

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний
Кафедра загальнотехнічних дисциплін

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на тему: «Підвищення ефективності експлуатації робочих органів фрези для
передпосадочного обробітку ґрунту»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 6
Олійник Микола Олександрович
Керівник: Антоненко А. В.
Рецензент: Іванкова О. В.

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Грунтообробні машини з активними ротаційними робочими органами типу фрези забезпечують високу якість кришення на різних типах ґрунтів, внаслідок високих швидкостей різання ножів фрез.

За продуктивністю оброблення важких за механічним складом ґрунтів ротаційні грунтообробні машини (фрези) займають одне з важливих місць при передпосадочній обробці ґрунту. Нарівні з високоякісним виконанням своїх технологічних функцій, ротаційні грунтообробні машини (фрези) сприяють зниженню тягового опору руху агрегату. Велика енергоємність процесу фрезерування ґрунтів і мінімальна технічна безпека, в порівнянні з класичними машинами і знаряддями служить стримуючим фактором їх широкого застосування.

Тому фрези застосовуються в тих випадках, коли для них немає альтернативи за якістю обробки ґрунту, особливо при обробці важких і задернілих ґрунтів. Таким чином створення нових модернізованих грунтообробних фрез актуально і по сьогоднішній день.

В останні роки проходить інтенсивне впровадження в аграрне виробництво ротаційних грунтообробних машин з новими робочими органами, з метою реалізації енергозберігаючих технологій.

Щороку створюються все нові установки машин з унікальними робочими органами. Збільшуються функціональні можливості машин, вони здатні одночасно виконувати кілька технологічних операцій, але при цьому стають громіздкими, ускладнюється конструкція, збільшується маса. Всі розвинені країни світу займаються пошуком нових технологічних способів оброблення ґрунту, націлені на її захист від ерозійних процесів, підтримання та збільшення родючості, зниження витрат. Широко вводяться різні способи мінімалізації оброблення ґрунту, а крім того розширюється зміна відвальної оранки безвідвальним розпушуванням [1].

При обробітку сільськогосподарських культур важливим етапом є передпосадочна обробка. Перевага при цьому віддається знаряддям з ротаційними робочими органами, які можуть бути використані в різні агротехнічні терміни. Основною перевагою використання ґрунтообробних машин, є також можливість їх ефективного застосування на присадибних ділянках і невеликих фермерських господарствах.

Серед фрезерних ґрунтообробних машин, що випускаються зарубіжними фірмами зустрічаються фрези, як з горизонтальною, так з вертикальною віссю обертання. У цих фрез ширина захвату коливається в межах 0,2 ... 9,0 м. Їх повсюдне використання обмежується тим, що зі збільшенням ширини захвату фрези, потрібні найбільш потужні трактори.

Мета роботи. Підвищення ефективності роботи ґрунтообробної машини за рахунок вдосконалення робочих органів фрези для передпосадочного обробітку ґрунту під картоплю.

Об'єкт дослідження. Фреза з горизонтальною віссю обертання і хвилястим профілем робочої поверхні ножа.

Предмет дослідження. Культивований шар ґрунту і процес його розпушування за допомогою фрез.

Методика досліджень. Основні результати отримані на основі теоретичних досліджень із застосуванням методів аналітичної геометрії, теоретичної механіки, диференціальних рівнянь. При обчисленнях використовувалися програмні продукти MS EXCEL, MathCAD, Statistica.

Теоретична і практична значущість досліджень. В результаті проведених досліджень запропоновані раціональні технічні рішення, що забезпечують зниження енергоємності процесу фрезерування ґрунту робочими органами з хвилястим профілем.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Класифікація машин і знарядь для суцільного обробітку ґрунту

Однією з основних завдань вдосконалення ґрунтообробних знарядь є зниження тягового опору, підвищення продуктивності, а також поліпшення якості підготовки ґрунту.

Залежно від виду руху робочих органів сучасні ґрунтообробні машини і знаряддя можна поділити на три основні групи:

1) з пасивними робочими органами (з поступальним рухом робочих органів). У цю групу машин можна віднести знаряддя з нерухомо закріпленими до рами робочими органами (відвально лемішні плуги, лапові культиватори, плоскорізи, зубові борони), а також знаряддя обертання робочих органів у яких відбувається під дією опору ґрунту;

2) з активними робочими органами (з примусовим обертанням робочих органів від валу відбору потужності (ВВП) трактора). У цю групу машин можна віднести різного типу ґрунтофрези та ротаційні плуги;

3) з комбінованими робочими органами, тобто частина робочих органів має поступальний, а інша частина – обертальний рух. У цю групу машин відносяться лемішні плуги з роторними відвалами, фрези або ротаційні плуги з культиваторними лапами або іншими робочими органами, що примусово обертаються.

Для зазначених трьох груп ґрунтообробних машин потужність від двигуна трактора до робочих органів передається по-різному. Для машин з пасивними робочими органами потужність надходить через причіпний кряж трактора, з активними робочими органами - через вал відбору потужності і з комбінованими робочими органами - змішаним способом: одна частина через причіпний гак, а інша через ВВП трактора.

По розташуванню осі обертання в просторі ротаційні ґрунтообробні машини з обертовим рухом робочих органів можна поділити на два види: з горизонтальною і вертикальною осями обертання робочих органів. Ножовий барабан машин з горизонтальною віссю обертання розташовується під кутом у напрямку руху. Горизонтальний ножовий барабан має прямий (що збігається з напрямком обертання коліс трактора) або зворотний напрямок обертання, тобто протилежний. У машинах з вертикальною віссю обертання ротор розміщується під кутом до вертикалі з відхиленням вперед або назад по ходу руху [2].

Ґрунтообробні машини з активними робочими органами відкривають широкі можливості для створення комбінованих машин, які суміщають операції передпосадочного обробітку ґрунту і посадки різних сільськогосподарських культур з одночасним внесенням добрив.

Для зниження тягового опору і поліпшення якості передпосадочної обробки ґрунту широко почали використовувати комбіновані ґрунтообробні агрегати [3].

В останні роки дослідження в області ґрунтообробних машин тривали за принципом комбінування, багатофункціональності, багатоопераційні і блочномодульності.

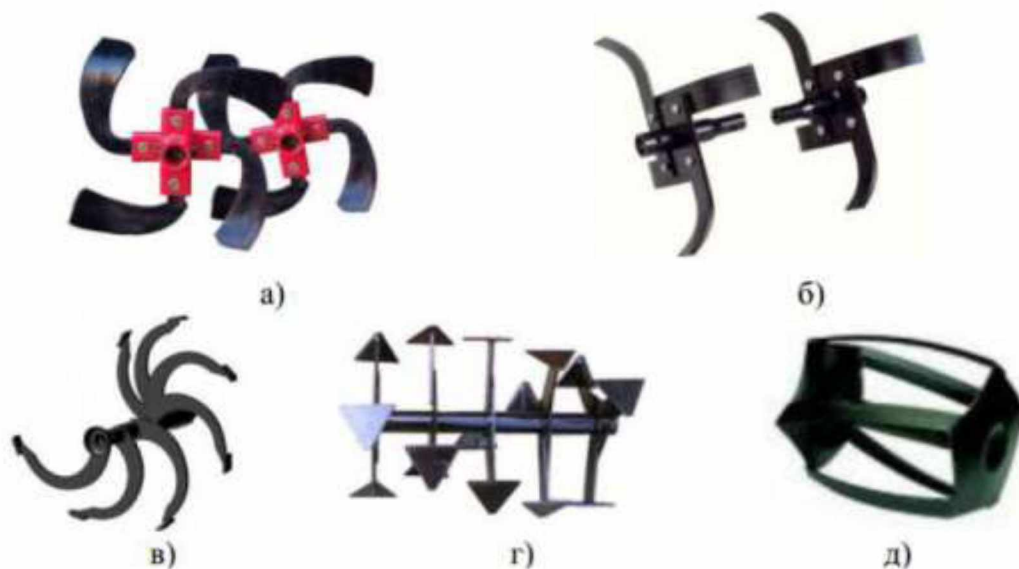
З метою одночасного виконання кількох технологічних операцій (фрезерування ґрунту, гребнеутворення, ґрунтопоглиблення і т.д.) в останні роки успішно почали розробляти швидко змінні легкі пристосування.

Для обробки ґрунту в садах, виноградниках, в парниках і теплицях застосовуються малогабаритні фрези. Малогабаритні фрези прості по конструкції і тому легко управляються. Працюють ці фрези в основному з одноосьовими тракторами потужністю від 5 до 15 к.с.

Незважаючи на те, що ґрунтообробні знаряддя з активними робочими органами мають велике різноманіття робочих органів і конструктивних рішень в області створення машин – в нашій країні машини цього типу і, зокрема, ґрунтообробні фрези поки випускаються в недостатній кількості.

1.2. Огляд робочих органів фрези для обробки ґрунту

У конструкціях сучасних ґрунтообробних фрез велика кількість різновидів робочих органів визначаються як правило їх призначенням і технологічними режимами їх роботи. Фрези з Г-подібними ножами (рис. 1, а, б) – основні робочі органи ґрунтообробних фрез. З їх допомогою можна виконувати як глибоке розпушування ґрунту, так і дрібне, створювати крупну, або дрібнокомкову структуру ґрунту, знищувати бур'яни.



а), б) – секція з Г-подібними ножами; в) – фреза «Цілина»; г) – фреза «Гусячі лапки»; д) – «Активний ротор»

Рисунок 1.1 – Фрезерні робочі органи

Оригінальну конструкцію має фреза «Цілина» (рис. 1.1, в), яка представляє не просто звичайні ножі, які ріжуть ґрунт лезами, а набір невеликих мотик, які входять в ґрунт носками. Навіть при невеликих обертах 80-120 об/хв., ця фреза обробляє ґрунт на глибину 25-30 см відкриваючи доступ вологи та повітря і руйнуючи кладки шкідників. Такий тип робочих органів призначений для розпушування ґрунту з подрібненням бур'янів і рівномірним перемішуванням ґрунту при внесенні мінеральних добрив.

Фрези «Гусячі лапки» (рис. 1.1, г) призначені для обробки не ораної землі. Принцип роботи фрез – різка землі на невеликі шматочки. При цьому вага мотоблока тисне на різучі ножі, збільшуючи глибину розпушування ґрунту. У деяких випадках можна використовувати фрези «Гусячі лапки» замість плуга. Під час оранки ґрунту різниця різкого переходу з м'яким ґрунтом в більш твердий не відчувається. Особливість «Активних роторів» (рис. 1.1, д) – це бочкоподібна форма і гвинтові планки, які виконані у вигляді ножів, розташованих не до поверхні ґрунту, як ми звикли це бачити у звичайних роторів, а плазом. Служать для знищення великих мас бур'янів на запусчених ділянках, подрібнення сидератів перед заорювання в ґрунт, мульчування ґрунту і рослинних залишків та вирівнювання поверхні ґрунту. Найчастіше на малогабаритних фрезерних культиваторах ставляться Г-подібні ножі, які більш універсальні, добре підрізають бур'яни і інтенсивно розпушують ґрунт [4].

