

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

УДК 631.316.2

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри сільськогосподарських машин
та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка

В'ячеслав БРАТІШКО
(ім'я, прізвище)

Юрій ГУМЕНЮК
(ім'я, прізвище)

«___» _____ 2023 р.

«___» _____ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему **Обґрунтування параметрів глибокорозпушувача**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання)

В'ячеслав БРАТІШКО
(ім'я, прізвище)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доц.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Андрій ДВОРНИК

(ім'я, прізвище)

Виконав:

(підпис)

Володимир БІЛОУС

(ім'я, прізвище)

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри сільськогосподарських машин
та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка

К.Т.Н., доц. Юрій ГУМЕНЮК
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я, прізвище)

« » 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Володимира БІЛОУСА
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Обґрунтування параметрів
глибокорозпушувача

затверджена наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 р. № 1943 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: науково-технічна література; результати
науково-дослідних робіт із дослідження глибокорозпушувачів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз існуючих досліджень глибокорозпушувача, обґрунтувати напрямок удосконалення параметрів глибокорозпушувача.
2. Провести теоретичне та експериментальне обґрунтування параметрів глибокорозпушувача.
3. Провести оцінку економічної ефективності використання обґрунтованих параметрів глибокорозпушувача.

Перелік графічного матеріалу Електронна презентація на слайдах

Дата видачі завдання «11» листопада 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

Андрій ДВОРНИК

(ім'я прізвище)

Завдання прийняв до виконання _____

Володимир БІЛОУС

(підпис)

(ім'я прізвище)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
1 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	7
1.1. Фізико-механічні властивості ґрунту	7
1.2. Технології та технічні засоби для обробітку ґрунту	8
1.3. Тенденції розвитку глибокорозпушувачів	15
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА	18
2.1. Огляд наукових досліджень	18
2.2. Теоретичне моделювання параметрів глибокорозпушувача	29
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА	34
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	44
5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ РОБОТИ	53
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Кваліфікаційна магістерська робота: 42 сторінки, 11 рисунків, 1 таблиця.

Мета магістерської кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності технологічного процесу обробітку ґрунту шляхом обґрунтування параметрів глибокорозпушувача.

НУБІП України

Об'єкт дослідження – закономірності впливу основних параметрів глибокорозпушувача на ефективність обробітку ґрунту.

Предметом дослідження конструкційні параметри глибокорозпушувача.

НУБІП України

При проведенні теоретичних й лабораторних досліджень отримано, що найкраще переміщення ґрунту відбувається параболічною поверхнею глибокорозпушувача із товщиною стійки 30 мм.

Ключові слова: ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧ, ОБРОБІТОК ҐРУНТУ, ПАРАБОЛІЧНА ПОВЕРХНЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, ТЯГОВИЙ ОПР.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Актуальність теми. Інтенсифікація мікробіологічних процесів й відновлення родючості ґрунту це важливе завдання аграріїв України. Вибір правильного глибокорозпушувача дозволяє оптимізувати обробку ґрунту під різні культури та в умовах різних типів ґрунту. Це сприяє поліпшенню структури ґрунту, підвищенню родючості та зменшенню ризику ерозії, допомагає створити оптимальні умови для росту рослин, покращує доступ до води та поживних речовин у ґрунті і сприяє збільшенню врожайності.

НУБІП України

Оптимальний вибір глибокорозпушувача дозволяє швидше та ефективніше обробляти ґрунт, що зменшує витрати часу на працю, допомагає зменшити вплив на навколишнє середовище і знижує витрати на паливо.

НУБІП України

Сучасні глибокорозпушувачі можуть бути обладнані різними технологічними рішеннями, такими як системи GPS, автоматизоване керування та моніторинг, що дозволяє підвищити продуктивність та точність роботи.

НУБІП України

Мета й завдання дослідження. Мета підвищення ефективності технологічного процесу обробки ґрунту шляхом обґрунтування параметрів глибокорозпушувача.

НУБІП України

Для досягнення мети необхідно було вирішити такі завдання:

— провести аналіз існуючих технічних засобів, що використовуються обробки ґрунту;

НУБІП України

— теоретично обґрунтувати параметри глибокорозпушувача із використанням теоретично обґрунтованих конструкційно-технологічних параметрів провести експериментальні дослідження в лабораторних умовах;

— виконати техніко-економічну оцінку ефективності використання глибокорозпушувача;

НУБІП України

1 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

НУБІП УКРАЇНИ

1.1. Фізико-механічні властивості ґрунту

Фізико-механічні властивості ґрунту мають велике значення для сільського господарства, оскільки вони впливають на ріст і врожайність рослин, вибір сільгосптехніки та технологій обробки ґрунту. Деякі з основних фізико-механічних властивостей ґрунту, які мають важливе значення для сільського господарства, включають:

Щільність вказує на ступінь компактності ґрунту. Вона може впливати на його навантажувальну спроможність та стійкість. Міцність ґрунту вказує на його стійкість та здатність витримувати навантаження. Пластичність ґрунту визначає його здатність до пластичної деформації та маневрування. Це важливо при виборі робочої техніки та внесенні добрив. В'язкість визначає рівень гудості ґрунту та впливає на опір механічним рухам машин та інструментів при обробці.

Питома вага — це вага одиниці об'єму ґрунту. Вона визначається вагою ґрунту і його об'ємом і вимірюється у Н/м^3 або кН/м^3 . Питома вага може варіюватися в залежності від типу ґрунту та вологості.

Гранулометричний склад ґрунту вказує на розмір та розподіл частинок (пісок, глина, сilt і т.д.). Цей параметр впливає на водопроникність, водозбереження та повітропроникність ґрунту, що важливо для росту рослин.

Пористість ґрунту визначає об'єм порожнин у ньому, які можуть містити воду та повітря. Велика пористість сприяє збереженню води та забезпечує доступ рослин до неї.

Вологість ґрунту вказує на вміст води в ньому. Вологість впливає на доступність води для рослин та процеси розкладання органічних решток.

Проникність ґрунту вказує на його здатність пропускати воду і повітря. Це впливає на забезпечення коренів рослин водою та поживними речовинами.

НУБІП УКРАЇНИ

Розуміння цих фізико-механічних властивостей допомагає аграріям вибирати правильну технологію обробки ґрунту, виконувати належні агротехнічні заходи та підвищувати врожайність. Для кожного типу рослин і типу господарства може бути оптимальний набір фізико-механічних властивостей ґрунту, і їх аналіз допомагає досягти кращих результатів в сільському господарстві.

1.2. Технології та технічні засоби для обробки ґрунту

Технології обробки ґрунту в сільському господарстві та садівництві включають в себе різні методи та інструменти для підготовки та підтримки родючості ґрунту, зменшення впливу шкідливих факторів, підвищення врожайності і поліпшення загального стану ґрунту. Ось деякі з основних технологій обробки ґрунту:

1. Традиційний метод обробки ґрунту, який включає в себе використання плуга для розділення та перевертання підстилки та верхнього шару ґрунту. Це допомагає покращити доступ повітря та води до коренів рослин та підвищити родючість ґрунту.

2. Мінімальна обробка ґрунту передбачає обмеження обробки ґрунту, зменшення кількості обробки та робіт зі структурою ґрунту, щоб зберегти його природну структуру і мікроорганізми.

3. Мульчування полягає в покритті ґрунту шарами органічних матеріалів, таких як соломка, сіно, солом'яна плівка або пластмасова мульча. Це допомагає зберегти вологу, знизити рівень ерозії та попередити ріст бур'янів.

4. Консервувальна обробка ґрунту, яка полягає в застосуванні різних методів для збереження та відновлення родючості ґрунту, включаючи застосування органічних добрив, компосту та мікробіологічних препаратів.

5. Глибока обробка ґрунту, для деяких культур, що можуть вимагати глибокого обробки ґрунту і створення оптимальних умов для коренів рослин.

