

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

Допущено до захисту
“ ” 2023 р.

Зав. кафедри, к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)
перший (бакалаврський)

(назва освітнього рівня)

тема проекту «Дослідження конструктивних параметрів ґрунтообробної
фрези з удосконаленням її робочих органів»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми бакалавра
спеціальності 208«Агроінженерія»
Схейбал Я.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник - к.т.н., доцент Кравченко В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань - 2023 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії
Освітня програма _____ бакалавр _____
Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія» _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Войтік А.В.**
 “ ____ ” _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

студенту _____ **Схейбалу Ярославу Руслановичу** _____
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Дослідження конструктивних параметрів ґрунтобробної фрези з удосконаленням її робочих органів»

керівник проекту _____ **Кравченко В.В., к.т.н., доцент** _____
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“12” травня 2023 р. № 01-06/95

2. Строк подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до роботи: існуючі конструкції ґрунтообробних фрез _____

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

аналіз існуючих конструкцій ґрунтообробних фрез; вдосконалити конструкцію ґрунтообробної фрези для міжстовбурного бробітку ґрунту та розрахувати експлуатаційні показники роботи агрегату; обґрунтування досягнутих результатів.

5. Ілюстративний матеріал:

підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 10 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту:

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	04.12.22 р.	
2.	Розділ 1.	05.03.23 р.	
3.	Розділ 2.	04.04.23 р.	
4.	Розділ 3.	03.05.23 р.	
5.	Розділ 4.	15.05.23 р.	
6.	Виконання ілюстративної частини роботи	30.05.23 р.	
7.	Представлення роботи керівнику на перевірку	30.05.23 р.	

Студент

(підпис)Схейбал Я.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)Кравченко В.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ҐРУНТООБРОБНИХ ФРЕЗ.....	6
1.1. Фрези для суцільного обробітку.....	6
1.2. Фрези для міжрядного обробітку.....	9
1.3. Садові фрези для обробітку пристовбурних смуг.....	10
1.4. Висновки і завдання досліджень.....	14
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ҐРУНТООБРОБНОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ МІЖСТОВБУРНИХ СМУГ В САДАХ	15
2.1. Конструктивне рішення ґрунтообробної машини.....	15
2.2. Розрахунок болтів на міцність	16
2.3. Розрахунок на міцність зварного шва рами	17
2.4. Склад агрегату і його експлуатаційні показники	18
2.5. Висновки до розділу	24
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ	25
3.1. Загальні положення	25
3.2. Розробка організаційно-технічних заходів з охорони праці під час обробітку міжстовбурних смуг удосконаленою ґрунтовою фрезою ..	25
3.3. Моделювання виробничих небезпек	26
3.4. Висновок до розділу	27
РОЗДІЛ 4 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЯГНУТИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	28
ВИСНОВКИ.....	35
Список використаних джерел.....	36

ВСТУП

Аналогічно загальному землеробству, основними завданнями обробітку приштамбової смуги ґрунту інтенсивного плодового саду є створення умов для накопичення вологи, боротьба із бур'янами, попередження стоку і змиву ґрунту, зменшення щільності складання. Такий обробіток збільшує пористість орного і підорного горизонтів, а це покращує їхню водопроникність і газообмін та сприяє розвитку корисних мікроорганізмів. Останнє є важливим для стабілізації родючості ґрунту й збільшення у ньому доступних рослинам елементів живлення.

У садівництві нарівні з чорним паром застосовують сидеральну, паросидеральну і дернову системи утримання міжрядь. У кожній з них ґрунт у приштамбовій смузі перебуває під чорним паром — це потрібно для кращого проникнення вологи, поживних речовин і повітря у кореневу систему культивованих рослин. Розпушення ґрунту та боротьба із бур'янами у міжштамбових (міжстовбурових) смугах саду — проблемний момент незалежно від способу утримання міжрядь.

І якщо з бур'янами можна боротися за допомогою гербіцидів, які вносять спеціальними штангами, змонтованими на тракторі, то з обробітком ґрунту усе складніше.

Оптимального стану поверхні ґрунту над коренями рослин у міжстовбуровій смузі ряду досягають за допомогою машин та пристроїв, які для цього спеціально сконструйовані. Зазвичай це навісні знаряддя з активними робочими органами, їх привід здійснюється від гідромотора, або вони безпривідні. Для агрегаткування використовують трактори потужністю 40–80 к. с. Секція для міжстовбурового, міжкущового обробітку може входити до комплектації машин, які використовують для догляду міжрядь. Такі знаряддя агрегують із тракторами потужністю до 90 к. с.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ҐРУНТООБРОБНИХ ФРЕЗ

1.1. Фрези для суцільного обробітку.

Фреза ФППШ-200. Фреза із змінною шириною захвату призначена для обробітку ґрунту і знищення бур'янів у міжряддях садів і ягідників, а також під овочеві культури. Агрегатується з тракторами класу 1,4.

Основними вузлами фрези (рис. 1.1) є: рама, опорні колеса, начіпка, фрезерний барабан, кожух, стрілоподібні і розпушувальні лапи, карданний вал, запобіжна муфта, конічний і циліндричний редуктори.

Опорні колеса фрези змонтовані на середній рамі і використовуються для регулювання необхідної глибини обробітку ґрунту.

Фрезерний барабан (ротор) складається із восьми ножових секцій, крайні з яких змінні. На кожній секції закріплено по шість Г-подібних ножів діаметром 550 мм. Крім активних робочих органів, на фрезі змонтовані пасивні робочі органи-лапи, які можна регулювати по висоті. По боках встановлені стрілоподібні лапи, призначені для розпушення ґрунту і зрізання бур'янів у захисній зоні рядків. Залежно від ширини міжрядь, що обробляються, змінюють ширину захвату фрези за рахунок зняття крайніх секцій рами барабана, кришок і бокових стрілоподібних лап, яка може бути 1,45; 1,78; 1,87; 2,20 (максимальна ширина захвату – 2,62 м).

Карданний вал передає крутний момент від ВВП трактора через запобіжну муфту на конічний редуктор, що складається з корпусу, циліндричної та конічної передач, і забезпечує зміну напрямку і частоту обертання барабана фрези. Важелем переключення передач можна забезпечити частоту обертів вала барабана 190 і 235 об./хв.

При русі агрегата ножі барабана, що обертається, зрізають стружку з подрібненими рослинними рештками і відкидають назад. Відкинутий ґрунт, вдаряючись об кожух додатково подрібнюється. Розмір фракцій ґрунту залежить від поступальної швидкості, руху агрегату, колової швидкості барабана фрези і від кута нахилу рухомої кришки кожуха. Глибина обробітку ґрунту фрезою становить

6–12 см. Робоча швидкість – 3–6 км/год, продуктивність – 4–0,9 га/год. Обслуговує фрезу один тракторист.