Ножі робочих органів ґрунтообробних фрез мають різну форму, отже профілі ножів теж відрізняються один від одного. Таким чином, слід додатково вивчати, як впливає різний профіль ножів на енергоємність фрезерування і якість розпушування.

Як відомо, основу сільськогосподарського виробництва становить рослинництво, вирощування зернових, технічних та овочевих культур. З метою отримання хорошого врожаю, необхідно підвищити якість підготовки ґрунту, створюючи сприятливі умови для зростання і розвитку рослин. Обробка ґрунту в сільськогосподарському виробництві є одним з енергоємних процесів. Для підвищення якості підготовки ґрунту, необхідно визначити раціональні енергозберігаючі технології обробки ґрунту і вдосконалювати конструкції робочих органів ґрунтообробних машин.

Аналізуючи теоретичні дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених ми бачимо, що за якістю виконання технологічного процесу ґрунтообробні машини з активними робочими органами не мають собі рівних при підготовці ґрунту і обробки посівів просапних культур. Ґрунтообробні

машини з активними робочими органами створюють високу якість оброблюваного шару, так як в процесі відрізання від ґрунтового шару невеликої стружки одночасно здійснюється перемішування верхніх шарів ґрунту з добривами і рівномірне закладення рослинних залишків.

Результати аналізів сучасного етапу розвитку техніки і технологій показують, що основним способом обробки ґрунту є механічний з використанням ґрунтообробних машин з активними робочими органами. Тому, дослідники продовжують пошук шляхів вдосконалення ґрунтообробних знарядь.

У Волинській області для суцільного обробітку ґрунту випускається фреза ФП-1,8 (рис. 1.2.)



Рисунок. 1.2 – Фреза ФП-1,8 для суцільного обробітку ґрунту

Робочі органи фрези приводяться в обертання від валу відбору потужності (ВВП) трактора, ширина захвату становить 1,2 м, робоча швидкість 3 км/год., продуктивність 0,36 га/год., глибина розпушування 12 см, агрегується з тракторами МТЗ-50, Т-40, К-20, Т-30, Т-25. Використовується фреза в усіх природно-кліматичних зонах для передпосадочного обробітку ґрунту на дрібноконтурних полях.

Універсальна машина УМВК-2,8 виконує:

- передпосадкову підготовку ґрунту під посадку картоплі та інших культур;
- нарізку гребенів під посадку картоплі та інших культур;
- рихлення (фрезерування) ґрунту в міжряддях картоплі, оброблюваного з міжряддям 70x75 см з одночасним утворенням гребенів через 12-14 днів після посадки;
- подрібнення бадилля і рослинних залишків з укладанням їх у міжряддя.

З аналізу історії розвитку ґрунтообробних машин з ротаційними робочими органами ми бачимо значне вдосконалення ґрунтообробних фрез. Однак, тривають наукові дослідження з модернізації сільськогосподарських машин з ротаційними робочими органами. Ведеться пошук параметрів і режимів роботи цих машин, які забезпечували б гарну якість обробки ґрунту, мали б високу продуктивність і знизили б енергоємність фрезерування.

З метою систематизації та обліку досягнень останніх розробок в області ґрунтообробних машин з активними робочими органами розглянемо результати наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених в цій галузі.

Ґрунтообробні машини з активними робочими органами можуть за один прохід забезпечувати основну і передпосадкову підготовку ґрунту, створити оптимальне складання верхнього шару з утворенням мульчі для збереження вологи. Виняток додаткових операцій передпосадочної обробки ґрунту дозволяє знизити питомі витрати палива на 17-22,5%. Активні робочі органи забезпечують зниження щільності верхнього шару ґрунту, що особливо важливо при вирощуванні коренеплодів. Випробування в різних ґрунтово-кліматичних зонах показали, що врожайність картоплі, озимої пшениці, ячменю, кукурудзи та інших культур підвищується на 8-35%.

Відомо, що якість і енергоємність обробки ґрунту також залежить і від напрямку обертання (пряме, зворотне), конструктивних, технологічних і кінематичних параметрів активних робочих органів [5]. Активні робочі

органи з прямим обертанням крім технологічних функцій виконують ще функції рушіїв, так як при цьому реакція ґрунту спрямована в бік руху агрегату, тобто створюється підштовхуюче зусилля.

Заміна пасивних робочих органів на ґрунтообробних машинах, активними робочими органами, що приводяться в обертання від ВВП трактора, сприяє зменшенню їх тягового опору, більш повному завантаженні двигуна, зниженню енергоємності процесу обробки ґрунту на 20-33%. При цьому зменшується буксування ведучих коліс трактора на 20-30%, що сприяє збільшенню швидкості руху і збільшенню продуктивності орного агрегату в порівнянні з контрольними на 48,0-68,6%. Використання ґрунтообробних машин з активними робочими органами-рушіями (РОР) дозволяє забезпечити високу якість розпушування (подрібнення) ґрунту, подрібнення і закладення рослинних залишків, перемішування ґрунту з мінеральними добривами [6].

До питання вибору числа ножів на барабані, як і в випадку з діаметром барабана, різні вчені підходять по різному. При цьому для просапних фрез з невеликим діаметром барабана рекомендується вибирати меншу кількість ножів, а для болотних фрез і ротаційних плугів – більшу кількість. Наприклад, для отримання відповідної швидкості різання при малих діаметрах барабана слід зменшити число ножів, збільшивши число оборотів для збереження заданої подачі. Ці рекомендації пропонуються в основному для фрез з активними робочими органами.

Застосування ґрунтообробних фрез забезпечує високу якість подрібнення і закладення рослинних залишків, розпушування (кришення) ґрунту, перемішування ґрунту з мінеральними добривами. Однак при цьому їх робота супроводжується великими витратами енергії, які, як показують дослідження [7] залежать від конструктивних параметрів їх робочих органів і від обраних технологічних режимів функціонування. Одним з головних технологічних параметрів поряд з кінематичним режимом роботи є кут різання ґрунту ножем, який в значній мірі впливає на енергоємність фрезерування ґрунту [8].

Теоретичні дослідження показали, що для запобігання виникненню сил гальмування форма ножа повинна бути такою, щоб спинка ножа за час впровадження в пласт не впиралася в шар і не перешкоджала руху барабана вперед. Таким чином, слід прагнути до того, щоб форма ножа задовольняла даній умові [9].

Таким чином при всьому різноманітті науково-дослідних робіт, присвячених вивченню ґрунтообробних фрез з активними робочими органами, практично відсутні дослідження присвячені вивченню профілю робочої поверхні ножа ґрунтообробної фрези, тому ми пропонуємо розробити принципово нові робочі органи на прикладі фрези з ножами хвилястої форми для передпосадочної обробки ґрунту .

В кінцевому підсумку запропонована фреза може підвищити якість подрібнення при обробці ґрунту і надійність ґрунтообробної машини, в тому числі зменшиться енергоємність роботи фрези за рахунок почергової взаємодії ножів з ґрунтом, створяться сприятливі умови для біологічного розвитку сільськогосподарських культур.

1.3. Агротехнічні вимоги передпосадочної обробки ґрунту

Одним з найважливіших факторів підвищення врожайності картоплі є основний обробіток ґрунту. При обробці ґрунту під посадку картоплі необхідно створити сприятливі умови для росту і розвитку бульб. Для створення оптимального водно-повітряного і теплового режимів при посадці картоплі, необхідно дотримуватися таких вимог: зменшити зарядженість орного шару шкідниками і хворобами, знищити бур'яни, забезпечити пухкий орний шар.

Заходи по основній передпосадочній обробці ґрунту включають:

- обробку стерні (після зернових культур);
- обробіток проміжних культур;
- хімічну боротьбу з бур'янами;

- внесення мінеральних добрив (через небезпеку підвищення засмічення органічні добрива вносять тільки як виняток і найкраще під попередник);

- оранку (на в'язких ґрунтах восени, на легких – навесні);
- передпосадкову нарізку гребенів (восени або навесні);
- передпосадкову культивуацію і боронування.

При проведенні цих заходів потрібно враховувати конкретні місцеві ґрунтові, кліматичні і погодні умови певного року.

Якщо попередником картоплі були зернові культури, то потрібно лущення стерні виконати відразу після збирання. Це сприяє знищенню коренів бур'янів, обмеження втрат вологи при випаровуванні. Лущення краще починати на глибину 6 ... 8 см в два сліди дисковими лушчильниками, а на сильно ущільнених ґрунтах – дисковими культиваторами.

Так як численні проходи техніки по полях порушують структурний склад ґрунту, найкраще використовувати постійні технологічні колії. Поле поділяють на зони вирощування картоплі та проїзду техніки.

Щоб зайвий раз не переущільнювати ґрунт, весняну оранку краще комбінувати з передпосадочною обробкою. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов проводять боронування і культивуацію. Для більш якісної підготовки ґрунту останнім часом широко застосовується фрезерна обробка. Для поверхневого розпушування ґрунту використовуються фрези КВФ - 2,8, КФГ-3,6, культиватор-гребнеутворювач фрезерний (КМФ -2,8) і ін.

При осінній підготовці ґрунту під посадку картоплі вносять органічні і мінеральні добрива. Великий вплив на врожайність картоплі надають органічні добрива, які можна внести як восени, так і навесні. Щоб підвищити ефективність дії мінеральних добрив 70% від їх загальної кількості вносять під основний обробіток, а решта 30% під час посадки і при догляді. На важких суглинистих ґрунтах вносять органічні добрива під зяблеву оранку. На піщаних і супіщаних ґрунтах вносять органічні добрива навесні під передпосівний обробіток.

При посадці картоплі слід враховувати температурний режим: потрібно садити картоплю коли ґрунт прогріється до 6...7°C на глибині 10 см. При більш низьких температурах (3..5°C) потрібно садити пророщені або прогріті бульби.

З урахуванням ґрунтово-кліматичних умов використовують гребеневу або гладку посадку. При гребеневій посадці ґрунт краще прогрівається і провітрюється, а при гладкій посадці волога повільніше випаровується з ґрунту. На низинних важкосуглинистих і торф'янистих ґрунтах з високим рівнем ґрунтових вод картоплю краще садити на грядках.

Найбільш поширений гребеневий спосіб посадки картоплі, при якому на ділянці призначеному для посадки картоплі, роблять гребені висотою приблизно 15 см, з міжряддями 70 см. При механізованій посадці картоплі одним з недоліків є ущільнення дна борозен і основ гряд через що ускладнюється повітрообмін в грядках . Перед посадкою картоплі проводять розпушування і вирівнювання поля, щоб забезпечити прямолінійність рядів, рівномірну глибину закладення бульб і хороше проростання та розвиток рослин.

Для передпосадочного обробітку ґрунту в багатьох господарствах використовують універсальні розпушувачі-вирівнювачі типу РВК, використання яких підвищують врожайність до 16%. Починають передпосадочне розпушування з боронування боронами БЗСС-1. Після важкими боронами БДТ-7 проводять культивуацію чи дискування і плугами без відвалів глибоке розпушування на глибину 25..27 см [10].

Висновки і завдання досліджень

Аналіз результатів досліджень та засобів, для суцільного обробітку ґрунту показав, що ґрунтообробні фрези покращують якість кришення ґрунту і закладення рослинних залишків, що дозволить в кінцевому підсумку підвищити врожайність картоплі.