6. Технології, спрямовані на збереження вологи, включають у себе створення захисних бар'єрів, які допомагають утримувати вологу в ґрунті.

7. Системи нульового обробітку (No-Till), що передбачає відмову від традиційного плугу та збереження решти рослинності на поверхні ґрунту і допомагає зберегти структуру ґрунту та зменшити ерозію.

Вибір конкретної технології обробітку ґрунту залежить від виду культур, кліматичних умов, доступних ресурсів і екологічних міркувань. Модерні методи все більше спрямовані на стаду та ефективну агрокультуру, з огляду на збереження навколишнього середовища та ресурсів.

Вибір конкретних технічних засобів залежить від типу обробки, виду культур, масштабу сільського господарства і доступних ресурсів. Технології та машини для обробітку ґрунту постійно розвиваються з метою поліпшення продуктивності та збереження навколишнього середовища. Технічні засоби для обробітку ґрунту включають в себе різні машини та інструменти, які використовуються для обробітку та підготовки ґрунту для сівби або посадки рослин.

Плуги є одними з найбільш традиційних засобів для обробітку ґрунту. Вони використовуються для розділення та перевертання підстилки та верхнього шару ґрунту, щоб підготувати його для сівби або посадки рослин.

Ґрунтофрези розробляють ґрунт та розмелюють його в дрібні фрагменти, покращуючи його структуру та дозволяючи кореням рослин легше рости. Фрези використовуються для глибокого обробітку ґрунту, що допомагає поліпшити структуру ґрунту та забезпечити кращу вентиляцію. Вони мають обертовий фрезер, який розкладає ґрунт та піднімає його вгору. Можуть бути великими або малими, в залежності від обсягу робіт.

Дискові борони використовуються для розпушування та вирівнювання поверхні ґрунту, розмелювання бур'яну та решти рослинності після збору врожаю. Вони допомагають розірвати комини ґрунту та покращити його структуру.

Культиватори використовуються для вирівнювання ґрунту, розробки поверхні, позбавлення від бур'янів і роботи з рештою рослинності, допомагають покращити структуру ґрунту та підготувати його для посіву.

Грунтообробні комбайни поєднують у собі кілька операцій, такі як рихлення, культивування, посів і внесення добрив. Вони дозволяють зекономити час та ресурси. Грунтообробні агрегати допомагають забезпечити оптимальні умови для росту рослин, підвищити врожайність та покращити якість продукції в сільському господарстві та садівництві.

Глибкорозпушувач, також відомий як глибкорозрихлювач, є сільськогосподарським обладнанням, призначеним для обробки глибоких шарів ґрунту. Основна функція глибкорозпушувача полягає в розпушуванні та підготовці глибоких шарів ґрунту для посіву рослин або для підвищення якості ґрунту в сільському господарстві.

Глибкорозпушувачі використовуються для покращення якості ґрунту, створення оптимальних умов для росту рослин і збільшення врожайності.

Глибкорозпушувачі призначені для роботи на значній глибині від 30 см до 1 м або більше, залежно від моделі та вимог. Це дозволяє полегшити глибокі шари ґрунту і створити легку структуру для коренів рослин. Глибкорозпушувачі допомагають руйнувати рештки попереднього урожаю та поживні залишки в ґрунті, що сприяє подальшому розкладанню та переробці.

Глибкорозпушувачі використовуються в сільському господарстві, особливо для культур з глибоким коренем, таких як кукурудза, буряк, соя, картопля та інші.

Існує багато виробників глибкорозпушувачів, і на ринку доступні різні марки та моделі цього сільськогосподарського обладнання. Вибір марки і моделі глибкорозпушувача може залежати від потреб сільського господарства, типу робіт, типу ґрунту та бюджету.

John Deere 915 є однією з найвідоміших марок сільськогосподарської техніки, включаючи глибкорозпушувачі. Вони пропонують широкий вибір моделей для різних видів робіт і умов ґрунту. Одним із представників є John Deere 915 (рис. 1.1).



Kverneland – є виробником глибокорозпушувачів CLI 430 (рис. 1.2) з високою якістю та технологічною дорогою обробки ґрунту.



Case IH також виробляє глибокорозпушувачі та інші сільськогосподарську техніку. Вони відомі своєю продуктивністю та надійністю особливо глибокорозпушувач Case IH Ecolo-Tiger 875 (рис. 1.3).



Глибокорушувачі

Great Plains відомі своєю лінійою глибокорушувачів SS 1300 (рис. 1.4), які розроблені для роботи в різних умовах.



Рисунок 1.4. – Глибокорушувач Great Plains SS 1300.

Важливо враховувати різні фактори при виборі марки та моделі глибокорушувача, такі як розмір господарства, тип робіт, тип ґрунту та бюджет. Ретельний аналіз та консультація з фахівцями можуть допомогти знайти найбільш підходящий варіант для конкретних потреб.

Глибокорушувачі оснащені спеціальними робочими органами, які проникають глибоко в ґрунт та розпушують його. Ці робочі органи можуть збути широкими лапами, гранульованими дисками або іншими типами. Деякі глибокорушувачі обладнані системами для внесення добрив у глибокі шари ґрунту, що сприяє поживним речовинам до коренів рослин. Стійка глибокорушувача (рис. 1.5.) комплектується тукопроводоми одночасного внесення рідких й сухих добрив.



Рисунок 1.5. – Стійки глибокорушувачів.

У глибокорозпушувачах встановлюють долотоподібні наконечники різної форми (рис. 1.6).



Рисунок. 1.6. – Наконечники глибокорозпушувача.

Глибокорозпушувачі можуть мати різні конструкції та робочі елементи, такі як зуби, диски або шпори, які допомагають розпушувати ґрунт на різну глибину. Вони можуть бути тяговими або навісними. Вибір конкретного глибокорозпушувача залежить від типу робіт та вимог сільського господарства.

1.3. Тенденції розвитку глибокорозпушувачів

Розвиток глибокорозпушувачів спрямований на вдосконалення їхньої функціональності, продуктивності, зменшення впливу на ґрунт, збільшення точності та автоматизації, мультифункціональності, мінімізації екологічного впливу, використання нових матеріалів та технологій виготовлення, енергоефективність, врахування різноманітних типів ґрунту та співпраці з іншою сільськогосподарською технікою.

Тенденція до впровадження GPS-технологій і автоматичного керування дозволяє досягти більшої точності при роботі глибокорозпушувача. Це сприяє раціональному використанню ресурсів і покращенню якості обробки ґрунту. Деякі глибокорозпушувачі можуть виконувати не лише розпушування ґрунту, але й внесення добрив, засобів захисту рослин або інших агротехнічних операцій, що дозволяє економити час та паливе під час обробки полів.

Вдосконалення систем енергозбереження та використання більш потужних, але ефективних двигунів сприяє зменшенню витрат пального та викидів CO₂.

Застосування нових легких та міцних матеріалів, таких як алюміній або композити, дозволяє зменшити вагу глибокорозпушувачів та покращити їхню маневреність. Розробники звертають увагу на різноманітність типів ґрунту та враховують особливості кожного типу при створенні глибокорозпушувачів.

Глибокорозпушувачі стають частиною комплексних агротехнічних систем та можуть взаємодіяти з іншими сільськогосподарськими машинами та технікою для забезпечення комплексного підходу до обробки ґрунту.

Ці тенденції розвитку глибокорозпушувачів спрямовані на покращення продуктивності сільського господарства, збереження ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля.

Аналізуючи вище сказане метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності технологічного процесу обробки ґрунту шляхом обґрунтування параметрів глибокорозпушувача.