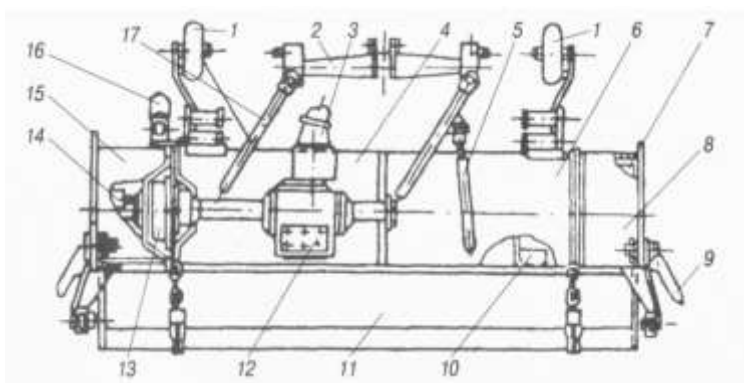


Рисунок 1.1. Фреза садова ФПШ-200: 1 – колеса опорні; 2 – начіпка; 3 – карданний вал; 4 – кожух; 5 – штанга обмежувальна; 6 – рама середня; 7 – фрезерний барабан правий; 8 – рама права; 9 – лапа стрілоподібна; 10 – фрезерний барабан середній; 11 – кришка рухома; 12 – редуктор конічний; 13 – редуктор циліндричний; 14 – фрезерний барабан лівий; 15 – рама ліва; 16 – рама розпушувача; 17 – несуче обладнання

Фреза “Бериватор” (Англія) (рис.1.2). Барабан фрези 2 має зворотне обертання. Між кожухом 4 і ножами фрези розташована решітка 3. При фрезеруванні куски дернини з ґрунтом, що відрізані ножами, захоплюються ними у обертовий рух і відкидаються спочатку на решітку, яка складається із окремих гнучких прутків, а потім – на суцільний металевий кожух. Крупні куски дернини, солома і рослинні рештки затримуються решіткою 3 і падають на дно борозни. Грудки ґрунту проходять через решітку і, вдаряючись об суцільний кожух, подрібнюються, прикриваючи соломі і дернину. Задня частина кожуха вирівнює поверхню поля. За один прохід можна підготувати ґрунт під сівбу, при повному загортанні дернини луків і пасовищ, а також стерні зернових і кореневищ кукурудзи. Ширина захвату фрези – 1,5 м. Глибина обробітку – 10–20 см.

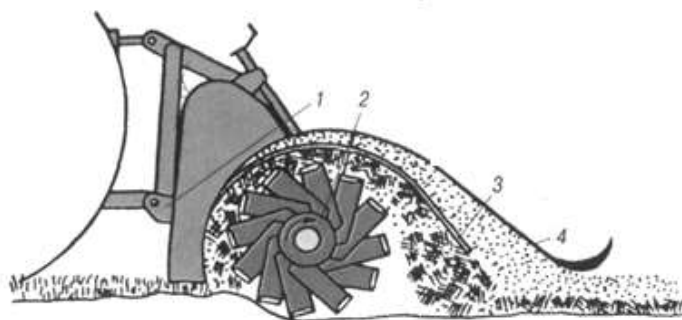


Рисунок. 1.2. Схема технологічного процесу роботи фрези «Бериватор» (Англія): 1 – рама з начіпкою; 2 – барабан фрезерний; 3 – решітка; 4 – кожух.

Фреза ФБН–2 (рис.1.3) призначена для обробітку ґрунту при освоєнні осушених боліт і для догляду за луками і пасовищами.

Робочі органи фрези – зігнуті ножі 2 (рис.1.3, а) із загостреними ріжучими кромками. Ножі закріплені на дисках 3. Декілька дисків, вільно змонтованих на валу 1, утворюють барабан. Барабан обертається від валу ВВП трактора. Диски 3 на валу 1 розташовуються на деякій віддалі один від другого, між ними ставлять фрикційні диски 4, скріплюючи їх з валом 1 шпонками. При обертанні валу крутний момент дискам з ножами передається через фрикційні диски за рахунок сил борта. Фрикційні диски притискаються до дисків ножів пружинами, якими регулюють силу борта, і як наслідок, крутний момент, що передається. При зустрічі з твердим предметом (камінь, товстий корінь тощо) ножеві диски пробуксовують, запобігаючи поломкам. Після подолання перешкоди диски знову обертаються.

Вал барабана встановлюють на підшипниках. Барабан зверху закритий кожухом 8, до якого прикріплена грабельна решітка 9. Обертовий рух барабана передається від ВВП трактора карданним валом через редуктори 6 і 7. Рама фрези в робочому положенні опирається на два колеса 11.

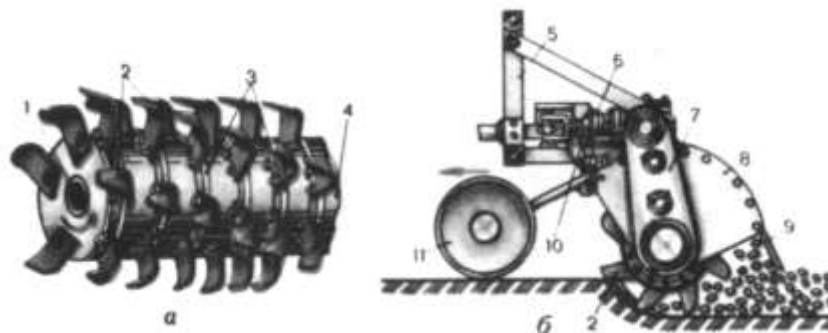


Рисунок 1.3. Ґрунтообробна фреза ФБН-2: *а* – робочий орган; *б* – загальний вигляд фрези; 1 – вал; 2 – ножі; 3 і 4 – диски; 5 – начіпка; 6 і 7 – редуктори; 8 – кожух; 9 – решітка; 10 – регулятор; 11 – колесо.

Глибину обробітку регулюють гвинтовим механізмом регулятора 10, що змінює положення коліс по висоті. В робочому положенні ножі фрези приймають участь одночасно в двох рухах: обертальному – разом з барабаном і поступальному – разом з машиною. Тому ріжучі кромки ножів відрізають клиноподібну стружку ґрунту. Розмір стружки залежить від співвідношення поступальної і колової швидкості ножів. Ножі відрізають стружку і відкидають її назад. Вдаряючись об грабельну решітку, ґрунт кришиться, куски дернини і рослинні рештки падають униз, а зверху на них укладаються мілкі грудочки ґрунту, що пройшли через решітку.

1.2. Фрези для міжрядного обробітку.

Фреза універсальна просапна ФПУ-4,2 (рис. 1.4) може обробляти чотирирядні і шестирядні посіви з шириною міжрядь 45, 60, 70, 80 і 90 см.

Основний робочий вузол фрези – робоча секція – складається з корпусу, ланцюгової передачі із запобіжною системою, ножового фрезерного барабана і опорного колеса. Начіплюється фреза на трактори тягового класу 1,4.

Глибину обробітку регулюють положенням коліс, переставляючи фіксатори в отворах сектора, і натягом пружин механізму заглиблення, зміщуючи нижній шплінт на один-два отвори.

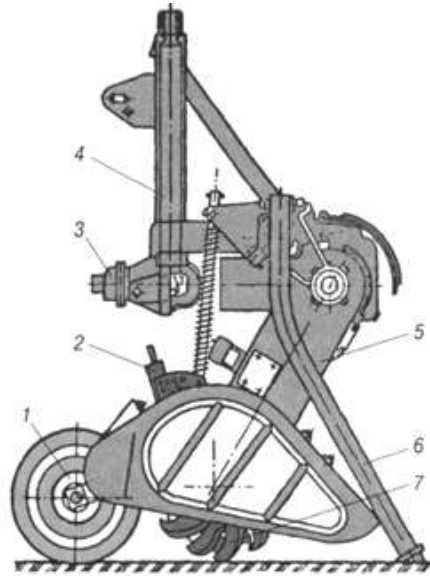


Рисунок 1.4. Фреза ФПУ-4,2: 1 – копіювальне колесо секції; 2 – механізм регулювання заглиблення ножів фрезерного барабана; 3 – привід від ВВП трактора; 4 – автоматична зчіпка; 5 – корпус приводу фрезерного барабана; 6 – опорний стояк; 7 – фрезерний барабан.