На підставі проведеного аналізу і для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання досліджень:

1. Обґрунтувати профіль робочої поверхні ножа, що забезпечує зниження потужності потрібної на процес фрезерування ґрунту і поліпшує якість роботи фрези, а також відповідний агротехнічним вимогам.
2. Провести експериментальні дослідження фрези з різними профілями робочої поверхні ножів.
3. Визначити якісні та енергетичні показники обробітку ґрунту фрезою із запропонованими робочими органами в польових умовах.
4. Розрахувати економічний ефект результатів дослідження.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Мета і завдання експериментальних досліджень

Мета польових досліджень полягала в перевірці теоретичних передумов і проведенні порівняльних випробувань в господарських умовах фрези з базовими робочими органами і з експериментальними робочими органами (хвилястим профілем робочої поверхні ножа) для передпосадочного обробітку ґрунту під картоплю.

Фреза створює високу якість оброблюваного шару, після основного обробітку, виконаної плугами. Так як під час оброблення ґрунтового шару одночасно здійснюється рівномірне закладення рослинних залишків і перемішування верхніх шарів ґрунту з добривами.

Робочі органи фрези ФН-1,2 приводяться в дію від ВВП трактора. Ножі фрези виготовлені з особливо твердої зносостійкої сталі. Форма робочої поверхні ножа виконана хвилястою. Глибина обробітку ґрунту фрезею регулюється за допомогою гвинтового механізму, що змінює положення коліс по висоті.

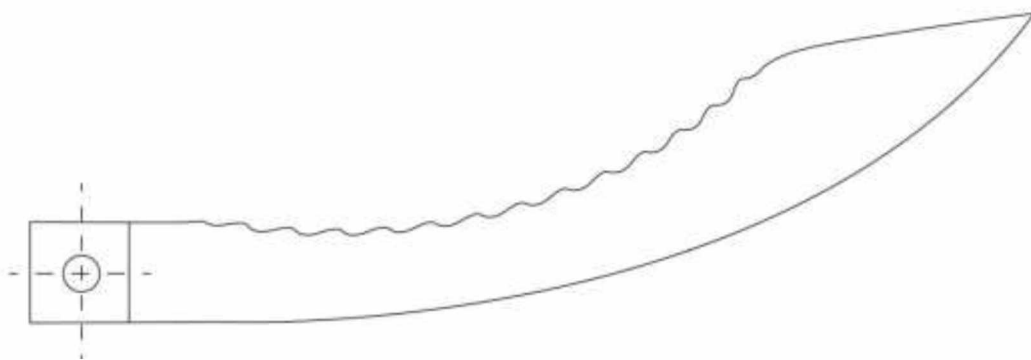


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд робочого органу

При обертальному русі ножі захоплюють відрізану стружку в обертання і відкидають назад, де вона ударяється об грабельні грати і укладається на поверхню ґрунту дрібними грудочками.

З метою зменшення енерготрудозатрат, ножі фрези розташовані на барабані таким чином, щоб п'ятка ножа не впиралася в пласт. А також, розташування ножів забезпечує рівномірне входження фрези в ґрунт і самоочищення ножів. Ґрунтообробна фреза агрегується з тракторами класу 1,4.

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика фрези ФН-1,2

Показник	Значення
Тип виробу	Навісний
Привід машини	Від ВВП
Робочі швидкості, км/год.	5,0...8,0
Транспортна швидкість, км/год.	До 20
Обслуговуючий, в т.ч. персонал, агрегат, чол.	1
Маса машини, кг	700
Межі регулювання робочих органів:	
по глибині обробки, см	4...14
фрезбарабанами	До 12
Трудомісткість складання, люд-год.	До 1,5
Трудомісткість комплектування агрегату, люд-год.	
для робочого стану	0,08
для транспортного стану	0,08
Кількість передач:	
пасова передача	Відсутня
ланцюгова передача	1
карданна передача	1
редукторів	Відсутні

2.2. Методика проведення експериментальних досліджень

Під час польових випробувань були дотримані нормативи всіх параметрів, які відповідали вимогам ТЗ на дану фрезерну машину.

Перед початком польових випробувань використовуються контрольно-вимірювальні прилади та обладнання були перевірені. При виявленні будь-яких відхилень проводилася регулювання робочих органів з урахуванням умов проведення експерименту.

З урахуванням мети польових досліджень в програму випробувань поставлена була перевірка наступних видів оцінок:

- а. експлуатаційно-технологічна оцінка роботи;
- б. агротехнічна оцінка агрегату;
- в. економічна оцінка за результатами роботи.

Результати експлуатаційно-технологічної оцінки заносяться в спеціальні журнали за відповідною формою. При цьому враховувалися умови проведення даної оцінки.

Ділянка, де проводилася агротехнічна оцінка агрегату повинен відповідати таким вимогам:

- ділянка повинна бути однотипною по попереднім обробкам і рослинам;
- по площі повинен дозволяти виконання передбачених програмою робіт;
- поле повинно відповідати обраному типу, тобто мати рівний рельєф і бути однотипним.

Під час проведення агротехнічної оцінки показники ділянки і якості роботи машини повинні містити наступні показники: вираженість рельєфу і мікрорельєфу, тип ґрунту, твердість, щільність ґрунту, вологість, засміченість бур'янами, пожнивними залишками.

Машина повинна пропрацювати більше 5 годин основної роботи перед початком проведення польових випробувань. Щоб визначити показники

якості роботи фрези встановлюється потрібний режим роботи з урахуванням умов даних випробувань і агротехнічних вимог. Режими регулювання встановлюють на поле, де однаковий агрофон. Встановлені режими регулювання заносяться в журнал випробувань.

Щоб визначити швидкість руху фрези на певних місцях відзначають віхами ділянки довжиною понад 50 м. Фіксацію часу проходження ділянки визначають секундоміром в чотириразовій повторності: дві – в одному і дві – в зворотному напрямку руху. Як правило це робиться на максимально можливих швидкостях руху агрегату. При виборі швидкостей необхідно виходити з правил, що пред'являються до технічного завдання та інструкції по експлуатації.

Глибина обробітку ґрунту визначалася за загальноприйнятою методикою [12]. Лінійку занурюють в ґрунт до необробленого шару по сліду робочого органу з інтервалом 1 м. Кількість вимірювань проводиться більше 25 разів для всіх робочих органів в кожній повторності. Дослід повторюється в 4 рази (дві по ходу руху агрегату, дві - назад). Допустима похибка вимірювання - не більше 1 см.

Для вимірювання вологості ґрунту використовували метод гарячої сушки. Взяті проби витримувалися в сушильній шафі при температурі 105°C і зважувалися до сушки і після сушіння на вагах. При цьому вологість розраховували за формулою (2.1):

$$w = \frac{m_s - m_c}{m_c} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

де m_s і m_c – маса проби ґрунту до сушки і після сушіння, кг.

Для визначення твердості ґрунту використовували ґрунтовий пенетрометр. Вимірювання проводились на глибину до 0,025 м в п'ятикратній повторності в точках розміщення по прямій лінії на типовому майданчику з кроком в 50 см.

Якість кришення ґрунту визначали за стандартною методикою. Для цього використовували ящик для взяття проб ґрунту, набір сит і ваги ВЛКТ500.

Щоб визначити ступінь кришення ґрунту проби відбираються в чотирьох точках ділянки (дві по ходу руху і дві - назад) з площею 0,25 м² на глибину обробки через годину після проходу агрегату. Взяті проби ділимо на різні фракції, за допомогою спеціального набору решіт з діаметрами отворів, що відповідає розмірам отриманої фракції ґрунту.

Отримані результати зважувань, вмісту кожного решета заносилися в журнал спостережень, за якими обчислювали процентний вміст *i*-ої фракції грудок Π_{ki} %, за формулою (2.2):

$$\Pi_{ki} = \frac{m_i}{m} \cdot 100\% \quad (2.2)$$

де m_i і m – маса фракції у взятій пробі і загальна маса проби, кг.

Потім визначали коефіцієнт кришення $K_{кр}$ ґрунту за формулою:

$$K_{кр} = \frac{m_{\{50\}}}{m} \cdot 100\% \quad (2.3)$$

де $m_{\{50\}}$ – маса частинок ґрунту розміром менше 50 мм, кг.

Відповідно до вимог стандарту, частинок ґрунту розміром 50 мм в загальному обсязі проби не повинно бути менше 85%.

Гребенястість обробленої поверхні визначили вимірюванням подовження шнура при копіюванні рельєфу поверхні ґрунту. Для цього в ґрунт забивають кілочок і прив'язують до нього шнур з мірної стрічкою на кінці. Шнур натягують поперек напрямку обробки і на 10-метровій позначці забивають другий кілочок. Довжина натягнутого шнура між кілочками дорівнює 10 м. При звільненні шнура його довжина між кілочками

збільшується внаслідок копіювання поверхні ґрунту. Подовження шнура визначається по мірній стрічці. Відношення подовження шнура (см) до базисної його довжини (м) дає відсоток гребенистості ріллі.

Підрізання рослинних залишків при луценні стерні визначають шляхом зрізу і зважування рослинних залишків з майданчиків розміром (1x1) м, які повторюються в десять разів по діагоналі поля до проходу машини. Кількість взятих майданчиків чотири (два по ходу руху агрегату і два – зворотний бік). Після проходу агрегату накладають облікові рамки по ширині захвату агрегату довжиною 0,5 м. В межах взятих ділянок не підрізані рослинні залишки зістригають і зважують. Похибка зважування ± 10 г.

Підрізання рослинних залишків $G_n, \%$, визначають за формулою:

$$G_n = \frac{g_u - g_n}{g_u} \cdot 100\% \quad (2.4)$$

де G_n – підрізання рослинних залишків, %.

g_u – кількість рослинних залишків до обробки, г;

g_n – кількість рослинних залишків, г [13].

Підрізання бур'янів визначали по кількості не підрізаних бур'янів на взятих ділянках, після видалення бур'янів не раніше ніж через 20 годин і не пізніше ніж через 30 годин після обробки ґрунту.

Кількість підрізаних бур'янів P_c визначають наступним чином:

$$P_c = \frac{K_1 - K_2}{K_1} \cdot 100\% \quad (2.5)$$

де K_1 і K_2 – кількість бур'янів відповідно на ділянці до проходу і після проходу агрегату, шт.

Загальний вигляд агрегату при виконанні технологічного процесу показаний на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд агрегату при виконанні технологічного процесу

Висновки

В даному розділі представлені мета і завдання експериментальних досліджень; приведена методика проведення експериментальних досліджень. Загальні результати отримані на основі теоретичних досліджень із застосуванням методів аналітичної геометрії, теоретичної механіки, диференціальних рівнянь. При обчисленнях використовувалися програмні продукти Ms Excel, MathType, Statistica.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Теоретичні дослідження фрези для обробки ґрунту

Розглянемо барабан фрези з горизонтальною віссю обертання (рис. 3.1).