Для досягнення мети необхідно було вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих технічних засобів, що використовуються (обробітку ґрунту);
- теоретично обґрунтувати параметри глибокорозпушувача із використанням теоретично обґрунтованих конструкційно-технологічних параметрів провести експериментальні дослідження в лабораторних умовах;
- виконати техніко-економічну оцінку ефективності використання глибокорозпушувача.

2 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГЛИБОКОРОЗПУЩУВАЧА

2.1. Огляд наукових досліджень

Питанню взаємодії робочих органів із ґрунтом присвячено значну кількість наукових робіт із землеробської механіки відомих вітчизняних й зарубіжних учених: П. У. Бахтін, В. В. Бледих, П. Н. Бурченко, А. Т. Вагін,

П. М. Василенко, Д. Г. Войтюк, В. К. Горячкін, Ю. О. Туменюк, В. О. Дубровін, В. А. Желіговський, О. Г. Караєв, В. П. Ковбаса, В. І. Кравчук,

В. П. Курка, А. С. Кушнар'ов, А. І. Мороз, М. Л. Новохацький,

А. М. Панченко, Л. В. Погорілий, В. М. Сало, П. В. Сисолін,

О. Н. Соколовський, А. П. Спирін, В. В. Теслюк, К. Г. Шндлер, Л. П. Шустік й

ін.

Дослідження П. А. Костичева, В. Р. Вільямса, Н. А. Кочинського, І. Б.

Ревута й багатьох інших вчених показали, найкращі умови росту й розвитку рослин забезпечуються в структурі орного шару ґрунту із розмірами грудок 0,25-10 мм. В. В. Медведєв важливе уточнення, що найбільш оптимальні умови рослин забезпечуються при диференціації орного шару ґрунту із структурним

складом й щільністю. Поверхневий прошарок ґрунту (до 4 см) повинен

складатися із більших грудок розміром 5-20 мм, посівний прошарок – дрібногрудкувата структура із розміром грудочок 0,25-10 мм. Така структура насінневого шару ґрунту не тільки забезпечує оптимальну аерацію насіння,

також створює найкращі умови накопичення вологи й контакту із твердою

фазою ґрунту. Ущільнений прошарок в поверхневому шарі ґрунту стримує непродуктивні втрати вологи.

Зазначено, що якість виконання робіт й кількість витраченої енергії в значній мірі залежать від геометричного профілю поверхні робочого органу.

Обґрунтуванням профілів ґрунтообробних робочих органів займалися

В. П. Горячкін, Л. М. Василенко, А. С. Кушнар'ов, Я. Є. Гуков, І. М. Панов,

Г. М. Сінсоков, А. М. Зеленін, В. І. Корабельський, В. О. Дубравін,

А. Ф. Бабицький, І. А. Шевченко й багато інших. Використовуються

експериментальні й графоаналітичні методи, принципи теорії сипких середовищ, пластичної плинності тощо. Застосування не завжди дозволяє знайти раціональне рішення задач. П.М.Василенко, П.С.Короткевич,

В.П.Третьяк, Б.А.Нефьодов й інші дослідники використовували методи варіаційного числення обґрунтування профілів робочих органів ґрунтообробних машин й знарядь.

Розв'язок варіаційних задач забезпечується диференціальним рівнянням Ейлера. Рівняння вдається розв'язати аналітично дуже рідко, вирішення використовують, числові методи. Поглиблення вивчення процесу взаємодії

робочих органів із ґрунтом суттєво ускладнює одержання й вирішення рівнянь. Методи варіаційного числення не набули широкого застосування при обґрунтуванні параметрів робочих органів ґрунтообробних машин й знарядь.

Рішення задач пропонується використовувати прямі методи варіаційного числення.

Якісні показники енергоємності обробітку ґрунту визначаються типом й параметр робочого органу, режим роботи агрегату й агрофізичними властивостями ґрунту в період обробітку. в реальних умовах ці властивості

дуже різноманітні й важко формалізувати отримання аналітичних залежностей, які описують якісні показники обробітку ґрунту. Питання аналітичного описування процесів в ґрунті під дією ґрунтообробних робочих органів вивчені недостатньо.

Узагальненими показниками фізико-механічних властивостей ґрунту й енергоємності обробітку із достатньою точністю можуть бути: нормальний тиск ґрунту об поверхню робочого органу, коефіцієнт тертя цього органу на ґрунт.

Ці показники відносно легко формалізуються при складанні енергетичних функціоналів.

Клас допустимих функцій обирається з параметрами обробітку ґрунту й конструктивними особливостями машин й знарядь. Якщо задача не передбачає жорсткі вимоги граничних умов, то вирішувати із допомогою методів варіаційного числення із плаваючими границями. Це дозволяє

винайти найбільш раціональний профіль робочого органу із точки зору збереження енергії на операції обробки ґрунту.

Позитивним є отримані дотепер результати теоретичних й експериментальних досліджень, що не використані при складанні функціоналів й вибору допустимих функцій, можуть бути враховані в вигляді додаткових умов.

Методика складання математичних моделей взаємодії робочих органів із ґрунтом в двовірному просторі на основі застосування прямого варіаційного числення включає такі етапи:

- побудову схеми дії сил на робочий орган й вибір системи в'драхування; визначення закономірностей розподілу питомого тиску ґрунту на поверхні робочого органу

$$q = f_1(x, y, y'); \quad (3.1)$$

- складання енергетичного функціоналу

$$J = \int_{\Omega} F(q, x, y, y') d\Omega; \quad (3.2)$$

- знаходження головних й неголовних рівнянь зв'язку, які вводять обмеження на профіль робочого органу із точки зору якісних показників його роботи, отриманих на основі раніше проведених досліджень

$$\varphi_i(x, y) = 0; \quad \varphi_j(x, y, y') = 0; \quad (3.3)$$

- задач із рухомими кінцями записуються рівняння кривих, які визначають допустиме положення кінцевих точок

$$y_0 = \varphi_0(x_0); \quad y_1 = \varphi_1(x_1); \quad (3.4)$$

а також умов трансверсальності між кривими профілю робочого органу й кривими, які описують допустиме положення кінцевих точок

$$\left[F + F'_y(\varphi'_0 - y') \right]_{x=x_0} = 0; \quad \left[F + F'_y(\varphi'_1 - y') \right]_{x=x_1} = 0; \quad (3.5)$$

Деякі дослідники характеризують ґрунт тільки щільністю або об'ємною масою, інші вводять в розрахункову схему поряд із об'ємною масою ще такі характеристики ґрунту: коефіцієнт внутрішнього тертя, зчеплення,

прилипання ґрунту до металу або узагальнений параметр, що характеризує ці властивості. Будь-яка взаємодія робочого органу завжди викликає об'ємні деформації ґрунту й деформації зсуву.

Для побудови механічних моделей використовують прості елементи, які характеризують окремі складові загальної деформації ґрунту:

- пружні деформації, які описуються законом Гука;

- пластичні деформації, які відбуваються при сталих напруженнях,

що перевищують опір зсуву (пластичне тіло Сен-Венана), моделюють зі сталих завеличиною тертя, яке не з'являється від нормальної сили;

- пластичні деформації, що відповідають в граничному стані, який описується законом Кулона, тобто моделюють ділячки, до яких прикладені сили.

Розглядаючи умови деформування обмеженого об'єму ґрунту, в межах якого напруження залишаються сталими, можна скористатися узагальненою характеристикою деформації ґрунту, що відображає відношення стискувального напруження до відповідної йому відносної деформації, яку називають модулем деформації, аналогічній модулю Юнга. Основна частина енергії обробітку ґрунту витрачається на деформацію зсуву (зрізу). В ґрунтах опір зсуву зумовлений внутрішнім тертям ґрунту, тобто опором руху часточок одна відносно одної в площині поділу зчеплення часточок й опором зрізу коренів рослин.

2.2. Математичне моделювання параметрів глибокорозпушувача.