Просапний фрезерний культиватор КФ-2,7 призначений для обробітку міжрядь шириною 45, 60 і 70 см посівів овочевих та інших низькостеблових просапних культур на важких суглинистих ґрунтах. Начіплюється на трактори тягового класу 1,4. Робочі органи культиватора такі самі, що й для фрези ФПУ-4,2. На відміну від фрези ФПУ-4,2, де привід секцій ланцюговий, культиватор КФ-2,7 має привід секцій через двоступінчастий конічний редуктор.

1.3. Садові фрези для обробітку пристовбурних смуг.

Для знищення бур'янів в міжстовбурних смугах використовують два варіанти технологій:

1. Механічний, за допомогою обробітку ґрунту висувними (в поперечному напрямку) секціями з фрезерними та ножовими робочими органами.
2. Хімічним шляхом внесення гербіцидів за допомогою оприскувачів ОПВ-2000, ОУМ-400, що обладнані спеціальними штанговими пристроями.

Для обробітку ґрунту і знищення бур'янів у між стовбурних смугах плодоносних садів з високими або низькими штамбами дерев призначена фреза

садова ФА-0,76 (рис. 1.5) болгарського виробництва, технічна характеристика якої приведена в таблиці 3.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика ФА-0,76

Показник	Значення показника
Продуктивність за годину чистої роботи, га	0,13-0,2
Ширина захвату, м	0,76
Робоча швидкість, км/год	1-4
Глибина обробітку, см	До 12
Маса, кг	370
Ширина поворотної смуги (мінімальна), м.	5

Основні складові частини фрези – рама, фрезерний барабан, редуктор, гідронасос, масляний бак, гідророзподільник, пристрій для автоматичного переміщення фрези. Фрезерний барабан складається із товстостінної труби з привареними дисками, до яких болтами прикріплені ножі.

Начіпну раму обладнано кронштейном круглого перерізу, до якого прикріплено центральний опорний башмак з вертикальним ножом. Отвори у стояку башмака дозволяють фіксувати його на кронштейні на різній висоті для встановлення рами фрези і фрезерного барабана паралельно поверхні ґрунту незалежно від глибини обробітку. Глибину обробітку регулюють за допомогою опорного башмака, на стояку якого є отвори для кріплення його на кронштейні рами на різній висоті.

Вертикальний ніж надає стійкості агрегату при введенні та виведенні його з ряду дерев.

Пристрої для виведення і введення робочих органів з ряду дерев при обробітку ґрунту працюють від гідроприводу трактора або мають індивідуальний гідропривід, такий як у фрези ФА-0,76. Тому від чіткої роботи гідроприводу пристроїв для обробітку міжстовбурних смуг залежить робота всієї гідросистеми трактора і якість роботи. Система керування гідроприводом висувних секцій складається із щупа, системи важелів і кулачків, які передають сигнал на золотник

маслорозподільника. Масло з розподільника подається в певну порожнину гідроциліндра, який виводить чи вводить робочі органи в міжстовбурну смугу.

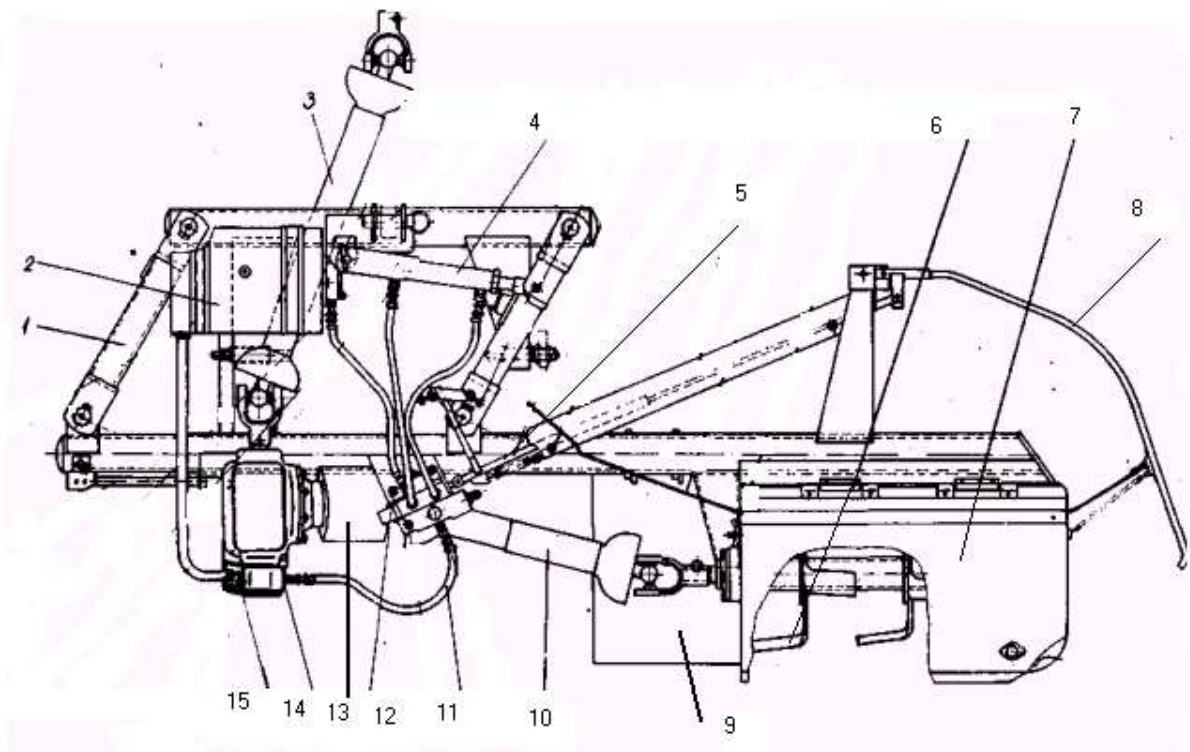


Рисунок 1.5 - Фреза садова ФА-0,76:

1 – рама; 2 – бачок для масла; 3 – карданний вал; 4 – гідроциліндр; 5 – тяга щупа; 6 – фреза; 7 – кожух фрези; 8 – щуп; 9 – башмак; 10 – карданний вал фрези; 11 – шланги; 12 – гідророзподільник; 13 – муфта; 14 – редуктор; 15 – масляний насос.

Безперебійна і високоякісна робота пристроїв та машин для обробітку ґрунту у міжстовбурних смугах залежить в основному від роботи механізму автоматичного керування робочими органами, а для останніх — від справності гідросистеми.

Під час перевірки особливу увагу звертають на гідравлічний насос, розподільники на тракторі та на самій машині, маслопроводи гідросистеми. Насос повинен забезпечувати розрахункову об'ємну подачу масла, щоб не збільшувалась необроблена ділянка біля стовбура дерева. При з'єднанні маслопроводів автоматичного пристрою машини з розподільником трактора напірну магістраль з'єднують з порожниною піднімання, а зливну - опускання. Після цього пускають двигун трактора і подають масло в гідропривід системи автоматичного керування.

Протягом 5 хв підтримують тиск, щоб масло заповнило всі порожнини гідросистеми, і доливають його в бачок до потрібного рівня. Потім перевіряють дію механізмів гідроприводу. Після обробітку ґрунту висувними секціями штабл дерева повинен бути посередині захисної зони. Якщо зона зміщена вперед у напрямку руху агрегату, то зміною довжини тяги встановлюють раніше включення гідросистеми, і навпаки, якщо зона зміщена назад, більш пізнє включення.

