт трансформації трактора.

база

Трактор: склопластик =□ $\frac{275000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 125 \cdot 2,4} = 176$ Куна/га

демонструвати

$$У_{ФР}= \frac{275000\cdot(11+8+0,2)}{100\cdot109,09\cdot2,75}=176$$ Куна/га

база

Машина: VM = $\frac{46000\cdot(11+8+0,2)}{100\cdot125\cdot2,4}=29,44$ Куна/га

демонструвати

$$У_{М}= \frac{48000\cdot(11+8+0,2)}{100\cdot109,09\cdot2,75}=30,72$$ Куна/га

Всього за одиницю:

Б = ВТР+ВМ = 176 + 29,44 = 205,44 грн/га.

Б = 176 + 30,72 = 206,72 грн/га

Загальні експлуатаційні витрати на гектар:

база

VE = 4,96 + 16,05 + 181,25 + 176 = 378,26 грн/га.

демонструвати

VE = 4,51 + 14,19 + 160,81 + 176 = 355,51 грн/га.

Експлуатаційні витрати на всі роботи:

база демонструвати

Е□ = БУДИНОК □WSEZ=378,26 300 = 113 478 грн Σ= 355,51 300 = 106653 кун

Капітальні інвестиції на гектар:

Основний проект

Трактор: КВ =$\frac{В_Б}{W_{СЕЗ}}$= $\frac{275000}{300}=916,67$ Куна/га К у= $\frac{275000}{300}=916,67$ Куна/га

Машина: KV = $\frac{46000}{300}=153,3$ Куна/га у= $\frac{48000}{300}=160$ Куна/га

Всього:

КВ= 916,67 + 153,3 = 1069,97 грн/га К. у= 916,67 + 160 = 1076,67 грн/га

Витрати на гектар показані наступним чином:

П у= EV + 0,15 кВ

база

ПД = 378,26+0,15□1069,97 = 538,76 грн/га.

демонструвати

$П_У$= 355,51 + 0,15□1076,67 = 517,01 грн/га.

Вартість усіх робіт зазначена нижче:

база

PV□ = PV□WSEZ = 538 76 300 = 161 628 грн

демонструвати

$П_{Порівняти}$= 517,01 300 = 155103 кун

Річний економічний вплив:

ВОНИ ІСНУЮТЬ$_{ВОНИ\ ІСНУЮТЬ}$= 161628 –155103 = 6525 кун

Термін амортизації:

Отже = 323000 - 321000 / 6525 = 0,3 роки

Дані розрахунків зведені в таблиці 4.2.

*Таблиця 4.2*

Економічна доцільність проекту

| НІ. | ІНДИКАТОРИ | версія | |
|---|---|---|---|
| | | база | демонструвати |
| 1 | Тип роботи | Основна підготовка ґрунту | |
| 2 | обсяг роботи, а | 300 | 300 |
| 3 | Склад підрозділу:<br>трактор<br>машина | <br>Т-150К<br>АГР-2.4 | <br>Т-150К<br>АГР-2.4 М |
| 4 | Продуктивність, га/год | 2.4 | 2.75 |
| 5 | Звичайний робочий час | 125 | 109.09 |
| 6 | Кількість обслуговуючого персоналу<br>-Тракторист<br>- Допоміжний персонал | <br>1<br>- | <br>1<br>- |
| 7 | Витрати на оплату праці, людино-годин/га | 125 | 109.09 |
| 8 | Погодинна ставка, грн/год | 14.64 | 14.64 |
| 9 | Витрата палива, кг/га | 12.05 | 11.09 |
| 10 | Загальна ціна на паливно-мастильні матеріали, грн/кг | 14,5 | 14,5 |
| 11 | Експлуатаційні витрати, грн/га<br>містять:<br>Амортизація:<br>-Трактор<br>-Машини | 378,26<br><br><br>11.09<br>4.96 | 355,51<br><br><br>9.68<br>4.51 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | -загалом<br>. Витрати на паливо та мастильні матеріали<br>Витрати на технічне обслуговування, ремонт, зберігання,<br>-Трактор<br>-Машина | 16.05<br>181,25<br><br>176<br>29.44 | 14.19<br>160,81<br><br>176<br>30,72 |
| 12 | Капітальні інвестиції, грн/га | 1069,97 | 1076,67 |
| 13 | Витрати вказані в гривнях/га<br>За весь обсяг дослідження, грн. | 538,76<br>161628 | 517.01<br>155103 |
| 14 | Річний економічний вплив, грн. | | 6525 |
| 15 | Фаза відновлення, роки | | 0,3 |

**Висновок розділу 4.**Розрахунки показують, що модернізований глибокорозпушувач має хороші експлуатаційні характеристики та може бути рекомендований до використання. Очікувана річна економічна вигода для сезонного навантаження 300 гектарів становить 6525 гривень.

## ЗАГАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ

1. Комбіновані машини та сівалки глибокого посіву можна використовувати різними способами замість рейкових машин.