Для обґрунтування конструктивних параметрів долотоподібного робочого органу під час виконання обробітку ґрунту сівби просапних культур нами проведені дослідження руху частинок ґрунту (грудок) вдовж поверхні долота змінної кривини із метою підвищення узагальнених показників якості обробітку й зниження тягового опору на гаку енергетичного засобу.

Зрозуміло, що надто великі розміри долота призводять до утворення борозни великого поперечного перерізу, появи широкої зони руйнування всього шару ґрунту, збільшення грабенів й нерівностей поверхні ґрунту, надання грудкам надмірної кінетичної енергії, що зменшує узагальнені якісні показники процесу обробітку.

Надмірно малі розміри долота призводять до того, що різання ґрунту в значній мірі здійснюється стійкою, на якій змонтоване долото. Ці обставини викликають різке збільшення тягового опору агрегату, значно зменшуючи енергетичні показники.

Конструктивні параметри долотоподібного робочого органу мають забезпечувати необхідні якісні показники технологічного процесу, що залежать від розподілу траєкторій грудок ґрунту вдовж плоскої робочої поверхні долота, жорстко закріпленого на стійку й частині стійки, із якою стикаються грудки.

При цьому під час дослідження форма робочої поверхні стійки змінювалась із метою вибору найкращого варіанту. Спочатку розглянута поверхня стійки в вигляді кругового циліндра, потім – у вигляді параболічної поверхні із різними параметрами у всіх варіантах ріжуча частина долота (наконечник) є плоским загостреним клином, нахил якого до площини різання можливо змінювати.

Математична модель технологічного процесу складена із урахуванням певних допущень. Тому, вважаємо:

- рух робочого органу є поступальним, коли всі точки долота мають тотожні траєкторії, однакові швидкості й прискорення;

- робочий орган рухається із деякою середньою усталеною швидкістю, тобто, в першому наближенні рівномірно;

- згідно експериментальних досліджень співударяння ґрунтових мас із робочою поверхнею долота й стійки під час робочого процесу є непружними із нехтовно малим коефіцієнтом відновлення (практично співударяння є абсолютно непружні) [1, 3];

ліворонно систему координат, пов'язану із серединою робочого леза долота, відносно якої досліджується рух грудки ґрунту й яка поступально й рівномірно рухається разом із агрегатом під час усталеного технологічного процесу, вважаємо із високим ступенем точності інерціальною системою відліку [1];

сили взаємодії окремої грудки, рух якої досліджується, із іншими грудками потоку ґрунту вважаються в першому наближенні зрівноваженими, а тому не враховуються.

З метою подальшого дослідження впливу геометрії долота на загальні якісні показники обробки ґрунту й визначення додаткових відмінностей руху грудки розглянемо випадок, коли поверхня долота є саме круговою циліндричною поверхнею без плоского наконечника (рис. 2.1)



Рисунок 2.1. – Розрахунково-силова схема взаємодії грудки M із поверхнею прямого кругового циліндра радіусом R.

У вертикальній площині центр кола розміщений на осі Oz й має координати в прямокутній декартовій системі $Oxyz$ $C(0; R)$. Початок системи координат розміщений на дузі кола в точці O.

Тоді рівняння циліндричної поверхні, тобто, рівняння функції в'язі, за якою координати грудки, що рухається по цій поверхні, задовольняють цього рівнянню, має такий вигляд в неявній формі:

$$f(x, y, z) = x^2 + (R - z)^2 - 0, \quad y = 0. \quad (3.6)$$

Визначимо частинні похідні від рівняння в'язі (3.6) й модуль градієнта функції за аналогічною методикою, яка вже розглянута попередю.

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 2x; \quad \frac{\partial f}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial f}{\partial z} = -2(R-z); \quad \nabla f = 2\sqrt{x^2 + (R-z)^2}. \quad (3.7)$$

Тоді напрямні косинуси вектора нормальної сили тиску \bar{N} мають вигляд за виразами із урахуванням (3.7).

$$\cos(i, \bar{N}) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + (R-z)^2}}; \quad \cos(j, \bar{N}) = 0; \quad \cos(k, \bar{N}) = \frac{R-z}{\sqrt{x^2 + (R-z)^2}}. \quad (3.8)$$

Напрямні косинуси вектора сили тертя \bar{F}_{TP} мають вираз

З урахуванням системи диференціальних рівнянь й після підстановки й (3.8), а також того, що $y = \dot{y} = \ddot{y} = 0$, остаточно отримаємо нелінійну систему диференціальних рівнянь другого порядку (3.9).

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= N \frac{x}{\sqrt{x^2 + (R-z)^2}} - f N \frac{\dot{x}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{z}^2}} \\ m\ddot{z} &= -N \frac{R-z}{\sqrt{x^2 + (R-z)^2}} - f N \frac{\dot{z}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{z}^2}} - mg, \end{aligned} \quad (3.9)$$

$$f(x, y, z) = x^2 + (R-z)^2 - R^2 = 0; \quad y = 0.$$

Для отримання конкретної інтегральної кривої із сімейства цих кривих після розв'язання системи (3.10) треба використовувати початкові умови руху:

$$t = t_0 = 0: x = x_0 = 0; y = \dot{y}_0 = 0; z = z_0 = 0; \dot{x} = \dot{x}_0 = v = v_0; \dot{z} = \dot{z}_0 = 0. \quad (3.10)$$

Отримана функція являється функцією трьох змінних b_d , b й h із яких домінуючою є ширина долота b_d , так як вона забезпечує перехід від блокованого різання до напіввільного. Умова, при якій сила розпушування ґрунту лапою із долотом буде дорівнювати силі розпушування ґрунту без долота має вигляд

$$\sigma_{cm} b_d (h_d - h) = \sigma_{cm} h (2h_d - h) - \sigma_{плс} h_d^2 \quad (3.11)$$

Тоді ширина долота повинна мати значення, яке не перевищує величину:

$$b_d < \frac{\sigma_{cm} h (2h_d - h) - \sigma_{плс} h_d^2}{\sigma_{cm} (h_d - h)} \quad (3.12)$$

Зниження опору розпушування пласта пояснюється різницею межі міцності на стискання й розтягування, яка прийнята рівною 0,021 МПа.

Звичайно, що зі зниженням цієї різниці, опір розпушування шару ґрунту буде зменшуватися. Із збільшенням ширини долота, що працює в режимі блокованого різання, опір блокованого різання переважає над силою розпушування ґрунту долотом в режимі напіввільного рихлення. Таким чином,

щоб досягнути зниження опору розпушування ґрунту в межах від 5 до 7%, ширину долота можна рекомендувати в межах від $0,1b$ до $0,2b$.

Загальновідомо, що долото із прямокутним носком має два концентратори напруги, які розташовані в точках M й N й із теоретичної точки зору, досягають безконечно великої величини, а долото трикутної форми, має один концентратор напруги, при незмінній глибині носка долота h_d . Попри виключення одного із концентраторів напруги трикутний носок долота збільшує площу поглинання вологи.

Із геометричних співвідношень й із урахуванням забезпечення уникнення затримання ґрунту при підйомі по поверхні долота необхідно дещо зменшити кут загострення. Тоді вираз визначення кута загострення матиме вигляд:

$$\gamma_1 = \arctg(\sin \alpha_0) - \Delta, \quad (3.13)$$

де α_0 – кут нахилу долота до горизонтальної площини, град.;

$\Delta = 2-5^\circ$ – величина зниження кута загострення.

Для забезпечення спускування ґрунту в момент сколювання напрямна долота повинна бути увігнута в напрямку руху лапи, тому в якості напрямної

доцільно прийняти дугу кола. Найбільш простою кривою поверхнею є поверхня прямого кругового циліндра, основним параметром якого буде радіус кривизни.