Фрезами ФА-0,76 кожна пристовбурна смуга обробляється за два проходи агрегату. При цьому агрегат рухається і розпушує праву сторону міжстовбурної смуги.

Основними недоліками фрези ФА-0,76 є низька продуктивність і можливість пошкодження її робочими органами дерев – щуп частково пошкоджує штаби молодих дерев, а ножі коріння, що розміщене біля поверхні.

В інституті садівництва НААН була розроблена фреза ФАС-0,7, аналогічна по призначенню і конструкції з ФА-0,76, але відрізняється деякими спрощенням. Замість автономної гідравлічної системи використана гідросистема трактора.

Для культивування ґрунту в садах використовують спеціальні культиватори КСГ-5 та КСМ-5.

Культиватор садовий модернізований КСМ-5 призначений для обробітку ґрунту в міжряддях і пристовбурних смугах у садах з шириною міжрядь до 5 м (за один прохід агрегату) .

Культиватор КСМ-5 являє собою широкозахватну шарнірно-секційну націпну машину з твердим індивідуальним кріпленням робочих органів, розташованих у два ряди на рамі культиватора. До рами кріпляться два несучих колеса з механізмами регулювання глибини ходу. До задньої сторони рами шарнірно підвішені пружинні борони.

У процесі роботи культиватора універсальні стрічасті лапи обробляють міжряддя, а поворотні ножі – пристовбурні смуги на задану глибину. Розташовані позаду пружинні борони зарівнюють борозни, що утворюються після проходження робочих органів. Якщо культиватор обладнаний розрихлюючими лапами, виробляється глибоке розпушування. Культиватор навішується на трактор класу

1,4-2 за допомогою зчіпки СА-1 Для навішення на трактор класу 3 використовується зчіпка СА-2. Відмінною рисою культиватора КСМ-5 є одночасна обробка міжряддя і пристовбурних смуг за один прохід.

Також для обробітку міжстовбурних смуг використовують фрезу Rinieri S.R.L. Італія (рис.1.6).



Рисунок 1.6. – Фреза садова начіпна FS-220. (компанії Rinieri S.R.L. Італія)

Технічна характеристика садової фрези FS-220: ширина захвату – 0,60 м, глибина обробітку – 14 см, робоча швидкість – до 4 год, вага фрези – 390 кг.

1.4. Висновки до розділу та завдання досліджень.

Таким чином, огляд конструкцій існуючих ґрунтообробних фрез показав, що необхідно вдосконалити їхню конструкцію та робочі органи.

Для вирішення даної проблеми необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести огляд існуючих конструкцій ґрунтообробних фрез, а також способів і засобів для обробітку ґрунту в міжряддях саду.
2. Розробити конструкцію ґрунтообробної фрези для обробітку міжстовбурних смуг, виконати міцнісні розрахунки її складових та розрахувати основні експлуатаційні показники роботи нового агрегату.
3. Розробити заходи охорони праці при роботі з розробленою машиною.
4. Дослідити ефективність розробленої машини.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ГРУНТООБРОБНОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ МІЖСТОВБУРНИХ СМУГ В САДАХ

2.1 Конструктивне рішення ґрунтообробної машини.

На сьогодні найбільш поширені фрези з горизонтальною віссю обертання, але вони мають відносно високу енергоємність і обумовлюють значне розпилення ґрунту. Робочий орган висувної секції горизонтальної фрези не забезпечує необхідної якості обробітку ґрунту по глибині і істотно не змінюють якості обробітку при обходженні стовбурів дерев.

Ці недоліки усуваються при застосуванні в якості робочого органа фрези з вертикальним валом. Основні складові частини фрези (рис. 2.1) – рама, два вертикальних фрезерних барабани, редуктор, пристрій для автоматичного переміщення фрези. Три вали закріплені на рамі за допомогою підшипників, для утримання дисків ми використали ступінчасті вали з пазами під шпонки.

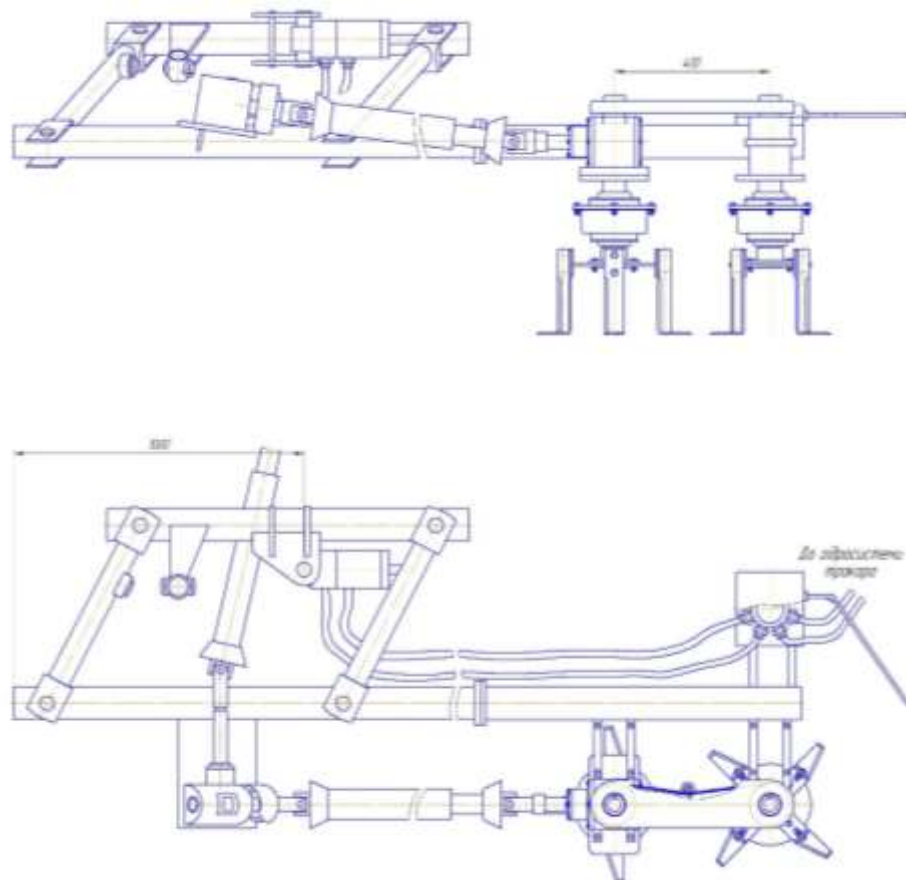


Рисунок 2.1 – Ґрунтова фреза для обробки міжстовбурних смуг в садах (ГФС).

Робочі органи фрези – диски з ножами. Ножі закріплені на дисках жорстко. Привід робочих органів здійснюється від ВВП трактора.

При обертанні вала відбору потужності крутний момент дискам з ножами передається через карданну передачу та редуктор.

2.2 Розрахунок болтів на міцність

Деталі, що використовуються для з'єднання окремих елементів машин в багатьох випадках приймають навантаження, перпендикулярні до їх поздовжньої осі. В нашому випадку таке навантаження приймають болти, з допомогою яких ножі фрези кріпляться до дисків. Руйнування з'єднувальних елементів проходить в результаті їх перерізання по площині, що співпадає з поверхнею дотику з'єднаних деталей. Тому болти необхідно розрахувати на зріз.