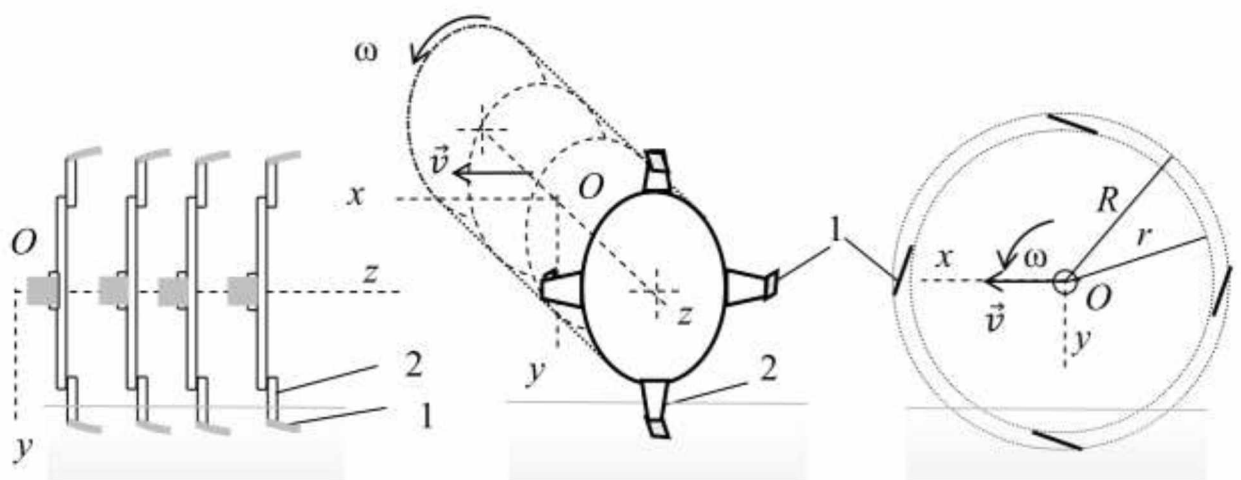


Рисунок 3.1 – Барабан фрези з ножами 1 і боковинами з ріжучими кромками 2

Ножі фрези закріплені на вертикальних дисках і здійснюють складний рух: поступальний разом з віссю обертання барабана і обертальний навколо осі обертання. На диску встановлюють 4 або 6 ножів. Впровадження ножа в ґрунтовий пласт відбувається зверху вниз. Різання ґрунту здійснюється лезом ножа і передньою кромкою боковини ножа. Відрізаний пласт переміщується і кришиться робочою поверхнею ножа, поверненої всередину барабана.

Введемо наступні позначення:

$O_{1x_1y_1z_1}$ – нерухома прямокутна декартова система координат з горизонтальною віссю O_{1z_1} , паралельної рухомій осі обертання барабана, і вертикальною віссю O_{1y_1} , жорстко пов'язаної з пластом;

O_{xyz} – жорстко пов'язана з рамою фрези прямокутна декартова система координат з горизонтальною віссю O_z , що збігається з рухомою віссю обертання барабана фрези і вертикальною віссю O_y ;

ρ, φ – полярні координати, пов'язані з системою координат O_{xy} ;

t – час, с;

t_0 – момент часу, в який лезо ножа починає входження в пласт, с;

R, r – відстані від осі обертання барабана до найменш і найбільш віддалених точок ножа фрези, м;

h – відстані від осі обертання барабана до пласта, м;

ω – кутова швидкість обертання барабана, рад/с;

\vec{v}_f – швидкість точки рами фрези при поступальному русі;

v_f – величина швидкості, м/с;

Щоб уникнути виникнення сил гальмування форма ножа повинна бути такою, щоб спинка ножа за час входження в пласт не впиралася в шар і не перешкоджала руху барабана вперед.

Виведемо рівняння лінії профілю робочої поверхні ножа в площині обертання, що задовольняє даній умові.

Нехай O_{xy} – рухома система координат, жорстко пов'язана з рамою фрези, в площині обертання барабана.

Розглянемо деякий плоский шар пласта на відстані H від осі барабана.

Нехай в деякий момент часу t_1 лезо ножа барабана в положенні 1 знаходиться на цьому шарі в точці A_1 (рис. 3.2).

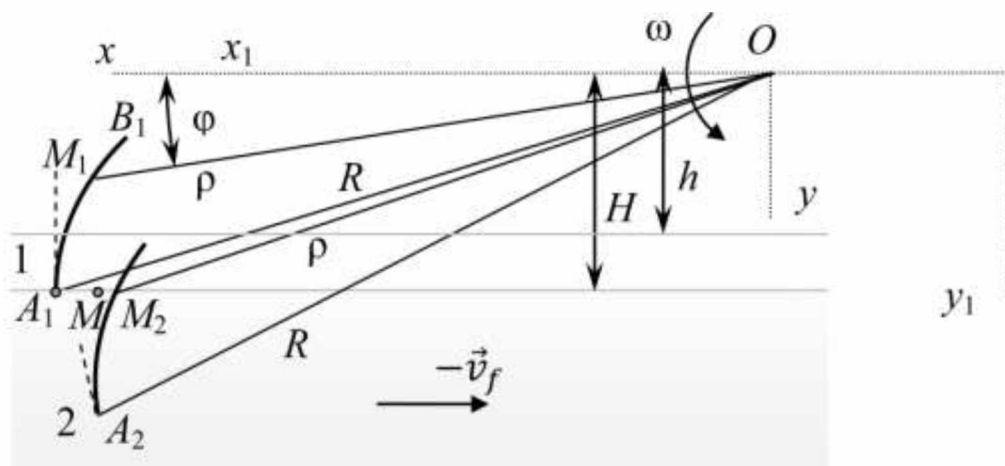


Рисунок 3.2 – Положення 1 і 2 вигнутого профілю ножа в площині O_{xy}

У рухомій системі координат O_{xy} траєкторією точки ножа служить коло, а траєкторією точки спокійного пласта – пряма, паралельна осі O_x .

При переході ножа з положення 1 в положення 2 точка леза ножа з положення A_1 в системі координат O_{xy} переміщається в положення A_2 . При цьому за той же час точка рухомого пласта з положення A_1 в тій же системі координат O_{xy} переміщається в точку M на даному шарі. Щоб частки пласта даного шару не впиралися в спинку ножа, точка M повинна знаходитися перед точкою M_2 профілю ножа в положенні 2 на шарі:

$$A_1M \leq A_1M_2. \quad (3.1)$$

Точки M_1 і M_2 – це одна і та ж точка профілю ножа на відстані ρ від осі барабана в положеннях 1 і 2 ножі [14].

Розглянемо початковий момент часу, в який системи координат $O_{1x_1y_1}$ і O_{xy} збігаються. Горизонтальна вісь O_x паралельна поверхні пласта і спрямована в бік руху осі обертання барабана, а вісь O_y – вертикально вниз. Знайдемо рівняння профілю в полярних координатах ρ, φ прив'язаних в даний початковий момент до обох систем координат. Вважаємо кутову швидкість, радіус фрези і швидкість шару щодо осі фрези заданими і незмінними.

Розрахунок проведемо в разі, коли точки M і M_2 збігаються. Цей випадок є граничним при незмінній довжині ножа і заданих кутовій швидкості обертання ножа та швидкості поступального руху корпусу фрези. Умови руху без упору при тих же розмірах і кутовій швидкості обертання ножів будуть виконуватися і при меншій швидкості поступального руху корпусу фрези. При цьому у формулі (2.1) буде виконуватися сувора нерівність, тобто буде мати місце неграничний випадок.

Координату φ будемо відраховувати в напрямку обертання барабана від осі O_x в площині обертання $z = 0$.

З трикутників A_2OB і M_2OB , знайдемо, що:

$$A_1M_2 = \sqrt{R^2 - H^2} - \sqrt{\rho^2 - H^2}. \quad (3.2)$$

За час повороту ножа на кут M_1OM_2 з кутовою швидкістю ω при переході з положення 1 в положення 2 точка A_2 пласта при русі зі швидкістю пласта проходить шлях A_1M_2 , тобто:

$$A_1M_2 = \frac{v_f}{\omega} \left(\arcsin \frac{H}{\rho} - \varphi \right). \quad (3.3)$$

Прирівнюючи праві частини останніх двох рівнянь, отримаємо рівняння профілю ножа в полярних координатах, пов'язаних з системою координат O_{xy} , в момент часу:

$$\varphi = \arcsin \frac{H}{\rho} - \frac{\omega}{v_f} \left(\sqrt{R^2 - H^2} - \sqrt{\rho^2 - H^2} \right). \quad (3.4)$$

Відзначимо, що ніж, профіль якого в площині обертання в момент представляє вигнуту лінію з рівнянням (3.2), рухається без упору пласта в спинку ножа на шарі, що розташовується на відстані H від осі барабана.

Щоб пласт не впирався в спинку ножа, співвідношення (3.1) має дотримуватися на всіх шарах оброблюваного ножем пласта:

$$h \leq H \leq R. \quad (3.5)$$

Можна довести, що спинка ножа не впирається в пласт на всіх шарах, якщо вона не впирається в пласт на верхньому шарі пласта. Таким чином, рівняння лінії нерухомого профілю ножа в полярних координатах, пов'язаних з системою декартових координат O_{xy} , в початковий момент часу має вигляд:

$$\varphi = \arcsin \frac{h}{\rho} - \frac{\omega}{v_f} (\sqrt{R^2 - h^2} - \sqrt{\rho^2 - h^2}), \quad (3.6)$$

Розглянемо прямолінійний профіль ножа, який представляє собою в момент часу відрізок A_1B_1 , що з'єднує лезо і п'ятку ножа, рівняння якого описується рівністю (3.3) (рис.3.3).

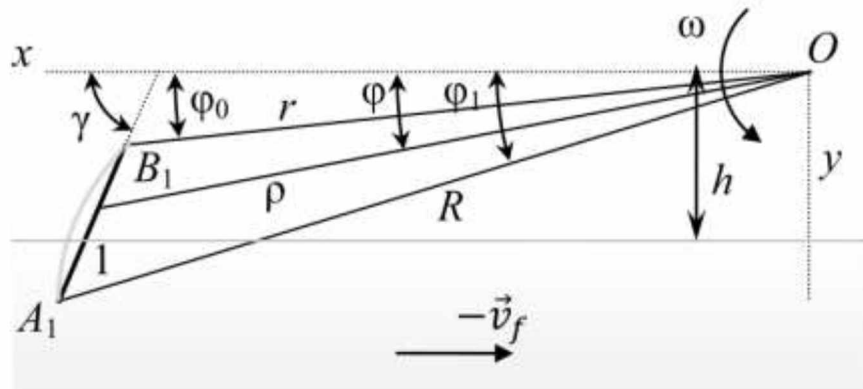


Рисунок 2.3 – Ніж 1 з прямолінійним профілем в площині $O_{1x_1y_1}$

Рівняння відрізка A_1B_1 в полярних координатах, пов'язаних з системою координат O_{xy} , в момент часу можна записати так (рис. 3.3) [15]:

$$\rho \sin(\gamma - \varphi) = R \sin(\gamma - \varphi_1) \quad (3.7)$$

або

$$\rho = \frac{R \sin(\gamma - \varphi_1)}{\sin(\gamma - \varphi)}, \quad (3.8)$$

де

$$\varphi_0 \leq \varphi \leq \varphi_1;$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{R \sin \varphi_1 - r \sin \varphi_0}{R \cos \varphi_1 - r \cos \varphi_0}. \quad (3.9)$$

Рівняння обертального навколо осі O_z прямолінійного профілю ножа в полярних координатах, пов'язаних з системою координат O_{xy} , виводиться з рівності (3.8) [15]:

$$\rho = \frac{R \sin(\gamma - \varphi_1)}{\sin[\gamma - \varphi + \omega(t - t_0)]}. \quad (3.10)$$

Вважаємо, що леза і крайні точки спинок ножів прямолінійного і вигнутого профілю збігаються. Так як прямолінійний профіль обмежений вигнутим профілем, то його спинка теж не буде вpirатися в шар.