R Радіус кривизни поверхні долота можна обґрунтувати на основі рихлення

грунту й руху ґрунту по поверхні долота. При цьому, важливою характеристикою руху потоку ґрунту по поверхні лапи є його швидкість. визначення величини швидкості взаємності від кута установки леза до горизонту скористаємося загальновідомим рівнянням рівноваги структурного агрегату ґрунту на поверхні

лапи:

$$m \frac{dV_R}{dt} = -f_1 Q - f_1 P \cos \alpha - P \sin \alpha, \quad (3.14)$$

де m – маса структурного агрегату ґрунту на поверхні лапи, кг; V_R – швидкість руху структурного агрегату ґрунту на поверхні лапи, м/с; t – час руху структурного агрегату ґрунту на поверхні лапи, с; f_1 – коефіцієнт тертя ґрунту по матеріалу поверхні лапи, відносних од.; Q – відцентрова сила інерції, що діє на структурний агрегат ґрунт при русі по поверхні лапи, Н; P – вага структурного агрегату ґрунту, Н; α – кут установки леза до горизонту, град.

Увівши загальновідомі значення відцентрової сили інерції й ваги структурного агрегату ґрунту, запишемо рівняння рівноваги структурного агрегату ґрунту на поверхні лапи в наступному вигляді:

$$\frac{dV_R}{d\alpha} = -f_1 V_R - \frac{Rg}{V_R} (f_1 \cos \alpha + \sin \alpha), \quad (3.15)$$

де g – прискорення сили тяжіння, м/с²; R – радіус напрямної поверхні лапи, м.

Із геометричних міркувань також маємо:

$$R = \frac{h_d}{\cos \alpha_0 - \cos \alpha} \quad (3.16)$$

Спільне рішення отриманих рівнянь дозволяє визначити залежності параметрів долота чизельної лапи від режимів роботи глибокоруспушувача.

Так, при радіусі долота $R = 0,3$ м й менше, швидкості руху 3 м/с й глибині обробки ґрунту до 14 см долото працює тільки в режимі розпушування. Аналогічний режим роботи буде при значенні радіуса долота $R = 0,25$ м й менше, швидкості руху 2,5 м/с й глибині обробки ґрунту до 10 см, а також при значенні радіуса долота $R = 0,2$ м й менше, швидкості руху 2 м/с й

глибині обробітку до 6,5 см.

Основними завданнями силового розрахунку глибокорозпушувача є визначення характеру силової взаємодії із ґрунтом всіх робочих елементів розпушувача й розрахунок величини максимальних зусиль, що діють на нього.

Сумарна сила опору розпушувача в нашому випадку визначиться за формулою.

$$P_C = P_{ЦР} + P_{ТР} + 2P_{ЛЛ}, \quad (3.17)$$

де $P_{ЦР}$ – сила опору центрального розпушувача;

$P_{ТР}$ – сила опору конструкції;

$P_{ЛЛ}$ – сила опору розпушувальних лап.

Проведемо розрахунки складових, що входять в формулу (3.17). Сила опору центрального розпушувача складається із опору стояка P_C й опору розпушувальної лапи $P_{ЛЛ}$ й взагалі в нашому випадку запишеться так:

$$P_{ЦР} = P_C + P_{ЛЛ}. \quad (3.18)$$

Величина сили опору стояка визначиться за аналогією із опором черенкового ножа за формулою В.С. Жигалова:

$$P_C = k_1 \times a; \quad (3.19)$$

де k_1 – розрахунковий опір на 1 см глибини занурення стояка,

$$k_1 = 60 \quad \text{Н/см},$$

a – глибина ходу стійки,

$$a = 50 \text{ см.}$$

$$P_C = 60 \times 50 = 3000 \text{ Н.}$$

Величина сили опору розпушувальної лапи визначиться по аналогії із визначенням опору культиватора по формулі:

$$P_{\text{л}} = k_2 \times b, \quad (3.20)$$

де k_2 – питомий опір лапи на 1 см ширини захвату, приймаємо $k_2 = 50$ Н/см,
 b – ширина захвату лапи розпушувача,

$$b = 18 \text{ мм.}$$

Тоді, підставивши значення $P_{\text{с}}$ й $P_{\text{л}}$ в формулу (3.18), отримаємо:

$$P_{\text{л}} = 50 \times 18 = 900 \text{ Н.}$$

Силу опору ланцюгів приблизно визначимо, скориставшись методикою розрахунку штангових культиваторів, яких опір пасивного переміщення штанги в ґрунті аналогічний опору переміщення ланцюгів. У такому випадку формула визначення сили опору ланцюга матиме вигляд:

$$P_{\text{цр}} = 3000 + 900 = 3900 \text{ Н.}$$

формула визначення сили опору ланцюга матиме вигляд:

$$P_{\text{тр}} = C \times K_3 \times B, \quad (3.21)$$

де C – коефіцієнт, що враховує опір повздовжніх ланцюгів,
 K_3 – питомий опір ланцюга на 1 см ширини захвату, приймаємо діаметр 6...8 мм, $K_3 = 2,2$ Н/см;

B – ширина захвату ланцюгової конструкції,

формула визначення сили опору ланцюга матиме вигляд:

$$P_{\text{тр}} = 1,1 \times 2,2 \times 1,8 \times 10^2 = 4356 \text{ Н.}$$

Силу опору розпушувальних лап визначимо аналогічно розрахунку сили опору центрального розпушувача за формулами (3.18), (3.19) й (3.20):

$$P_C = 60 \times 15 = 900 \text{ Н},$$

$$P_{\text{Л}} = 50 \times 30 = 1500 \text{ Н},$$

тоді згідно із (3.18):

$$P_{\text{ЦР}} = 900 + 1500 = 2400 \text{ Н}.$$

Підставивши значення складових в формулу (3.17) отримаємо:

$$P_C = 3900 + 4356 + 2 \times 2400 = 13056 \text{ Н}.$$

Тому сумарний розрахунковий опір розпушувача складає

$$P_C = 13,1 \text{ кН}.$$

Профіль стояка центрального розпушувача характеризується радіусом r_0 , який визначимо із формули:

$$r_0 = \frac{(H_r - l \sin \alpha)}{\cos \alpha}, \quad (3.22)$$

де l – довжина прямої лінії лапи,

$$H_r \geq 2h_0,$$

h_0 – максимальна глибина ходу лапи.

$$r_0 = \frac{(6 - 2 \sin 12^\circ)}{\cos 12^\circ} = 0,61 \text{ м}.$$

Виліг L розраховуємо за формулою:

$$L = r_0(1 - \sin \alpha) + l \cos \alpha, \quad (3.23)$$

НУБІП України

$$L = 0,61(1 - \sin 12^\circ) + 0,2 \cos 12^\circ = 0,67 \text{ м}$$

Висоту стояка (відстань від опорної поверхні лапи до низу рами)

(знаходимо із умови запобігання забиванню):

НУБІП України

$$H = H_1 + h_0, \quad (3.24)$$

де H_1 – відстань від низу рами до поверхні ґрунту,

$$H_1 \geq 400 \text{ мм},$$

НУБІП України

$$H = 400 + 500 = 900 \text{ мм}.$$

Виходячи із отриманих розрахункових даних й рекомендації до пристосування стояків глибокорозпушувачів приймаємо:

НУБІП України

$$\begin{aligned} H &= 900 \text{ мм}; \\ L &= 400 \text{ мм}; \\ r_0 &= 600 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Стійку комбінованого агрегату необхідно розрахувати на згин.

Згинальний момент в небезпечному перетині А – А виразиться формулою:

НУБІП України

$$M_3 = k [H \times P_{\text{л}} + P_{\text{с}} \times (H - \frac{1}{2} h_0)], \quad (3.25)$$

де k – коефіцієнт врахування нерівномірності навантажень, $k = 1,6$.