Умова міцності при розрахунку на зріз:

$$\tau_{zp} = \frac{F}{i \cdot k \frac{\pi \cdot d^2}{4}} \leq [\tau_{zp}] \quad (2.1)$$

де, τ_{zp} – розрахункове напруження зрізу, що виникає в поперечному перерізі розрахованої деталі;

i – загальна кількість болтів $i=2$;

k – кількість площин зрізу одного болта ($k=1$);

F – загальне навантаження з'єднання ($F = \frac{N_d}{\nu_k} = \frac{39000}{5,4} = 7222 \text{ Н}$);

d – діаметр болта;

$[\tau_{zp}]$ – допустиме напруження на зріз (для Ст3 $[\tau_{zp}]=140 \text{ Н/мм}^2$)

$$\tau_{zp} = \frac{7222}{2 \cdot 1 \frac{\pi \cdot 8^2}{4}} = 72 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq [\tau_{zp}]$$

Таким чином, запропонована конструкція містить достатній запас міцності.

2.3 Розрахунок на міцність зварного шва рами

Для забезпечення несучої здатності зварного шва необхідно виконання умови:

$$\sigma_{\max} \leq R_{wf} \cdot Y_{wf} \cdot Y_c, \quad (2.2)$$

де $\sigma_{\max}$ – максимальна напруга в зварному шві;

R_{wf} - розрахунковий опір шва; $R_{wf}=1850$ кгс/см²;

Y_{wf} - коефіцієнт умов роботи шва; $Y_{wf}=1$;

Y_c - коефіцієнт умов роботи конструкції, $Y_c = 1$.

$$\sigma_{\max} \leq 1850 \cdot 1 \cdot 1 = 1850 \text{ кгс/см}^2,$$

Максимальна напруга в зварному шві:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}, \quad (2.3)$$

де σ і τ – відповідно, нормальні та дотичні напруження:

$$\sigma = \frac{M}{W_w}, \quad (2.4)$$

$$\tau = \frac{Q}{F_w}, \quad (2.5)$$

де M - згинальний момент у площині шва;

W_w - момент опору шва;

Q - перерізуєча сила $Q=40$ Н;

F_w - розрахункова площа зрізу.

Момент опору шва:

$$W_w = \frac{\beta \cdot K_f \cdot L_w^2}{6}, \quad (2.6)$$

де: β - коефіцієнт розрахункової висоти шва; $\beta=0,7$;

K_f - висота (найменший катет) шва; $K_f = 4$ мм;

L_w - розрахункова довжина шва:

$$L_w = L - 2 \cdot K_f = 50 - 2 \cdot 4 = 42 \text{ мм}, \quad (2.7)$$

де L - конструктивна довжина шва, $L = 50$ мм.

$$W_w = \frac{0,7 \cdot 0,4 \cdot 17,6}{6} = 0,823 \text{ см}^3.$$

Розрахункова площа зрізу:

$$F_w = \beta \cdot K_f \cdot L_w = 0,7 \cdot 0,4 \cdot 4,2 = 1,18 \text{ см}^2, \quad (2.8)$$

Тоді:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{24,3^2 + 3,4^2} = 25 \text{ кгс/см}^2,$$

Висновок:

$$25 < 1850 \text{ (кгс/см}^2\text{)},$$

$$\sigma_{\max} < R_{wf} \cdot Y_{wf} \cdot Y_c.$$

Умова виконується.

2.4. Склад агрегату і його експлуатаційні показники.

Однією з основних умов забезпечення високої продуктивності при мінімальній витраті палива з урахування агротехнічних вимог, є правильне комплектування агрегату. В нашому випадку склад агрегату: Т-25+ГФС.

Для ефективного використання агрегату необхідно вибрати передачу трактора в межах допустимих швидкостей руху та визначити необхідну для цього потужність двигуна.

Робоча швидкість агрегату знаходиться у межах 4 км/год.

Знаючи необхідну швидкість роботи агрегату необхідно перевірити чи достатньо потужності двигуна трактора для роботи на даній швидкості.

Необхідну потужність, яку повинен розвивати двигун при роботі з ґрунтовою фрезою визначають за формулою:

$$N_{ep} = N_{BBП} + N_{mp} + N_{az} + N_{\delta} = 6,33 + 1,84 + 1,24 + 0,828 = 10,23 \text{ кВт}, \quad (2.9)$$

де: $N_{BBП}$ – потужність, що витрачається на привід робочих органів фрези через вал відбору потужності (ВВП) трактора, кВт;

N_{mp} – втрати потужності в трансмісії трактора, кВт;

N_{az} – потужність, що витрачається на переміщення агрегату, кВт;

N_{δ} – втрати потужності на буксування, кВт;

Потужність, що витрачається на привід фрези можна записати у наступному вигляді:

$$N_{BBП} = N_{ризp} + N_{відкфp} + N_{нід} = 5,8 + 0,25 + 0,28 = 6,33 \text{ кВт}, \quad (2.10)$$

де: $N_{ризp}$ – потужність, яка витрачається на різання ґрунту, кВт;

$N_{відк}$ – втрати потужності на відкидання ґрунту, кВт;

$N_{нід}$ – потужність, що витрачається на підштовхування агрегата, кВт.

Втрати потужності на деформацію та різання ґрунту, визначаються за наступною формулою:

$$N_{риз} = p_{zp} \cdot b \cdot b_n \cdot h_z \cdot z_{фp} \cdot n_{фp} = 30 \cdot 0,16 \cdot 0,06 \cdot 0,12 \cdot 4 \cdot 7 = 5,8 \text{ кВт} \quad (2.11)$$

де: p_{zp} – питомий опір деформації ґрунту, кПа ($p_{zp}=30$ кПа);

b – величина подачі на ніж, м ($b=0,16$ м);

b_n – довжина крила ножа, м ($b_n=0,06$ м);

h_z – глибина фрезерування ґрунту, м ($h_z = 0,12$ м);

$z_{фp}$ – кількість ножів на барабані, шт ($z_{фp}=4$);

$n_{фp}$ – частота обертання фрезерного барабана, об/с ($n_{фp}=7$ об/с).

Потужність на відкидання ґрунту наближено можна визначити за формулою:

$$N_{\text{відкфр}} = \frac{\delta_{\text{фр}} \cdot B_{\text{фр}} \cdot h_z \cdot v_p \cdot \gamma_{\text{зр}} \cdot u^2}{2} = \frac{1 \cdot 0,76 \cdot 0,12 \cdot 1,1 \cdot 1300 \cdot 3,8}{2} = 0,25 \text{ кВт}, \quad (2.12)$$

де: $\delta_{\text{фр}}$ – коефіцієнт відкидання, який залежить від форми робочого органа (для зігнутих ножів $\delta_{\text{фр}}=1$);

$\gamma_{\text{зр}}$ – питома маса ґрунту, кг/м³ ($\gamma_{\text{зр}}=1300$ кг/м³).

Потужність, яка витрачається на підштовхування трактора знаходиться за формулою:

$$N_{\text{під}} = 0,67 \cdot v_p \cdot \frac{N_{\text{піз}} + N_{\text{відкфр}}}{u} = 0,67 \cdot 1,1 \cdot \frac{5,8 \cdot 0,25}{3,8} = 0,28 \text{ кВт}, \quad (2.13)$$

В результаті проведених розрахунків за формулами визначено, що потужність на валу відбору потужності трактора складає: $N_{\text{ВВП}}=6,33$ кВт.