2. Обґрунтовано склад орних земель, призначених для основних робіт. Основні експлуатаційні показники ґрунтообробного агрегату; - Змінна технічна годинна продуктивність була визначена на рівні 2,75 га/год; - Витрата палива на гектар становить 11,09 кг/га.Було проведено аналіз ущільнення ґрунту та його впливу на врожайність сільськогосподарських культур в умовах півдня України.

3. Було визначено, що для здійснення технологічного процесу машини під час обробки основного шару ґрунту відстань між робочими елементами на максимальній глибині обробки повинна становити 0,415 м, відстань між другим рядом - 0,575 м, а відстань між третім рядом - 0,735 м. Однак, враховуючи відстані між робочими елементами, остаточну відстань між ними можна визначити лише шляхом випробувань у реальних умовах експлуатації.

4. Внесені конструктивні зміни не погіршили якість розпушування ґрунту порівняно зі стандартними знаряддями аналогічного класу. Згідно з результатами розрахунку: робоча швидкість агрегату $V_p$ = 8,30 км/год; Мінімальний діаметр гвинтів повинен $_0$=21 мм (з урахуванням сили різання S = 40000 Н, яка може виникнути у разі короткочасного перевантаження). Ми приймаємо $_0$=22 мм.

5. Для забезпечення безпеки праці в сільськогосподарському середовищі було проведено аналіз робочої ситуації.. ПЗапропоновані заходи, що значно зменшують потенційну

Це знижує ризики, покращує умови праці працівників і таким чином підвищує їхню продуктивність.

6. Було розраховано економічну ефективність використання нового транспортного засобу. Враховуючи високу якість нового інструменту, економію часу під час обробки та накопичення вологи, прибуток склав 6 525 гривень, а

інвестиції окупилися менш ніж за рік. Виходячи з цих даних, можна зробити висновок, що експлуатація нового інструменту має економічний сенс.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ РЕСУРСІВ


1. Акваріус ШІ: Експлуатаційні характеристики тракторів та автомобілів. /І.І.Воджаник – К.: Урожай, 1994. – 224 с.
2. Войтюк, генеральний директор з сільськогосподарської техніки. / Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилюк – К.: Урожай, 1994. – 448.
3. Гревцов В.Д. Типові показники виробництва та витрата палива при механізованих сільськогосподарських роботах. / В. Д. Гревцов, Е. С. Афанасьєв– К.: Урожай, 1991. – 472 с.
4. Гряник Г. М. Охорона праці. / Г. М. Гряник, С. Д. Леман, Д. А. Бутко – К.: Урожай, 1994. – 272 с.
5. Організувати. Довідник для організованих сільськогосподарських інженерів VA/VA. – К.: Урожай, 1990. – 672 с.

Ільченко В.Ю. Практикум з використання машин у рослинництві. Дніпропетровськ. Державний аграрний університет / В.Ю. Ільченко, А.С.Кобець, віце-президент Мельник, П.І.Карасьов, прем'єр Кухаренко, – Дніпропетровськ, 2002. – 212 с.

6. Животков Л.А. Грано. / Л. А. Животков, С. В. Бірюков – К.: Урожай, 1989. – 320 с.
7. Кочев В.І. Особливості обробітку ґрунту під вирощування пшениці в степовій зоні півдня України. / Дослідження технологічних властивостей ґрунту як функції ущільнювального впливу сільськогосподарської техніки на ґрунт: Метод. Наука. Клас / В. І. Кочев, О. В. Білокопитов, А. А. Вершков – К. – 1984. – С. 139-144.
8. Кулик М. Ф. Удосконалення технологій зберігання та утилізації зерна. / М. Ф. Кулик – Вілмінгтон. : «ВГКЦ», 1996. – 240 с.
9. Куценко А. М. Агроекологія. / А. М. Куценко, В. М. Писаренко, О. І. Ющенко – К.: Урожай, 1995. – 256 с.
10. Лущенко В.Л. Огляд тракторів, комбайнів та автомобілів на показники безпеки. / В. Л. Лущенков – К. – Урожай, 1993. – с. 420.

11. Ільченко В.Ю. Використання машин у сільському господарстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П.Джолос. - К.: Урожай, 1996. - 384 с.

12. Павліський В.М. Проектування технологічних систем для рослинництва. / В.М. Павліський, Ю.П. Нагірний І. І. Мельник – Тернопіль: Збруч, 2003. – 264 с.

13. Технологічні карти та витрати на сільськогосподарське виробництво / П.Т. Саблук, Д.І. Мазаренко, Г.Є. Мазнєв. - К.: НЯЦ ІАЕ, 2005. - 402 с.

14. Типові показники видобутку та витрата палива для механізованих польових робіт. - К.: Урожай, 1991. - 472 с.

15. Говорун А. Г. Транспорт і навколишнє середовище / А. Г. Говорун, В. Ф. Скорченко, М. М. Тонкий. – К.: Хасат, 1992. – 144 с.