Тоді рівняння рухомого прямолінійного профілю ножа в рухомій системі координат O_{xy} буде в такому вигляді:

$$F(x, y, t) = R \sin(\gamma - \varphi_1) - x \sin[\gamma + \omega(t - t_0)] + y \cos[\gamma + \omega(t - t_0)] = 0.$$

Поряд із зігнутим і прямолінійним профілями ножа розглянемо третій профіль ножа, який назвемо хвилястим профілем. Хвилястий профіль задамо у вигляді синусоїди, укладеної між зігнутим і прямолінійним профілями (рис. 3.4).

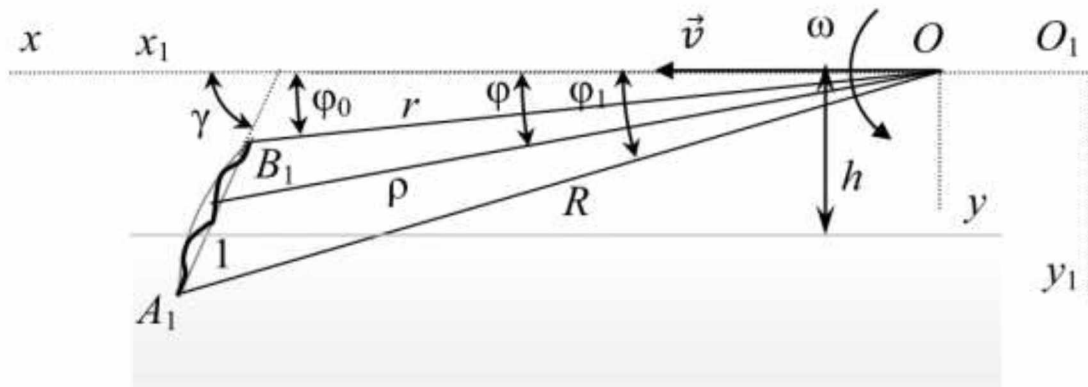


Рисунок 3.4 – Ніж 1 з хвилястим профілем в площині O_{xy}

Рівняння лінії хвилястого профілю ножа в полярних координатах, в момент часу запишемо так:

$$\rho = \frac{R \sin(\gamma - \varphi_1)}{\sin[\gamma - \varphi]} + \left[\rho_1 - \frac{R \sin(\gamma - \varphi_1)}{\sin[\gamma - \varphi]} \right] \sin^2 \frac{2\pi(\varphi - \varphi_0)}{\varphi_1 - \varphi_0}, \quad (3.11)$$

З огляду на рівності (3.5), уявімо рівняння обертового щодо корпусу фрези профілю ножа в полярних координатах ρ , пов'язаних з рухомою системою координат O_{xy} :

$$F(\rho, \varphi, t) = \frac{R \sin(\gamma - \varphi_1)}{\sin[\gamma - \varphi + \omega(t - t_0)]} + \left[\rho_1 - \frac{R \sin(\gamma - \varphi_1)}{\sin[\gamma - \varphi + \omega(t - t_0)]} \right] \sin^2 \frac{2\pi(\varphi - \omega(t - t_0) - \varphi_0)}{\varphi_1 - \varphi_0} - \rho = 0,$$

Так як хвилястий профіль укладений між прямолінійним і зігнутим профілем, його спинка не буде впирається в рухомий пласт.

3.2. Моделювання обробки ґрунту фрезою

Модель обробки ґрунту фрезою призначена для дослідження вигнутого, прямолінійного та хвилястого профілів ножа.

Для роботи програми необхідно ввести вихідні дані, перелік яких і значення по умовчання наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Перелік вихідних даних

Позначення	Пояснення	Значення по умові
H	Глибина обробки пласта	120 мм
R	Радіус барабана фрези	180 мм
ω	Кутова швидкість обертання барабану	48 рад/с
w_l	Довжина лінії профілю ножа в площині обертання барабану	24 мм
l	Ширина захвату ножа	40 мм
v_f	Швидкість фрези	2,1 м/с
m	Число ножів на диску барабана	4
n	Число дисків барабана	10
ρ_b	Щільність пласту до обробки	1200 кг/м ³
σ	Напруження зім'яття пласту	100 кПа
w	Ширина захвату фрези	3600 мм
μ	Коефіцієнт миттєвого тертя при співударі робочої поверхні ножа та частин пласту	0,6
k	Коефіцієнт відновлення швидкості при співударі робочої поверхні ножа та частинок пласта	0,5

Програма дозволяє будувати і виводити

- 1) лінії вигнутого, прямого і хвилеподібного профілів ножів;
- 2) траєкторії лез і п'яток ножів;

3) графіки залежності потужності зім'яття P_c , удару P_b , сумарної потужності P на одиницю ширини захвату фрези, питомої роботи E обробки пласта на одиницю площі, показника ефективності обробки пласта від швидкості руху корпусу фрези, оснащеною ножами з вигнутим, прямолінійним або хвилеподібним профілем;

4) графіки залежності потужності зім'яття P_c , удару P_b , сумарної потужності P на одиницю ширини захоплення фрези, питомої роботи E обробки пласта на одиницю площі, показника ефективності обробки пласта від радіуса барабана фрези, оснащеною ножами з вигнутим, прямолінійним або хвилеподібним профілем при незмінних швидкості леза, швидкості корпусу фрези, глибині обробки шару.

Як впливає з рівності (3.3), раціональна форма профілю ножа залежить від трьох параметрів: радіусу ножа, глибини обробки пласта і кінематичного параметра.

Аналіз рівності показує, що ножі з профілем, розрахованим при заданій швидкості корпусу плуга і глибині обробки пласта, при інших рівних умовах забезпечують обробку ґрунту без упору спинки в пласт при меншій глибині і більшому значенні кінематичного параметра (рис. 3.5) [16].

Слід зазначити, що «економний» режим обробки пласта без упору в пласт досягається ножами, профіль яких розрахований при заданих геометричних параметрах барабана і параметри руху (рис. 3.6, зліва). Така ж обробка того ж пласта ножами, профіль яких розрахований при меншому значенні кінематичного параметра, призводить до збільшення навантаження на ніж і підвищенню витрат енергії на удар (рис. 3.7, праворуч).

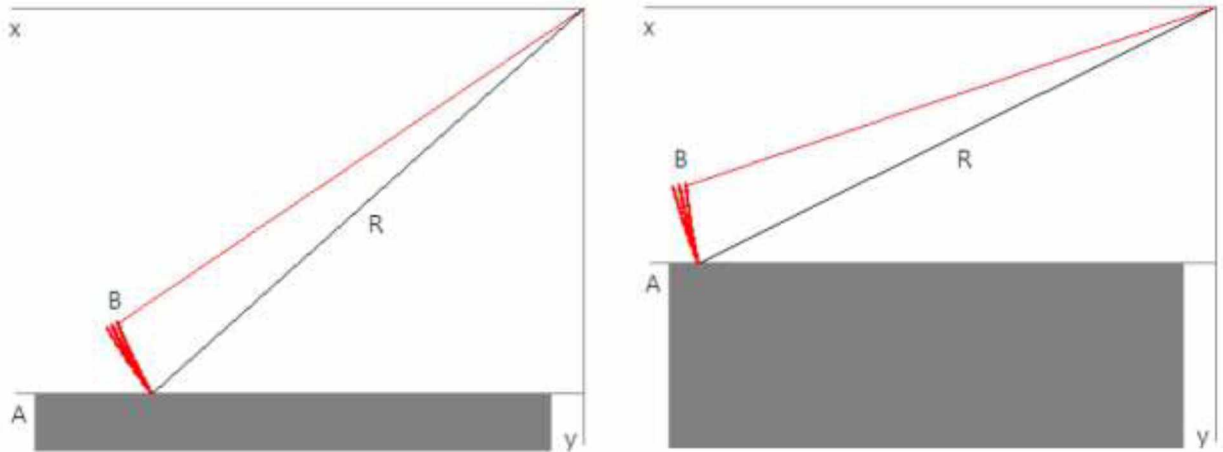


Рисунок 3.5 – Лінії вигнутого профілю ножа при швидкості руху корпусу 0.7, 1.4, 2.1 м/с і глибині обробки шару 60 мм (зліва) і 120 мм (праворуч)

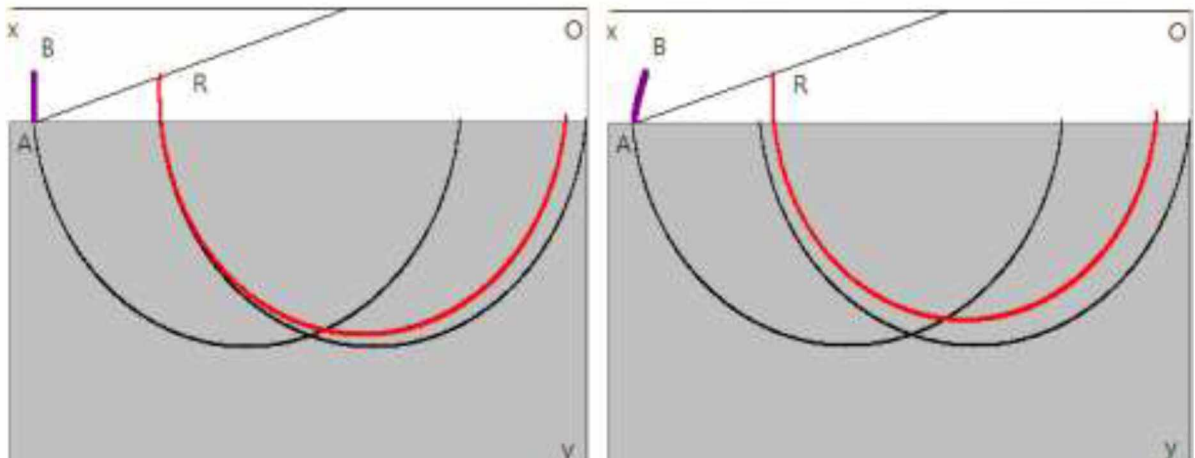


Рисунок 3.6 – Траєкторії точки леза ножа (чорна) і спинки ножа (червона) при кутовий швидкості барабана 48 рад/с і зігнутому профілі, розрахованим при тій же кутовий швидкості (зліва) і ті ж траєкторії при зігнутому профілі, розрахованим при кутовий швидкості 24 рад/с (праворуч)

Енергоємність зім'яття ґрунту лезом обумовлена властивостями ґрунту і товщиною ножа. Вона безпосередньо пов'язана з довжиною траєкторії леза, що залежить від швидкості корпусу плуга (рис. 3.7, зліва).