Витрати потужності в трансмісії трактора:

$$N_{\text{мп}} = (1 - \eta_{\text{мп}}) \cdot N = (1 - 0,9) \cdot 18,4 = 1,84 \text{ кВт}, \quad (2.14)$$

де: N_e – ефективна потужність двигуна трактора вибраного класу, кВт ($N_e=18,4$ кВт);

$\eta_{\text{мп}}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора, ($\eta_{\text{мп}} = 0,9$).

Потужність, яка витрачається на переміщення агрегата:

$$N_{\text{аз}} = (G_{\text{мп}} + G_{\text{ф}}) \cdot f \cdot v_p = (12,5 + 3,7) \cdot 0,07 \cdot 1,1 = 1,24 \text{ кВт}, \quad (2.15)$$

де: $G_{\text{мп}}$ і $G_{\text{ф}}$ – відповідно вага трактора і фрези, кН ($G_{\text{мп}}=12,5$ кН і $G_{\text{ф}}=3,7$ кН);

f - коефіцієнт опору на перекочування агрегата ($f = 0,07$);

Потужність, яка витрачається на буксування:

$$N_{\delta} = N_e \cdot \eta_{mp} \cdot \delta = 18,4 \cdot 0,9 \cdot 0,05 = 0,828 \text{ кВт} , \quad (2.16)$$

де: δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 0,05$).

Таким чином загальна потужність необхідна для роботи агрегату буде рівною $N_{ep}=10,23$ кВт, так як $N_{ep} < N_e$, то потужності двигуна достатньо для забезпечення роботи агрегату ($\eta_{\delta} = N_{ep}/N_e = 0,55$) кВт.

Виберемо найближчу передачу трактора яка може забезпечити розраховану швидкість руху агрегату. Швидкість руху агрегату не повинна перевищувати розрахункову, щоб забезпечити якість технологічного процесу. Використовуючи метод інтерполювання, з урахуванням тягового навантаження трактора знайдемо дійсну швидкість руху:

$$v_{\delta} = v_p + \frac{(P_{TH} - R_{a.np}) \cdot (v_{px} - v_{pn})}{P_{TH}} = 4 + \frac{(8,80 - 7,18) \cdot (6,8 - 4,7)}{8,80} = 4,38 \text{ км/год} \quad (2.17)$$

де: v_{pn} і P_{TH} – відповідно номінальні швидкості руху (км/год) та тягове зусилля трактора (кН) на вибраній передачі при максимальному навантаженні (найбільш близька теоретична швидкість, яку може забезпечити трактор, це швидкість на першій передачі), ($v_{pn}=4,7$ км/год, $P_{TH}=8,80$ кН);

$R_{a.np}$ – загальний опір ґрунтової фрези, кН;

v_{px} – швидкість трактора на холостому ходу на вибраній передачі, км/год, ($v_{px}=6,8$ км/год).

Загальний опір ґрунтової фрези становить:

$$R_{a.np} = R_m + R_{np} = 5,6 + 1,58 = 7,18 \text{ кН} , \quad (2.18)$$

де: $R_{a.np}$ – робочий тяговий опір машини, кН:

$$R_m = k \cdot B_{\phi p} + G_{\phi} = 2,5 \cdot 0,76 + 3,7 = 5,6 \text{ кН} \quad (2.19)$$

k – питомий тяговий опір машини, кН/м ($k=2,5$ кН/м);

$R_{a.np}$ – приведений додатковий опір, що дорівнює зменшенню дотичної сили тяги на рушійх трактора внаслідок передачі частини потужності двигуна на привід механізмів робочої машини від ВВП трактора, кН:

$$R_{np} = \frac{N_{BВП} \cdot \eta_{mp}}{v_p \cdot \eta_{BВП}} = \frac{6,33 \cdot 0,9}{4 \cdot 0,9} = 1,58 \text{ кН} \quad (2.20)$$

де: $\eta_{BВП} = 0,9$

В результаті проведених розрахунків по формулам (2.10-2.12) визначено, що дійсна швидкість руху агрегату $v_o = 4,38$ км/год, тобто $v_o < v_p$, тобто агрегат буде забезпечувати якість технологічного процесу на другій передачі трактора.

Отже, агрегат у складі Т-25+ГФС повинен працювати на другій передачі трактора, дійсна швидкість руху при цьому буде складати $v_o = 4,38$ км/год.

Виробіток агрегату за зміну дорівнює:

$$A_{зм} = 0,1 \cdot B \cdot \beta \cdot v \cdot E \cdot T_{зм} \cdot \tau, \text{ га/зм} \quad (2.21)$$

де: B – робоча ширина захвату агрегату, м;

β - коефіцієнт використання ширини захвата;

v – швидкість агрегату, км/год;

E - коефіцієнт використання швидкості;

$T_{зм}$ - час зміни, год;

τ - коефіцієнт використання робочого часу.

$$A_{зм} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 0,95 \cdot 4,38 \cdot 0,92 \cdot 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ га/зм.}$$

Виробіток агрегату за годину змінного часу дорівнює:

$$A_{год} = \frac{A_{зм}}{T_{зм}} \quad (2.22)$$

де $A_{зм}$ - виробіток агрегата за годину змінного часу, га/зм;

$T_{зм}$ - тривалість зміни, год;

$$A_{\text{год}} = \frac{5,6}{7} = 0,8 \text{ га / год.}$$

Виробіток за добу:

$$A_{\text{доб}} = A_{\text{год}} \cdot T_{\text{доб}} \quad (2.23)$$

де $A_{\text{доб}}$ - виробіток агрегата за добу, га/доб;

$T_{\text{доб}}$ - тривалість робочого дня за добу, год.

$$A_{\text{доб}} = 0,8 \cdot 7 = 5,6 \text{ га / доб}$$

Витрату пального визначають за формулою:

$$q = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_o \cdot T_o}{A_{\text{зм}}} \quad (2.24)$$

де Q_p , Q_x , Q_o – значення середньої погодинної витрати палива кг/год, відповідно при робочому ході на поворотах і переїздах і час зупинок агрегату з працюючим двигуном, $Q_p = 12$, $Q_x = 5$, $Q_o = 1,7$ [11];

T_p , T_x , T_o – відповідно за зміну час роботи, час на повороти і переїзди, час зупинок агрегату.

Час корисної роботи, холостих поворотів і холостої роботи двигуна відповідно дорівнюють:

$$\begin{aligned} T_p &= T_{\text{зм}} \cdot \tau_p, \\ T_x &= T_{\text{зм}} \cdot \tau_x, \\ T_o &= T_{\text{зм}} \cdot (1 - (\tau_z + \tau_x + \tau_{\text{м.д}})), \end{aligned} \quad (2.25)$$

де: τ_p - коефіцієнт використання робочого часу;

τ_x - коефіцієнт використання на холосту роботу двигуна;

$\tau_{\text{м.д.}}$ - коефіцієнт використання часу на технічний догляд при працюючому двигуні;

$$T_p = 7 \cdot 0,84 = 5,88 \text{ хв,}$$

$$T_x = 7 \cdot 0,08 = 0,56 \text{ хв,}$$

$$T_o = 7 \cdot (1 - (0,84 + 0,08 + 0,01)) = 0,49 \text{ хв}$$

Визначаємо витрату пального на одиницю роботи під час фрезування:

$$q = \frac{4,5 \cdot 5,88 + 0,7 \cdot 0,56 + 1,5 \cdot 0,49}{5,6} = 4,9 \text{ кг / га.}$$

Затрати праці залежать від кількості зайнятого персоналу, продуктивності агрегата при виконанні технологічної операції (люд.год/га)

$$Z_n = \frac{M_{\text{мех}} + M_{\text{доп}}}{A_{\text{год}}} = \frac{1 + 0}{0,8} = 1,25 \text{ люд.год / га} ; \quad (2.26)$$

де $M_{\text{мех}}$, $M_{\text{доп}}$ - чисельність трактористів-машиністів та допоміжних працівників, які обслуговують агрегат.