НУБІП України

$$M_3 = 1,6 [0,9 \times 0,9 + 3 \times (0,9 - 0,5 \times 0,5)] = 4,4 \text{ кНм}.$$

Під час випадкових поворотів агрегату із заглибленими розпушувачами

НУБІП України

в стовпах виникають напруження від кручення й згину, які досягають значних зусиль в глибокорозпушувачів із широко-захватними розпушувальними лапами. У нашому випадку їх будемо визначати введенням в (3.25) коефіцієнта

Окрім вище приведених зусиль на стоек центрального розпушувача діє сила опору ланцюгової конструкції прикладена до нижньої частини стійки. Згинаючий момент від опору ланцюга, лачи діє в небезпечному перерізі визначиться по формулі:

$$M_{ТЗ} = P_{ТР} \times H; \quad (3.26)$$

$$M_{ТЗ} = 4,3 \times 0,9 = 3,87 \text{ кНм.}$$

Сумарний згинаючий момент, що діє в небезпечному перерізі визначиться по формулі:

$$M_{ЗС} = k_2 \times M_3 + M_{ТЗ}; \quad (3.27)$$

$$M_{ЗС} = 1,1 \times 4,4 + 3,87 = 8,7 \text{ кНм.}$$

Умовою міцності стійки є:

$$\sigma_{ПР} = \frac{M_{ЗС}}{W} \leq [\sigma], \quad (3.28)$$

де W – момент опору перерізу,

$[\sigma]$ – допустиме значення нормальних напружень.

Отже, для проведення досліджень приймаємо параболічну поверхню глибокорозпушувача з товщиною стійки 30 мм.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА

Дослідження параметрів глибокорозпушувача проводилися на базі експериментального відділу АТ «Елворті», використовуючи ґрунтовий канал (рис. 3.1) засипаний, відсівковим матеріалом, що забезпечує рівномірність проведення досліджень на заданих параметрах.



Рисунок 3.1. – Загальний вигляд дослідного ґрунтового каналу.

На ґрунтовому каналі змонтовано передвільну рамку (рис. 3.2), на якій розміщується динамометр розтягу із сенсорним екраном, дослідна лапа глибокорозпушувача, і загартуюча лижа, яка повертаючись у зворотне положення вирівнює поверхню на каналі.



Рисунок 3.2. – Передвільна рамка для дослідження глибокорозпушувача.

Для проведення дослідження використовували динамометр розтягу (рис.

3.3.), який має параметри:

1 – допустиме вимірювання (НПІ) - 2 кН (200 кг);

2 – одиниця найменшого вимірювання цифрового вимірювання - 0,0001

від найбільшого вимірювання;

3 – Маса динамометра – 1,0 кг;

4 – Тип дисплея – R320.



Рисунок 3.3. Динамометр розтягу.

Дані досліджень виводилися на монітор комп'ютера (рис.3.40).

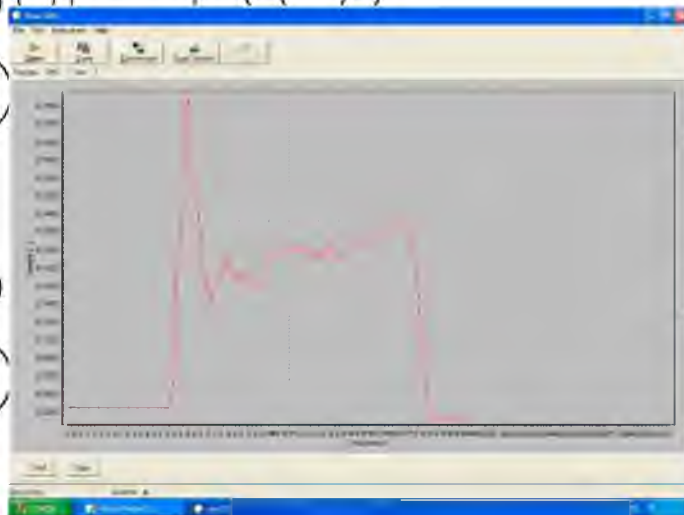


Рисунок 3.4. – Інтерфейс використання програмного забезпечення динамометра.

Для дослідження використовували три поверхні глибокорозпушувача, а саме: параболічна, циліндрична, плоского клина. Максимальна дослідна глибина становила, 25 см, що обмежувалося глибиною ґрунтового каналу. За допомогою металевих накладок змінювалася товщина стійки від розрахункових 30 мм до експериментальних 50 мм.

При проведенні теоретичних та лабораторних досліджень отримано, що найкраще переміщення ґрунту відбувається параболічною поверхнею глибокорозпушувача з товщиною стійки 30 мм.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Організація роботи із охорони праці здійснюється на підставі «Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві» Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018. року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

Охорона праці при роботі з глибокорозпушувачами є критично важливою, оскільки ця сільськогосподарська техніка може бути небезпечною, і незабезпеченість може призвести до серйозних травм. Нижче наведені деякі основні кроки та рекомендації з охорони праці при роботі з глибокорозпушувачами:

Всі працівники, які працюють з глибокорозпушувачами, повинні пройти належну навчання та підготовку. Вони повинні бути ознайомлені з правилами безпеки та процедурами роботи з цією технікою.

Всі працівники повинні бути одягнені в правильний захисний одяг, включаючи каски, захисні окуляри, відбитки, високі боти та інший захисний спецодяг. Це допоможе запобігти травмам та захистити від об'єктів, що можуть летіти.

Перед використанням глибокорозпушувача необхідно ретельно перевірити стан машини. Впевніться, що всі частини працюють належним чином, та відсутні будь-які пошкодження або знос.

Забезпечте регулярне обслуговування та технічне обслуговування глибокорозпушувача. Це допоможе запобігти виникненню неполадок під час роботи.

Всі працівники повинні дотримуватися інструкцій виробника щодо використання глибокорозпушувача. Вони повинні знати, як правильно керувати машиною та дотримуватися безпечних робочих процедур.

Уникайте перевантаження глибокорозпушувача, оскільки це може призвести до виходу з ладу та небезпеки для оператора. Дотримуйтесь рекомендацій щодо глибини та швидкості роботи.

Забезпечте наявність засобів зв'язку між операторами машини та іншими працівниками на полі. Це допоможе вчасно виправляти можливі проблеми та уникати аварій.

Розробіть процедури для виявлення та врегулювання аварій та інших неполадок на глибокорозпушувачі.

Проведіть запобіжні заходи, щоб забезпечити безпеку працівників та уникнути травм. Наприклад, виділіть безпечні зони для праці та забороніть доступ до них незаконним особам.

Зберігайте документацію щодо навчання та нормативну документацію з охорони праці. Регулярно оновлюйте знання працівників і нагадуйте їм про важливість безпеки при роботі з глибокорозпушувачами.

Загальна ідея полягає в тому, що охорона праці при роботі з глибокорозпушувачами вимагає вивчення і дотримання безпечних практик, регулярного обслуговування обладнання та спостереження за умовами роботи.

Тільки так можна забезпечити безпечну та ефективну роботу з цією сільськогосподарською технікою.

Охорона праці при дослідженні ґрунтообробної техніки включає в себе ряд заходів та процедур, спрямованих на забезпечення безпеки дослідників під час виконання експериментів та тестування обладнання.

Охорона навколишнього середовища під час обробки ґрунту важлива для забезпечення стійкості екосистем та підтримки родючості ґрунту. Ось декілька способів, якими можна здійснювати обробку ґрунту з мінімізацією негативного впливу на навколишнє середовище.

Вибір техніки для обробки ґрунту має відбуватися з урахуванням ефективності та екологічної безпеки. Наприклад, використання сучасних сільськогосподарських машин з низьким викидом шкідливих речовин і палива з меншим вмістом вуглеводнів сприяє зменшенню впливу на повітря та ґрунт.