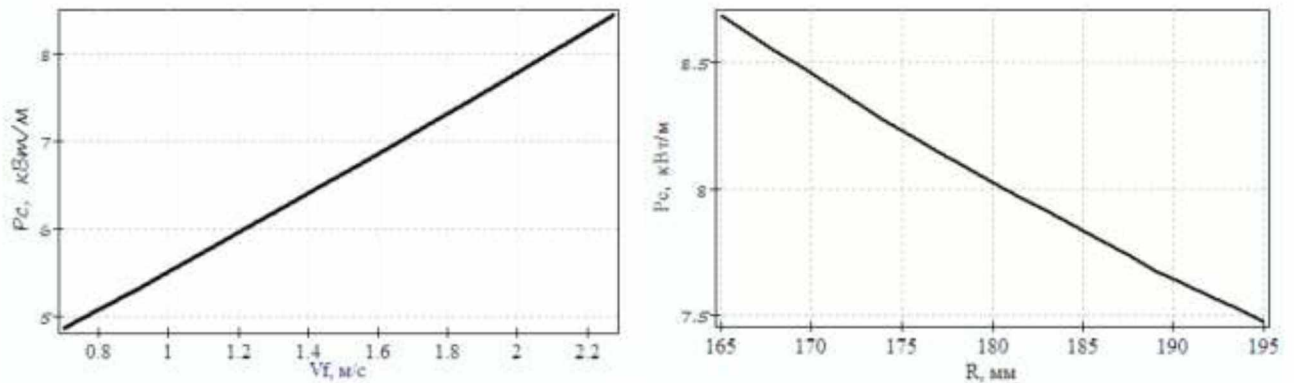


Рисунок 3.7 – Залежності питомої потужності P_c від швидкості корпусу фрези (зліва) і радіусу барабана при незмінних окружній швидкості лез ножів, глибині обробки пласта і швидкості корпусу фрези (праворуч)

За інших рівних умов питома енергоємність зім'яття пласта зменшується зі зменшенням швидкості.

Збільшення радіусу барабана з 165 мм до 195 мм при незмінних окружній швидкості лез ножів, глибині обробки пласта і швидкості фрези дозволяє знизити витрати енергії на змінання пласта на 14% (рис. 3.7, праворуч).

Витрати енергії на змінання пласта перевищують витрати енергії на зіткнення вигнутих ножів з частинками пласта більш ніж в 6 разів (рис. 3.8).

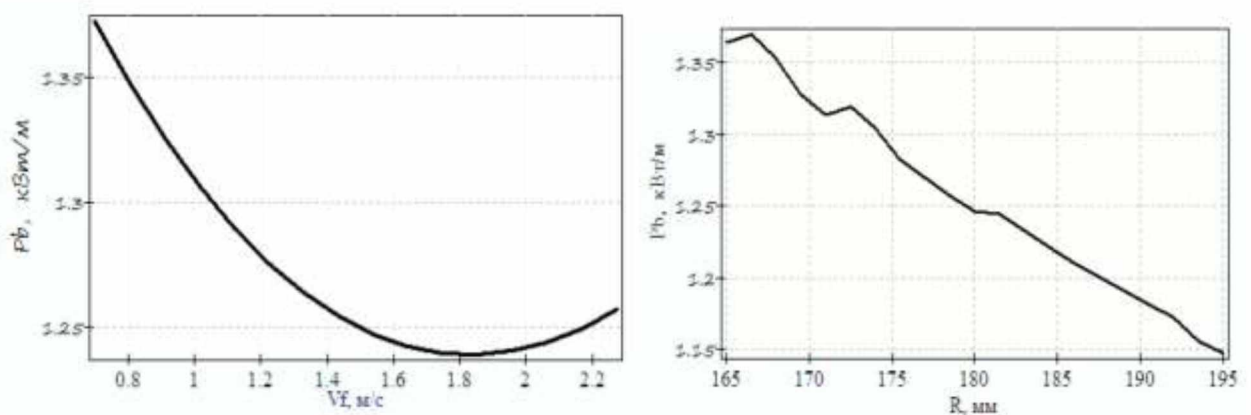


Рисунок 3.8 – Залежності питомої потужності P_b від швидкості корпусу фрези (зліва) і радіусу фрези при незмінних окружній швидкості лез вигнутих ножів, глибині обробки пласта і швидкості корпусу фрези (праворуч)

При цьому витрати енергії на зіткнення також знижуються зі збільшенням радіуса барабана при незмінних окружній швидкості лез ножів, глибині обробки пласта і швидкості корпусу фрези (рис. 3.8, праворуч).

Розрахунки показали, що за витратами енергії ножі з прямолінійним профілем поступаються ножам з вигнутим профілем, а ножі з вигнутим профілем поступаються ножам з хвилеподібним профілем (рис. 3.9).

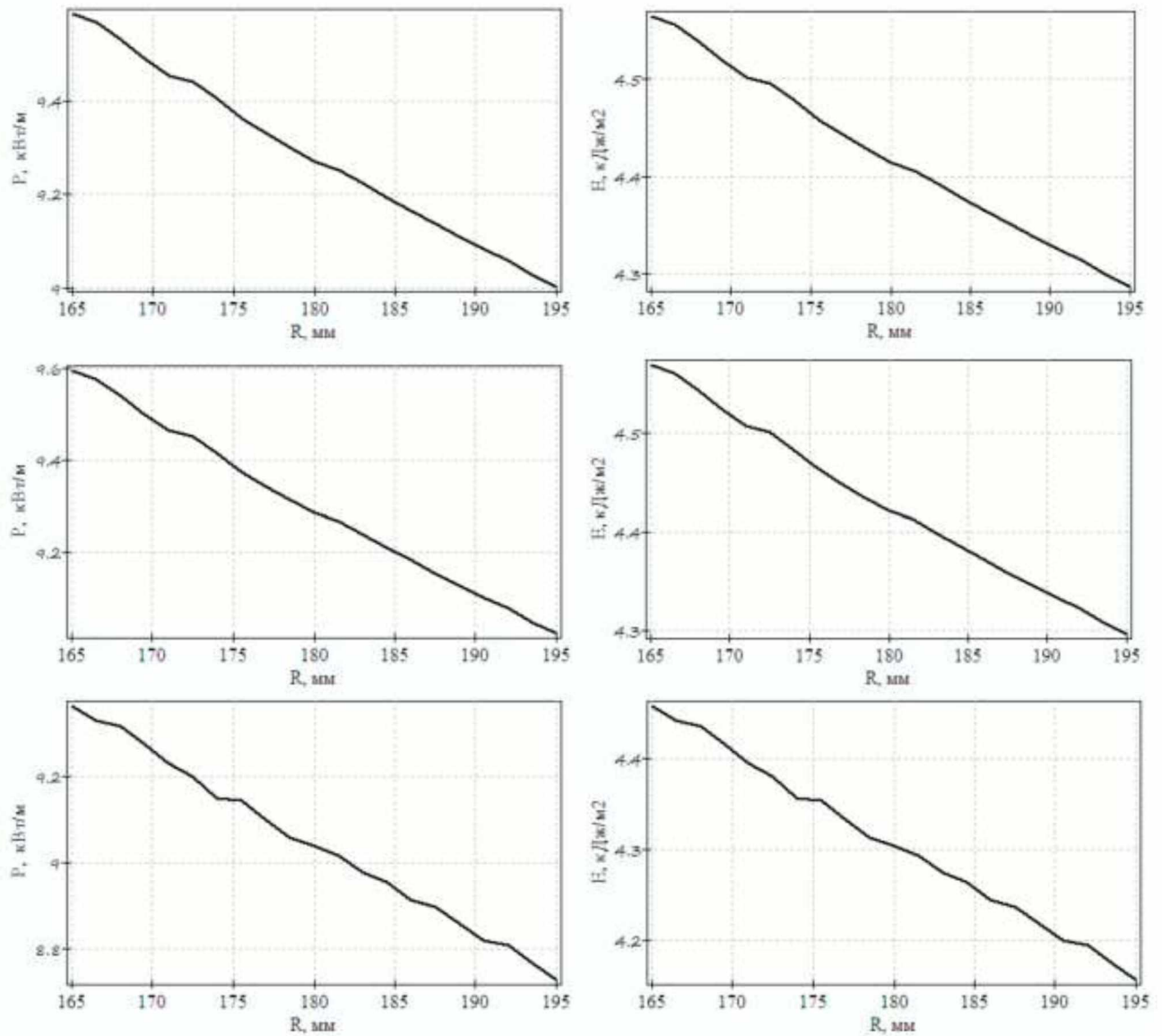


Рисунок 3.9 – Залежності потужності P (зліва) і питомої роботи E (праворуч) від радіуса фрези при незмінних окружній швидкості лез ножів, глибині обробки пласта і швидкості корпусу фрези з вигнутими (вгорі), прямолінійними (в центрі) і хвилеподібними (внизу) ножами

Зі збільшенням радіуса барабана при незмінних окружної швидкості лез ножів, глибині обробки пласта і швидкості корпусу фрези витрати енергії знижуються (рис. 3.9).

Таким чином, можна зробити висновок, що діаметр барабана фрези доцільно встановлювати максимально можливим з конструктивних міркувань.

Зі збільшенням швидкості фрези якість розпушування пласта за коефіцієнтом K погіршується, питомі витрати енергії на обробку пласта зменшуються, ефективність обробки ґрунту за показником ефективності погіршується.

3.3. Результати польових випробувань на якість передпосадочного обробітку ґрунту

Завдання лабораторно-польових випробувань полягала у вивченні впливу ґрунтообробної фрези ФН-1,2 з хвилястим профілем робочого органу на якість передпосадочного обробітку ґрунту під картоплю.

Випробування ґрунтообробної фрези проводилися на полях після збирання ячменю.

Таблиця 3.2 – Характеристика поля

Показник	Значення показника при лабораторно-польових випробуваннях
1	2
Вид роботи	Рихлення ґрунту
Характеристика поля: тип ґрунту та його механічний склад	Середньо суглинистий чорнозем
Рельєф	Рівний
Мікрорельєф	Хвилястий
Попередник і попередня обробка	Ячмінь, рихлений стерньовий фон
Грудки вище 10 см на ділянці	Грудки відсутні
Твердість ґрунту, МПа, в шарі, см: від 0 до 5, 5-10, 10-15, 15-20	0,9 1,3 1,5 1,9

Продовження табл 3.2

1	2
Вологість ґрунту, %, в шарі, см: від 0 до 5, 5-10, 10-15, 15-20	18,7 19,8 21,1 22,4
Кількість бур'янів на контрольній ділянці, шт./м ²	9
Висота рослинних та пожнивних решток в середньому, см	21
Маса бур'янів та пожнивних решток, г/м ²	219

Твердість ґрунту становить - 0,9 - 1,9 МПа, вологість - 18,7-22,4%, середня висота рослинних залишків на ділянці становить 21 см, при допустимій 25 см, а маса бур'янів і пожнивних залишків 219 г/м².