2.5 Висновки до розділу.

1. Розроблена ґрунтооброна фреза для обробітку ґрунту в міжстовбурних смугах саду, та виконано розрахунок на міцність робочих органів та рами машини.

2. Розраховані експлуатаційні показники роботи в агрегуванні з трактором Т-25, показали продуктивність даної машини буде складати 5,6 га/доб, витрата палива 4,9 кг/га та затрати праці 1,25 люд-год/га.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Загальні положення.

Стаття 43 Конституції України проголошує право кожного громадянина нашої держави на «належні, безпечні і здорові умови праці». Закріплюються ці права і законом України «Про охорону праці».

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я людини в процесі праці.

В основу створення нормативно-правової бази покладені наступні засади: пріоритет життя і здоров'я працівників відповідно до результатів виробничої діяльності підприємства, повної відповідальності власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці; соціального захисту працівників, повного відшкодування збитків, у тому числі і моральних, особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві й професійних захворювань.

3.2 Розробка організаційно-технічних заходів з охорони праці під час обробітку міжстовбурних смуг удосконаленою ґрунтовою фрезою.

Перед початком руху агрегату потрібно подати сигнал і, якщо немає небезпеки, розпочати рух. Перш ніж підняти (опустити) знаряддя, слід переконатися, що біля нього нікого немає. Очищають ножі фрези від рослинних решток лише спеціальними ручними чистиками, що додаються до машини.

Забороняється:

- починати роботу не впевнившись в тому, що всі запобіжні загорожі механізмів і машин правильно встановлені;
- оглядати, регулювати і усувати неполадки робочих органів при русі агрегату;
- очищати на робочому або холостому ході рухомі і обертаючі частини машин і механізмів, змащувати ланцюги, підшипники і інші деталі, які труться;

- застосовувати для переносного освітлення електроживлення з напругою вище 12В;
- допускати втрату і розливання палива і мастила при заправці і мащенні тракторів і самохідних сільськогосподарських машин.

3.3 Моделювання виробничих небезпек

Виробництво будь-якої продукції здійснюється завдяки функціонуванню певних елементів виробництва, які при відповідних поєднаннях між собою утворюють різні системи.

Найбільш типовою для виробництва є система людина-машина-середовище, бо саме при застосуванні численних машин та агрегатів, керованих людьми або людиною в певних умовах виробництва робоче місце, майданчик, споруда і виникають різні явища у вигляді відказів у функціонуванні.

Небезпечна дія – це така дія оператора, яка суперечить науково обґрунтованим нормам професійної поведінки при виконанні конкретного виробничого завдання. До небезпечних дій можна віднести порушення режиму роботи машини, технологічного обладнання, перевищення швидкості руху, різке гальмування або різкий поворот, несприятливе застосування засобів праці.

Небезпечні умови, це такі умови, за яких існує загроза дії на організм людини небезпечних виробничих чинників. Основним заходом запобігання нещасним випадкам має бути усунення небезпечних умов у процесі виробничої діяльності.

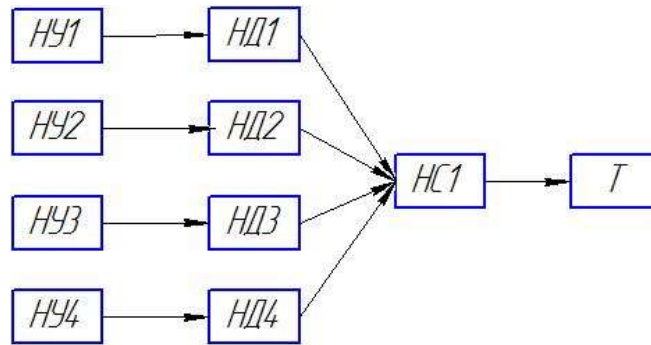


Рисунок 3.1 – Моделювання небезпечної ситуації під час виконання операції фрезерування міжстовбурних смуг:

НУ1 – забивання робочих органів; **НУ2** – відсутність захисного щитка на ВВП трактора; **НУ3** – неправильно відрегульовані робочі органи; **НУ4** – поломка робочих органів; **НД1** – очищення робочих органів; **НД2** – зближення робітника з карданним валом; **НД3** – регулювання робочих органів; **НД4** – заміна зламаних робочих органів; **НС1** – потрапляння одягу на елементи, що обертаються та замотування його; **Т** – травма.

3.4 Висновок до розділу.

Таким чином, було проаналізовано заходи з охорони праці при роботі з удосконаленою ґрунтовою фрезою та змодельовані небезпечні ситуації під час виконання операції фрезерування міжстовбурних смуг.

РОЗДІЛ 4

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЯГНУТИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Основними критеріями економічної доцільності пропонованих розробок є такі: економія енергоносіїв або праці, зменшення собівартості продукції, збільшення рентабельності виробництва. Річний економічний ефект від зменшення приведених затрат.

Для економічної оцінки нової технології з використанням розробленого агрегату застосовано порівняння прямих затрат для двох технологій, з використанням базової ґрунтової фрези ФА-0,76 та удосконаленого її варіанта.

Економічні показники, які характеризують ефективність застосування удосконаленої фрези, визначали відповідно до стандартної методики.

Вихідні дані для розрахунків наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності удосконаленої ґрунтової фрези

Показник	Базова машина	Удосконалена машина
Марка енергетичного засобу	T-25	T-25
Номінальна потужність двигуна енергозасобу, кВт	18	18
Вартість трактора, грн.	100000	100000
Річне завантаження трактора, год.	1000	1000
Сумарні відрахування на трактор (амортизація, ТО та поточний і капітальний ремонт), %	21,5	21,5
Вартість фрези, грн.	80000	100000
Річне завантаження машини, год.	200	200
Сумарні відрахування на пристрій (амортизація, ТО та поточний та капітальний ремонт), %	21,5	21,5
Кількість обслуговуючого персоналу	1	1
Продуктивність агрегату, га/год	0,5	0,8
Заробітна плата, грн./год.	110,83	110,83
Витрата палива, кг/га	7,1	4,9
Ціна палива, грн.	40,00	40,00

Прямі експлуатаційні витрати на одиницю роботи становлять [8]:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (4.1)$$

де C_1 – оплата праці персоналу, що обслуговує агрегати та відрахування на соціальні заходи, грн./га;

C_2 – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

C_3 – відрахування на реновацію та капітальний ремонт трактора та с.-г. машин, що входять до складу агрегату, грн./га;

C_4 – відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування трактора і с.-г. машин, що входять до складу агрегату, грн./га.

Оплата праці обслуговуючому персоналу дорівнює:

$$C_1 = \frac{m_1 n_1 + m_2 n_2 + \dots + m_i n_i}{W_{зм}}, \quad (4.2)$$

де m_i – кількість працівників i -ої кваліфікації на агрегаті;

n_i – оплата праці за змінну норму виробітку працівника i -ої кваліфікації, грн;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату, га/зм.