Використання сучасних технологій, таких як системи GPS та дрони, дозволяє виконувати обробіток ґрунту точно і ефективно, що допомагає зменшити витрати ресурсів і негативний вплив на навколишнє середовище.

Важливо уникати надмірного викиду шкідливих речовин в процесі обробітку ґрунту, таких як пестициди і добрива. Для цього варто дотримуватися рекомендацій з дозування і застосування засобів захисту рослин. Під час обробітку ґрунту необхідно запобігати забрудненню водних джерел. Дотримання відстаней від річок і озер, використання бар'єрів для зменшення віднесення ерозійних матеріалів, і контроль за витоками та витоками рідини є важливими аспектами.

Залишити природні смуги та природні бар'єри навколо оброблюваних полів може допомогти зберегти біорізноманіття і місця проживання диких тварин. Використання методів, таких як вносити органічне добриво, може покращити стан ґрунту, знизити потребу в пестицидах та добривах, і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Загальною метою є досягнення балансу між сільськогосподарською діяльністю та охороною природи, забезпечення стійкості екосистем та збереження якості навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ РОБОТИ

Питомі капітальні вкладення в засоби механізації виробництва сільськогосподарських культур.

Економічне обґрунтування передбачає зіставлення показників ефективності на прикладі вирощування соняшника шляхом порівняння технічних карт. Економічне обґрунтування ведеться за системою показників в які входять:

- прямі виробничі витрати на одиницю площі;
- показники використання й продуктивності праці;
- показники ефективності капітальних вкладень;
- річний економічний ефект в результаті впровадження інтенсивної технології.

$$K_{уд}^{БЛ} = \sum_{i=1}^{N_{ЛТ}} B_{Тi} n_{Тi} + \sum_{k=1}^{N_{МК}} B_{МКk} n_{МКk} / F, \quad (5.1)$$

де $B_{Тi}, B_{МКk}$ – балансова вартість тракторів і-ої марки й сільськогосподарської машини;

$n_{Тi}, n_{МКk}$ – кількість тракторів й сільськогосподарських машин;

$$K_{уд}^{сел} = 302000 + 221785 / 1700 = 308.1 \text{ гр/га}$$

Річна економія витрат праці

$$\Delta t_{(П_{уд})} = (П_{удс} - П_{удн}) / Q_n, \quad (5.2)$$

де Q_n – проектований обсяг роботи;

$$\Delta t_{(П_{уд})} = (10852 - 9564) / 1700 = 0.76 \text{ люд.год/га.}$$

Річна економія паливних матеріалів:

$$\Delta t_{(П_{уд})} = (П_{удс} - П_{удн}) / Q_n, \quad (5.3)$$

$$\Delta t_{(П_{уд})} = (96171.8 - 75173.75) / 1700 = 12.35 \text{ кг/га}$$

Кількість умовно вивільнених працівників

$$\Delta t = \Delta t_{(Зр)} / \Phi_{зир}, \quad (5.4)$$

де $\Delta t_{(П_{уд})}$ – річна економія витрат праці, люд.год,

$\Phi_{зир}$ – річний нормативний фонд робочого часу одного працівника, год.

Витрати на ПСМ

НУБІП України

$$\Delta m = 0.76 / 2376 = 0,0003 \text{ люд.}$$

$$ПСМ = \frac{Q_{мп} \cdot C_{мп}}{Q_{мех}}, \quad (5.5)$$

де $Q_{мп}$ – об'єм основного палива, т;
 $C_{мп}$ – ціна дизельного пального

НУБІП України

$$ПСМ = \frac{75.17 \cdot 3700}{7145.5} = 31.56 \text{ грн/ ум.ет.га}$$

Собівартість

НУБІП України

$$C_{ум.ет.га} = ІЗ + А + ТР + ПСМ \quad (5.6)$$

де ІЗ – зарплата 8,8 грн/ум.ет.га;

А – амортизаційні підрахунки 12.99 грн/ум.ет.га;

ТР – з трати на ТР, ТО й інше 14,8 грн/ум.ет.га;

НУБІП України

$$C_{ум.ет.га} = 8,8 + 12,99 + 14,8 + 31,56 = 68,15 \text{ грн/ум.ет.га}$$

Економія за рік визначається.

$$\mathcal{E}_Г = (C_{ум.ет.га.с} - C_{ум.ет.га.г}) \cdot Q_{мех}, \quad (5.7)$$

де $C_{ум.ет.га.с}$ – собівартість 1 ум.ет.га: 111,9 грн;

НУБІП України

$$\mathcal{E}_Г = (111,9 - 68,15) \cdot 7145,5 = 30776,9$$

Додаткові капітальні вкладення

НУБІП України

$$K_{дод} = \sum_{K=1}^{N_{нм}} B_{нмк} \cdot n_{нмк} - \sum_{K=1}^{N_{вмк}} B_{вмк} \cdot n_{вмк},$$

де $B_{нмк}$, $n_{нмк}$ – балансова вартість відсутньої в господарстві й кількість таких машин,

$B_{вмк}$, $n_{вмк}$ – теж саме машин, які уведені в експлуатацію

$$K_{дод} = 103144,8 - 68563,7 = 34581,6 \text{ грн}$$

НУБІП України

Строк окупності загальних витрат, років

$$T_{ок} = K_{дод} / \mathcal{E}_{общ}$$

де $\Delta_{обш} = 3$ гальний позитивний ефект

$$\Delta_{обш} = \Delta_{Г} + \Delta_{Гдом} = 7976,9 + 18625 = 26601,2 \text{ грн}$$

$$T_{ок} = 34581,6 / 26601,2 = 1,3 \text{ рік}$$

Річний економічний ефект

де E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень

$$E = 0,15$$

$$\Delta_{фz} = 26601,2 - 34581,6 \cdot 0,15 = 21401,4 \text{ грн}$$

Таблиця 5.1 Показники ефективності проекрованої технології

Показники	Існуюча технологія	Удосконалена технологія
Площа, ріллі, га	1700	1700
Кількість тракторів	12	6
Витрати праці, люд. год/га	10852	9564
Річна економія витрат праці, люд. год	–	1288
Експлуатаційні витрати, грн/га	388	36,6
Ступінь зниження експлуатаційних витрат, %	–	6
Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	–	3733,2
Додаткові капіталовкладення, грн.	–	34581,6
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	–	1,3
Річний економічний ефект, грн.	–	21414,1

Були виконані техніко-економічні розрахунки, які показали, що прямі експлуатаційні витрати на прикладі вирощування соняшника складають 36,6 грн/ум.га, металоємкість – 94,5 кг/га, енергоозброєність – 2,2 кВт/га, додаткові капітальні вкладення – 34581,6 грн. й річний економічний ефект дорівнює 21414,1 грн.

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз існуючих технічних засобів, що використовуються для обробки ґрунту.

Теоретично обґрунтовано параметри глибокорозпушувача для проведення досліджень приймаємо параболічну поверхню глибокорозпушувача з товщиною стійки 30 мм.

Для дослідження використовували три поверхні глибокорозпушувача, а саме: параболічна, циліндрична, плоского клина. Максимальна дослідна глибина становила, 25 см, що обмежувалося глибиною ґрунтового каналу. За

допомогою металевих накладок змінювалася товщина стійки від розрахункових 30 мм до експериментальних 50 мм.

При проведенні теоретичних та лабораторних досліджень отримано, що найкраще переміщення ґрунту відбувається параболічною поверхнею глибокорозпушувача з товщиною стійки 30 мм.

Розроблено охорону праці та навколишнього середовища для дослідження глибокорозрихлювачів.

Були виконані техніко-економічні розрахунки, які показали, що прямі експлуатаційні витрати на прикладі вирощування соняшника складають 36,6 грн/ум.га, металоемкість – 94,5 кг/га, енергозбросність – 2,2 кВт/га, додаткової капітальні вкладення – 34581,6 грн. й річний економічний ефект дорівнює 21414,1 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Europe: A MZURI Pro-Till Hybrid Machine/ Case Study. *Agronomy* 2020, 10, 925; doi:10.3390/agronomy10070925. P.2–18.