Завдання лабораторно-польових випробувань полягала у вивченні впливу ґрунтообробної фрези ФН-1,2 з хвилястим профілем робочого органу на якість передпосадочного обробітку ґрунту під картоплю.

Експериментальні дослідження ґрунтообробної фрези ФН-1,2 проводилися при встановленій глибині 12 см, з шириною захвату агрегату 1,2 м.

ґрунтообробну фрезу ФН-1,2 агрегуватися трактором Т-40А. Робоча швидкість була однаковою і склала 1,12 м/с.

З отриманих даних видно, що фреза в обох варіантах надійно витримує ширину захвату і глибину фрезерування ґрунту.

Відхилення середньої глибини обробки від встановленої склало +0,2 см.

Після проходження ґрунтообробної фрези з базовими робочими органами і робочими органами з хвилястим профілем робочої поверхні ножа, кількість не зруйнованих грудок розміром до 50 мм було отримано 100% в обох випадках, а розміром до 25 мм - 85,2% і 91,6% відповідно.

І базові і дослідні робочі органи забезпечили повне підрізання рослинних залишків, а закладення пожнивних залишків на 83% і 90% відповідно.

Гребенястість поверхні поля склала +1,9 см і +1,8 см.

Таблиця 3.3 – Результати агротехнічних показників при польових дослідженнях

Показник	Значення показника по даним випробувань	
	Т-40А + ФН-1,2 Базовий	Т-40А + ФН-1,2 з хвилястими робочими органами фрези Експериментальний
Установочна глибина обробки, см	12,0	12,0
Робоча швидкість агрегату, м/с	1,12	1,12
Показники якості виконання технологічного процесу:		
Гребнистість поверхні поля, см	+1,9	+1,8
Глибина обробки в середньому, см	12,2	12,2
Відхилення середньої глибини обробки від встановленої, см	±0,2	±0,2
Робоча ширина агрегату, м	1,2	1,2
Ступінь кришення ґрунту, %:		
Розмір фракції в шарі 0... 12 см:		
до 50 мм;	100	100
до 25 мм	85,5	91,6
Підрізання бур'янів, %	100	100
Заробляння пожнивних решток, %	83	90
Середній діаметр частинок (D), мм	7,5	6,4

Результати агротехнічної оцінки показують, що ґрунтообробна фреза ФН-1,2 з хвилястою робочою поверхнею ножа по всіх параметрах якості виконання технологічного процесу задовольняє агротехнічним вимогам в цілому, зокрема підходить до ґрунтів для посадки картоплі [15].

Висновки

1. Представлена модель, яка дозволяє вивчити вплив форм робочої поверхні ножів фрези на якісні та енергетичні показники процесу розпушування ґрунту.

2. За витратами енергії ножі з прямолінійним профілем поступаються ножам з вигнутим профілем, а ножі з вигнутим профілем поступаються ножам з хвилеподібним профілем; при цьому хвилеподібний ніж забезпечує зниження витрат енергії на 9%.

3. Зі збільшенням робочої швидкості фрези якість розпушування пласта за коефіцієнтом розпушування зменшуються, питомі витрати енергії на обробку пласта зменшуються, ефективність обробки ґрунту поліпшується.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

4.1. Екологічна експертиза розробок

Екологічна паспортизація ремонтно-обслуговуючих підприємств є одним з ефективних перспективних засобів охорони навколишнього природного середовища. Екологічний паспорт підприємства належить до його основної проектно-технічної документації. Поряд з технологічним регламентом він повинний бути на кожному підприємстві. У цьому документі наведені дані, що характеризують взаємовідносини підприємства з довкіллям.

У першій частині паспорта наводяться загальні відомості про виробництво: назва підприємства та продукції, що виробляється, район розташування, його потужність, займана площа, кількість працюючих та основні витратні величини споживаної сировини, води, енергії, палива, пари, повітря тощо, а також відомості про споживану сировину, джерела водо- і теплопостачання, короткий опис технологічних схем виробництва основної продукції, технології очищення газо- димових викидів в атмосферне повітря та стічних вод, оборотність, зберігання, транспортування та вилучення твердих відходів (назва, кількість, хімічний склад та деякі основні властивості, технологія відновлення або виготовлення), утримання приміщень і споруд, плани дій в аварійних умовах, небезпечні матеріали, відомості про кращі альтернативні технології, що застосовуються на інших підприємствах країни чи світової практики і завдають меншої шкоди довкіллю.

Характеризується також санітарно-захисна зона підприємства (площа зони, прилеглі об'єкти, її оформлення).

У другій частині паспорта відображені заплановані природоохоронні

заходи із зазначенням конкретних термінів, виконавців, обсягів і витрат, питомих і загальних газо-димових викидів в атмосферне повітря і скидів стічних вод та відходів виробництва до і після впровадження кожного заходу.

Екологічні паспорти дають змогу зробити аналіз екологічного середовища в регіоні, порівняти техніко- і еколого-економічні дані з даними інших підприємств, що характеризуються природоохоронними заходами.

Одночасно можна оцінити й ефективність застосованої технології, повноту використання матеріалів й палива, ефективність технології очищення стічних вод і газо-димових викидів.

Можна також зробити еколого-економічну оцінку збитків взагалі і завданих природі зокрема, ефективність використання палива та енергії.

Оскільки об'єкти підприємства є джерелами забруднення атмосфери і навколишнього середовища, то проводять аналіз забезпеченості технічними засобами контролю за станом навколишнього середовища, викидами забруднюючих речовин в атмосферу і дають оцінку виконання екологічних заходів, приводять дані про використання і охорону земельних і водних ресурсів, описують методи контролю за шкідливими викидами, заходи щодо їх зменшення.

Екологічні порушення (злочини) караються відповідно до вимог Кримінального кодексу України. Вимоги закону передбачають встановлення чіткого причинного зв'язку між зробленим порушенням і погіршенням навколишнього середовища.

До екологічних злочинів відносять: забруднення навколишнього природного середовища (води, повітря, ґрунту); порушення правил обороту небезпечних матеріалів і відходів.

Забруднення, виснаження поверхневих чи підземних вод, джерел питної води або зміна її природних властивостей можуть завдати шкоди сільському господарству. Оцінка завданого збитку здійснюється з урахуванням реальної вартості затрат на відновлювальні роботи та ліквідацію наслідків.

Порушення правил викиду забруднювальних речовин в атмосферу, експлуатації очисних споруд чи інших об'єктів спричиняють забруднення або зміну природних властивостей повітря, що може завдати істотної шкоди здоров'ю людини.

Шкідливий плив на ґрунти чинить забруднення їх відходами господарської діяльності, що може бути небезпечним для здоров'я людей, забруднювати сільськогосподарську продукцію і водойми.

Порушення правил охорони навколишнього середовища полягає у використанні непередбачених правилами методик, відмови від виконання відповідних робіт або в бездіяльності при необхідних обов'язках. Це може бути, зокрема, ігнорування інформації, відмова від проведення екологічної експертизи та будівництва очисних споруд, порушення правил будівництва, експлуатації і ліквідації побудованих споруд тощо.

За скоєні екологічні злочини порушники несуть правову відповідальність. Екологічне законодавство передбачає три рівні покарання: порушення; порушення, що завдали значних збитків; порушення, що спричинили смерть людей (тяжкі наслідки).

Залежно від величини заподіяних збитків це можуть бути штрафи, заборона обіймати певні посади на встановлений термін, виправні роботи та позбавлення волі на визначений законом термін.

Система екологічного менеджменту в країні визначається і регламентується Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища». Згідно з цим законом, метою державного управління в галузі охорони довкілля є реалізація законодавства, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки, забезпечення проведення ефективних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища. Отже, державний екологічний менеджмент включає чотири основні функції:

- здійснення природоохоронного законодавства;
- контроль за екологічною безпекою;
- забезпечення проведення природоохоронних заходів;

- досягнення узгодженості дій державних і громадських органів.

Ринково орієнтована економіка охоплює такі групи функцій екологічного менеджменту: реструктуризація виробництва, приватизація, створення конкурентного середовища і ринкового ціноутворення.

На рівні підприємства до загальних функцій управління належить:

- формування екологічної політики;
- визначення екологічних цілей та завдань відповідно до екологічної політики;
- розроблення стратегічного плану реалізації екологічної політики;
- розроблення та реалізація програми екологічного управління;
- формування екологічної свідомості та мотивування;
- ведення документації екологічного менеджменту;
- оперативне управління, аналіз та вдосконалення.

Виконання системоутворювальних функцій екологічної політики, визначення екологічних цілей і завдань, розроблення та реалізація екологічної програми здійснюється за допомогою екологічної експертизи. Екологічна експертиза – це науково-практична діяльність спеціально уповноважених державних органів, еколога-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, дія яких впливає або може негативно впливати на стан довкілля та здоров'я людей.

Основними завданнями екологічної експертизи є визначення ступеня екологічного ризику й безпеки суб'єкта господарської діяльності; встановлення відповідності вимогам екологічного законодавства; оцінка впливу різних об'єктів на довкілля, здоров'я людей та можливих негативних екологічних наслідків.

Основними принципами екологічної експертизи є:

- гарантування безпечного життя довкілля;
- наукова обґрунтованість життя довкілля;

– державне регулювання та законність.

Державну екологічну експертизу об'єктів загальнодержавного і міжобласного значення проводить управління екологічної системи України, об'єктів місцевого значення – відділи екологічної експертизи обласних управлінь екологічної безпеки.

Законом «Про екологічну експертизу», прийнятим Верховною Радою України у 1995 р., передбачено державне регулювання і управління в галузі екологічної експертизи, статус експерта, обов'язки замовників експертизи, порядок проведення експертизи, її фінансування, відповідальність за порушення та міжнародне співробітництво [31].

Висновки громадської експертизи направляють в органи, що здійснюють державну екологічну експертизу, центральні й місцеві влади, замовникам проекту.

4.2. Охорона праці

4.2.1. Актуальність проблеми безпеки людини у виробничому середовищі та при надзвичайних ситуаціях

Охорона праці в нашій країні охоплює заходи по подальшому полегшенні умов праці на основі механізації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів охорони праці, усуненню причин, що породжують травматизм і професійні захворювання робітників. Вона тісно пов'язана з умовами праці.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в умовах сільського виробництва – важливе завдання, вирішення якого забезпечить нормальні умови праці працівниками сільського господарства. Це заходи по подальшому поліпшенню і оздоровленню умов праці, широкому впровадженню сучасних засобів безпеки, усуненню причин, що породжують

травматизм, створенню на виробництві необхідних гігієнічних і санітарно-побутових умов.

Кожна людина і, безперечно, людина з вищою освітою повинна усвідомлювати важливість питань уникнення ризиків у житті та праці.

Україна в освітньому плані приєдналася до Європейської програми навчання з ризиків FORM-OSE [32]. Безпека життя та праці сьогодні формується як меганаука, без якої людство приречене на значні втрати.

Умови праці – це складне об'єктивне суспільне явище, що формується в процесі трудової діяльності під впливом взаємопов'язаних факторів соціально-економічного характеру, які впливають на здоров'я, працездатність людини, на її відношення до праці та ступінь задоволення від неї, на ефективність праці та інші економічні результати виробництва. Вони характеризуються оціночними показниками мікроклімату, наявністю в робочій зоні шкідливих та небезпечних виробничих факторів, психофізичним та естетичними елементами діяльності працівників господарства.

Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього завдання значною мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

З часу виникнення людської цивілізації кожна людина дбала про власну безпеку та безпеку своїх близьких так само, як і людству доводилось дбати про безпеку свого існування. Людська цивілізація досягає все більшої могутності, а проблема безпеки її існування стає все більш гострою. Актуальність проблеми охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в світі значно зросла на початку третього тисячоліття. Сьогодні ця проблема стала пріоритетною для світової цивілізації.

4.2.2. Аналіз формування травмонебезпечних ситуацій

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину, дії будь-якого небезпечного фактору визначається як травма.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини;

- спонукають працюючого допускати помилки у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;

- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону в наслідок відсутності відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці, та інші.

Якщо внаслідок аварії технічної системи виникли травми у людей, то сам випадок травми необхідно розглянути як подію, що є наслідком аварії. Це стосується тих систем, у яких підсистемами одночасно є машина і людина. Якщо при функціонуванні таких систем з ладу вийшла машина, раптово припинивши свої функції внаслідок руйнування окремих деталей або самої машини, і це привело до значного матеріального збитку, то таке випадкове явище необхідно назвати аварією.

Висновки щодо підвищення стану охорони праці

У розділі охорони праці магістерської роботи представлений аналіз загальних питань охорони праці, розглянуто основні шкідливі фактори, що виникають в під час технологічного процесу та їх вплив на організм людини, запропоновано заходи для забезпечення нормальних умов праці:

- 1) для забезпечення безпеки обладнання запропоновані захисні і огорожувальні пристрої;
- 2) для виключення ураження електричним струмом необхідно застосування заземлюючих пристроїв;
- 3) для захисту від небезпечних хімічних речовин – використання спеціального захисного одягу;
- 4) для зменшення запиленості – використання вентиляції, для зменшення шуму і вібрацій – звукоізолюючі засоби;

4.3. Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Порівняльний аналіз економічної ефективності дослідного зразка ґрунтообробної фрези ФН-1,2 проводився з використанням необхідних довідково-нормативних матеріалів, на підставі отриманих під час експлуатаційно-технологічної та агротехнічної оцінок даних.

Для економічної оцінки ефективності дослідного зразка ґрунтообробної фрези ФН-1,2 на базі робочих органів з хвилястим профілем поверхні ножа проводилося порівняння ґрунтообробної фрези ФН-1,2 з базовими робочими органами. Фреза агрегувалися з трактором Т-40А.

Отримані результати експлуатаційних та енергетичних показників обох варіантів робочих органів фрез представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення експлуатаційних та енергетичних показників порівнюваних варіантів робочих органів фрез

Варіант робочих органів	Базовий	Дослідний
1	2	3
Середня швидкість руху агрегату, м/с	1,12	1,12
Середня глибина обробки, м	0,12	0,12
Витрата палива за годину основного часу, кг/год.	12,3	10,4
Витрата палива на одиницю площі, кг/га	13,1	10,9
Продуктивність за годину, га/год.	0,47	0,47

Продовження табл. 4.1

1	2	3
Тяговий опір агрегату в середньому, кН	23,4	19,6
Питомий тяговий опір, кН/м ²	24,2	18,9
Ступінь кришення ґрунту, %	85,3	92,6

Прибуток Π , який визначається за формулою (4.1) є основним визначальним показником економічної ефективності при впровадженні нових технологій і техніки:

$$\Pi = \Pi_p - C_p \quad (4.1)$$

де C_p – собівартість виконаних робіт, грн.,

Π_p – ціна реалізованих робіт, грн.

Норма прибутку визначається за формулою:

$$H_n = \frac{\Pi}{C_p} 100\%. \quad (4.2)$$

При визначенні собівартості продукції рослинництва, витрати йдуть на утримання та експлуатацію машин, є комплексною статтею витрат. Порівняльну економічну ефективність при порівнянні двох машин (базовий і експериментальний) при незмінному обсязі їх виробництва визначають за формулою

$$E = Z_b - Z_{\text{екс}}, \quad (4.3)$$

де Z_b та $Z_{\text{екс}}$ – експлуатаційні витрати при використанні техніки за базовим і експериментальному варіантів, грн.

Статті експлуатаційних витрат діляться на постійні (не залежать від зміни обсягів виконаних робіт (річного завантаження)) і змінні (змінюються пропорційно річний завантаженні). До постійних витрат, відносяться амортизаційні витрати, накладні витрати, податки, страхування. До змінних

витрат, відносяться витрати на технічне обслуговування і ремонт, оплату праці, паливо.

Щоб визначити експлуатаційні витрати потрібно визначити балансову вартість дослідного зразка ґрунтообробної фрези ФН-1,2 з новими робочими органами.

Як правило, балансова вартість машини складається з ціни поставленого заводом - виробником, торгової націнки посередників і податку на додану вартість.

$$B = Ц \left(\frac{1 + H_{де}}{100} \right) \cdot \left(\frac{1 + H_{нац}}{100} \right) + Z_{см} + Z_{тр}. \quad (4.4)$$

де $Ц$ – ціна, поставлена заводом - виробником, грн.;

$П_{дв}$ – податок на додану вартість (ПДВ), %;

$H_{нац}$ – торгова націнка, %;

$Z_{см}$ – витрата на підготовчі роботи, грн.;

$Z_{тр}$ – витрата на транспортування техніки, грн.

Балансова вартість фрези з новими робочими органами визначається за формулою $B_e = 1,15 \cdot B$, грн., де 1,15 – коефіцієнт конструктивної складності нових робочих органів.

Обчислення експлуатаційних витрат наведена в таблиці 4.2.

Статті експлуатаційних витрат обчислювалися за такими залежностями.

Заробітна плата тракториста за одиницю виконаної роботи

$$Z_n = \frac{C_{ТАР}}{W_{год}}, \quad (4.5)$$

де $C_{ТАР}$ – тарифна ставка механізатора;

$W_{год}$ – продуктивність за годину експлуатаційного часу.

Амортизаційні відрахування

$$Z_a = \frac{B \cdot H_a}{100 \cdot T_r \cdot W_{год}} \quad (4.6)$$

де H_a – норма амортизаційних відрахувань, %;

T_r – річне завантаження, год.

Витрати на паливо

$$Z_m = \frac{H_m \cdot C_m}{W_{год}} \quad (4.7)$$

де H_m – витрата палива, кг/га.

Таблиця 4.2 – Значення показників експлуатаційних витрат

Показники	Базовий варіант	Експериментальний варіант
Марка знаряддя	ФН-1,2	ФН-1,2 В
Модель трактора	Т-40А	Т-40А
Ціна трактора на балансі	130000	130000
Ціна знаряддя на балансі	58000	66700
Нормативи на амортизаційні, %:		
- на трактори	12,5	12,5
- на знаряддя	12,5	12,5
Нормативи на відрахування ТО і ремонт, %		
- на трактори	14,9	14,9
- на знаряддя	11,0	11,0
Річне завантаження, год.		
- на трактори	950	950
- на знаряддя	220	220
Продуктивність за годину експлуатаційного часу, га/год.	0,37	0,40
Витрата палива на одиницю площі, кг/га	13,2	10,8
Заробітна плата тракториста, грн./га	244,9	226,5
Затрати на амортизацію, грн./га		
- на трактори	46	42
- на знаряддя	89,1	94,7
Затрати на ПММ, грн./га	928	702
Затрати на ТО і ремонт, грн./га		
- на трактори	55	50
- на знаряддя	78,4	83,4
Сумарні експлуатаційні витрати, грн./га	1441,4	1198,6

За формулою (4.8) обчислимо витрати на технічне обслуговування і ремонт:

$$Z_{mo} = \frac{B \cdot H_{mo}}{100 \cdot T_z \cdot W_{год}} \quad (4.8)$$

де H_{mo} – норматив на технічне обслуговування і ремонт, %

Прибуток або порівняльну економічну ефективність, отриману при роботі експериментального варіанту ножа фрези в агрегаті з трактором Т-40А, визначимо за формулою:

$$E_{cp} = 1441,4 - 1198,6 = 242,8 \text{ грн./га.}$$

Вважаючи собівартість виконаних робіт рівній експлуатаційних витрат фрезерування з новими робочими органами, знайдемо норму прибутку:

$$H_{np} = \frac{242,8 \cdot 100}{1198,6} = 20,3\%$$

При завантаженні агрегату 220 год. середньорічна ефективність використання удосконалювати фрези з новими робочими органами хвилястою поверхнею ножа складе $E = 242,8 \cdot 220 \cdot 0,40 = 21336,4$ грн.

Економічний ефект утворився за рахунок зменшення тягового опору. У порівнянні з мають варіантом робочих органів досвідчені робочі органи при випробуваннях показали меншу тяговий опір. Значення показників економічної ефективності фрези з новими робочими органами хвилястою поверхнею ножа наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Значення показників економічної ефективності з новими робочими органами хвилястою поверхнею ножа

Показники	З трактором Т-40А
Зменшення експлуатаційних витрат, %	22
Зменшення трудозатрат, %	8
Зменшення витрати пального, %	18
Зменшення питомого тягового зусилля, %	23
Збільшення повноти кришення, %	9

В результаті застосування дослідного зразка фрези при комплектації з експериментальними робочими органами були досягнуті наступні позитивні результати економічної ефективності:

- зменшення експлуатаційних витрат (на 22%);
- зменшення витрати палива (на 18%);
- зменшення питомої тягового опору (на 23%);
- збільшення повноти рихлення (на 9%).

Таким чином, економічна ефективність від впровадження нових робочих органів буде отримана за рахунок зменшення витрати палива, зменшення витрат праці та експлуатаційних витрат.

Висновки

Таким чином, використання ґрунтообробної фрези з робочими органами, що мають хвилястий профіль дозволяє отримати не тільки вищу якість обробки ґрунту, а і отримати річний економічний ефект від впровадження у виробництво результатів досліджень при завантаженні агрегату 220 год. в розмірі 21336,4 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Представлена модель, яка дозволяє вивчити, вплив форм робочої поверхні ножів фрези на якісні та енергетичні показники процесу розпушування ґрунту.

2. За витратами енергії ножі з прямолінійним профілем поступаються ножам з вигнутим профілем, а ножі з вигнутим профілем поступаються ножам з хвилеподібним профілем; при цьому хвилеподібний ніж забезпечує зниження витрат енергії на 9%.

3. Зі збільшенням робочої швидкості фрези якість розпушування пласта за коефіцієнтом розпушування зменшуються, питомі витрати енергії на обробку пласта зменшуються, ефективність обробки ґрунту поліпшується.

4. Зі збільшенням робочої швидкості фрези якість розпушування пласта за коефіцієнтом розпушування зменшуються, питомі витрати енергії на обробку пласта зменшуються, ефективність обробки ґрунту поліпшується.

5. Річний економічний ефект від впровадження у виробництво результатів досліджень при завантаженні агрегату 220 год. складе 21336,4 грн.