2. G. Golub, A. Dvornyk. Research of indicators of strip tillage. 2020. ТЕКА. Quarterly journal of agri-food industry. 2020. Vol. 20. No. 2. 83-90.

3. Kudrynetskyi R., Dnes V., Skibchuk V. Methodical Principles of Modeling of Subject-Agrometeorological Events in Technological Processes Growing of Grain Crops. 2018. ТЕКА. Quarterly journal of agri-food industry. 2018. Vol. 18. No. 3. 129-139.

4. Laufera D., Loiblb B., Märländer B., Koeha Heinz-Josef. 2016. Soil erosion and surface runoff under strip tillage for sugar beet (*Betavulgaris* L.) in Central Europe. *Soil and Tillage Research*. Vol. 162. P. 1–7.

5. Palm C., Gatere L., Blanco-Canqui H. 2014 Conservation agriculture and ecosystem services: an overview. *Agriculture, ecosystems and environment*. V. 187. P. 87–105.

6. Адамчук В.В. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки / В.В. Адамчук, Г.Л. Баранов, О.С. Барановський. – К.: Аграрна наука, 2004.

7. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. К.: УАСХН, 1960. 284 с.

8. Василенко П.М., Василенко В.П. Методика построения расчетных моделей функционирования механических систем (машин и агрегатов): уч. пособ. К.: изд. УСХА, 1980. 136 с.

9. Ветохін В.І. Системи та фізико-механічні основи проектування розпушувачів ґрунту: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.05.11 Глеваха, 2010. 40 с.

10. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник / за ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

11. Гаврилов С. Проблема плужної підшви у ґрунті та шляхи її вирішення. Пропозиція. 2015. № 10 (243). С. 60-73.

12. Гарькавий А.Д., Калетник Г.М., Мельник ІІ., Лихочвор В.В., Кондратюк Д.Г. Технологічний регламент використання машин у рослинництві. Навчальний посібник. - Вінниця: ВДАУ, ЛДАУ, НТУСГ, 2009. - 160 с.

13. Голуб П. А., Дворник А. В. Координатно-просторова оцінка інтенсивності передпосівного обробітку ґрунту. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2014. Вип. 194, Ч. 1. С. 188-194.

14. Голуб Г. А., Дворник А. В. Теоретичне обґрунтування заглиблення леза в ґрунт. Сучасні тенденції розвитку освіти, науки і виробництва: Міжнародна науково-практична конференція педагогічних і науково-педагогічних працівників, науковців та молодих учених, м. Ніжин, 09–10 грудня 2015 року: тези доповіді. Ніжин, 2015. С. 101-103.

15. Голуб Г.А. Критерії оптимізації параметрів машин та обладнання. Вісник Львівського національного аграрного університету "Агроінженерні дослідження". 2008. № 12 (2). С. 17-24.

16. Голуб П.А., Чуба В.В. Рівняння динаміки машинно-тракторного агрегату при роботі на дизельному біопаливі. Сучасні проблеми збалансованого природокористування. Кам'янець-Подільський, 2013. С. 186-190.

17. Гречкосій В.Д., Войтюк В.Д., Шатров Р.В., Мельник І.І., Михайлович Я.М., Опалко В.Г. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навч. пос.. Видавничий центр НУБІП України 2011. 364 с.: іл.

18. Дідур В.А., Караев О.Г., Мінько С.А. Математична модель визначення відносної швидкості руху частки ґрунту по поверхні робочого органу фрезерної машини. Науковий вісник ТДАТУ 2015. 2 (5). С.201-209

19. ДСТУ 4397:2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробовування. [Чинний від 2005-04-28]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 16 с.

20. Кліщенко С., Урсулов В., Урсулов М. Сучасні тенденції в системах та технологіях обробки ґрунту. Механізація сільського господарства. 2011. № 5. С. 36-45.

21. Коротко І., Сташевська А. Технології і технічні засоби сівби в системі мінімального та нульового обробки ґрунту. Техніка і технологія АПК. 2011. № 2. С. 21-24.

22. Кравець Є.В., Скоблюк М.П., Стіньо О.В., Зоря Р. В. Критичноглибинні двоярусні ґрунторозпушувачі: монографія. Рівне: НУВГП, 2018. 235 с.

23. Кравчук В., Баранов Г., Комісаренко О. Ергатичне випробування у просторі та часі комплексних техніко-технологічних рішень керованого землеробства. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2018. Вип. № 23 (37). С. 14-27.

24. Кудриницький Р. Взаємодія двогранного клина з ґрунтом. 2001 Механізація та електрифікація сільського господарства. ННЦ "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства". Вип. 85 С 85-91.

25. Кудриницький Р. Визначення оптимальних параметрів ґрунтообробних робочих органів 2005. Вісник Степу. Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція. С. 72-75.

26. Лебедєв С., Коробко А., Козлов Ю. До питання оцінювання точності вимірювань під час випробувань сільськогосподарських машин. Техніка і технологія. 2017. № 10 (97). С. 22-25.

27. Лещенко С.М., Сало В.М., Петренко Д.І., Васильковський О.М. Вплив конструктивно-технологічних параметрів робочих органів глибокорозпушувача на тяговий опір. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, 2018, Вип. 48. С.12-21.

28. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві. Київ, Кондор., - 2007. - 334 с.

29. Мельник І.І. Гречкосій В.Д. Бондар С.М. Проектування технологічних процесів у рослинництві / За ред. І.І. Мельника – Ніжин: Видавництво «Аспект Поліграф», 2005. 192 с.

30. Михайлін, А.А. Глибоке розпушування ґрунту надійний прийом влягозбереження / А.А. Михайлін, А.А. Коршиков // Землеробство. - 2010. - № 5. - 3. 10-11.

31. Мороз А.І. Обґрунтування параметрів чизельно-дискового культиватора для комбінованого мілкоого обробітку ґрунту. :. дис... к-та техн. наук: 05.05.11. К.: 2006. 161 с.

32. Науково-випробувальні дослідження сільськогосподарської техніки і технологій: розвиток і диверсифікація (колектив авторів) / за ред. В. Кравчука; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. Ногорілого. Дослідницьке, 2018. 240 с.

33. Пістун І.П., Березовецький А.П., Березовецький С.А. Охорона праці в галузі сільського господарства (рослинництво) : навчальний посібник. Суми : ВТД „Університетська книга”, 2009. 368 с.

34. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542

35. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України. К. : Основа, 2007. 184 с

36. Сало В.М. Науково-технологічні основи обґрунтування складу та параметрів комбінованих ґрунтообробних знарядь: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.05.11. Тернопіль, 2008. 38 с.

37. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015.

38. Скоробогатов Д., Голуб Г., Марус О. Сидеральні культури. Механіко-технологічні основи подрібнення та загортання: монографія. К.: НУБІП України, 2016. 171 с.

39. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки. Київ, Літера ЛТД, 2019.

40. Типові норми продуктивності і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту. Вітвіцький В.В., Лобастов І.В., Кислеченко М.Ф та ін. К.: «Укагропромпродуктивність». 2005. 672 с.

41. Толорая, Т. Р. Вплив систем передпосівної обробки ґрунту на врожайність кукурудзи при різних способах основного обробітку ґрунту та застосування гербіцидів/Т.Р. Толора, Р.В. Ласкін, В.Ю. Пашкан // Землеробство. - 2018. - №1. - С.23-26.

42. Чернілевський М.С., Білявський Ю.А., Кропивницький Р.Б., Ворона Л.І. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посіб. 2-ге вид., допов. Житомир: Вид-во «Житомирський національний агрокологічний університет», 2013. 84 с.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України