для базового варіанту:

$$C_1 = \frac{1 \cdot 110,83}{0,5} = 221,66 \text{ грн./га},$$

для нового варіанту:

$$C'_1 = \frac{1 \cdot 110,83}{0,8} = 138,54 \text{ грн./га}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів дорівнює:

$$C_2 = \Pi_K Q_{\Pi}, \quad (4.3)$$

де C_K – комплексна ціна кілограма палива, грн/кг;

Q_P – витрата палива, кг/га.

для базового варіанту:

$$C_2 = 40,00 \cdot 7,1 = 284,00 \text{ грн./га},$$

для нового варіанту:

$$C'_2 = 40,00 \cdot 4,9 = 196,00 \text{ грн./га}$$

Відрахування на реновацію та капітальний ремонт машин в агрегаті визначаються з формули:

$$C_3 = \frac{B_{TP} \cdot a_{TP}}{100 \cdot W_z \cdot t_{TP}} + \frac{B_M \cdot a_M \cdot n_M}{100 \cdot W_z \cdot t_M}, \quad (4.4)$$

де B_{TP} , B_M – балансова вартість відповідно трактора і сільськогосподарської машини, грн;

a_{TP} , a_M – норми відрахувань на амортизацію та капітальний ремонт відповідно трактора і сільськогосподарської машини, % (кожну з цих норм приймають рівною 15%);

t_{TP} , t_M – зональне річне (або фактичне) завантаження трактора і сільськогосподарської машини, год.

для базового варіанту:

$$C_3 = \frac{100000 \cdot 15}{100 \cdot 0,5 \cdot 1000} + \frac{80000 \cdot 15 \cdot 1}{100 \cdot 0,5 \cdot 200} = 317,65 \text{ грн./га},$$

для нового варіанту:

$$C'_3 = \frac{100000 \cdot 15}{100 \cdot 0,8 \cdot 1000} + \frac{100000 \cdot 15 \cdot 1}{100 \cdot 0,8 \cdot 200} = 220,59 \text{ грн./га}$$

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування машин в агрегаті дорівнюють:

$$C_4 = \frac{B_{TP} \cdot P_{TP}}{100 \cdot W_z \cdot t_{TP}} + \frac{B_M P_M}{100 \cdot W_z \cdot t_M}, \quad (4.5)$$

де P_{TP} , P_M – сумарна норма відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування відповідно трактора і сільськогосподарської машини, % (кожну з цих норм приймають рівною 6,5%).

Для базового варіанту:

$$C_4 = \frac{100000 \cdot 6,5}{100 \cdot 0,5 \cdot 1000} + \frac{80000 \cdot 6,5 \cdot 1}{100 \cdot 0,5 \cdot 200} = 137,65 \text{ грн./га},$$

для нового варіанту:

$$C'_4 = \frac{100000 \cdot 6,5}{100 \cdot 0,8 \cdot 1000} + \frac{100000 \cdot 6,5 \cdot 1}{100 \cdot 0,8 \cdot 200} = 95,59 \text{ грн./га}$$

Тоді прямі експлуатаційні витрати на одиницю роботи для базового варіанта становлять:

$$C = 221,66 + 284,00 + 317,65 + 137,65 = 960,95 \text{ грн./га},$$

для нового варіанту:

$$C' = 138,54 + 196,00 + 220,59 + 95,59 = 650,71 \text{ грн./га}.$$

Економія прямих експлуатаційних витрат на гектар при впровадженні удосконаленої фрези у виробництво буде становити:

$$E_n = C - C' = 960,95 - 650,71 = 310,24 \text{ грн/га}. \quad (4.6)$$

При використанні удосконаленої фрези на площі 100 га економія прямих витрат буде становити:

$$E = E_n \cdot F = 310,24 \cdot 100 = 31024,00 \text{ грн}. \quad (4.7)$$

Визначимо річний економічний ефект від впровадження:

$$E_p = E + E_n \cdot \Delta B, \quad (4.8)$$

де E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень $E_n=0,15$;
 ΔB - вартість переобладнання фрези, грн. $\Delta B=20000$ грн.

Тоді:

$$E_p = 31024,00 + 0,15 \cdot 20000 = 34024,00 \text{ грн.}$$

Визначимо термін окупності удосконаленої фрези:

$$T_{ок} = \frac{\Delta B}{E_p}, \text{ років} \quad (4.9)$$

$$T_{ок} = \frac{20000,00}{34024,00} \approx 1 \text{ рік}$$

Складові витрати коштів на обробіток міжстовбурних смуг наведено в таблиці
 4.2.

Таблиця 4.2 - Розрахунок показників економічної ефективності впровадження конструктивного удосконалення

Показник	Базова машина	Удосконалена машина
Затрати праці, люд.-год/га	2	1,25
Заробітна плата, грн./га.	221,66	138,54
Вартість палива, грн./га	284,00	196,00
Відрахування на реновацію та капітальний ремонт трактора та с.-г. машин, грн./га;	317,65	220,59
Відрахування на поточний ремонт та ТО трактора і с.-г. машин, грн./га.	137,65	95,59
Сумарні прямі експлуатаційні витрати, грн./га	960,95	650,71
Економія прямих експлуатаційних витрат на гектар насаджень, грн./га	310,24	
Річний економічний ефект, грн	34024,00	
Термін окупності капіталовкладень, років	1	

Застосування удосконаленої фрези для обробітку ґрунту в міжстовбурних смугах забезпечує економію коштів в порівнянні з базовою машиною ФА-0,76 310,24 грн. на гектар.

Річний економічний ефект від застосування удосконаленого агрегату становить – 34024,00 грн/рік при обсязі робіт 100 га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Огляд конструкцій існуючих ґрунтообробних фрез показав, що необхідно вдосконалити їхню конструкцію та робочі органи.

2. Розроблена ґрунтообробна фреза для обробітку ґрунту в міжстовбурних смугах саду, та виконано розрахунок на міцність робочих органів та рами машини.

3. Розраховані експлуатаційні показники роботи в агрегуванні з трактором Т-25, показали продуктивність даної машини буде складати 5,6 га/доб, витрата палива 4,9 кг/га та затрати праці 1,25 люд-год/га.

4. Проаналізовано заходи з охорони праці при роботі з удосконаленою ґрунтовою фрезою та змодельовані небезпечні ситуації під час виконання операції фрезерування міжстовбурних смуг.

5. Застосування удосконаленої фрези для обробітку ґрунту в міжстовбурних смугах забезпечує економію коштів в порівнянні з базовою машиною ФА-0,76 310,24 грн. на гектар. Річний економічний ефект від застосування удосконаленого агрегату становить – 34024,00 грн/рік при обсязі робіт 100 га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.. – К.: Вища освіта, 2005. – 463 с.
2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К.: Вища школа, 2004. – 551 с.
3. Головчук А.Ф. Машиновикористання та екологія довкілля: підручник / А.Ф. Головчук, А.С. Лімонт; за ред. А.Ф. Головчука. – К.: Грамота, 2007. — 360 с.
4. Головчук А.Ф. Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов. - К.: Грамота, 2005. – 575 с.
5. Зінченко О.І. Рослинництво. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
6. Марченко В.І. Машиновикористання в землеробстві: навч. посіб. / В.І. Марченко, А.О. Яценко. – К.: Наук. Світ. 2006. – 372 с.
7. Мельник І.І. Проектування технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник / І.І. Мельник, В.Д. Гречкосій, С.М. Бондар; За ред. І.І. Мельника. – Ніжин: ТОВ “Видавництво Аспект-Поліграф”, 2005. – 192 с.
8. Працезохоронні засади у схемах, таблицях і графіках: Посібник / Укл. Войналович О.В. – К.: Основа, 2009. – 88 с.
9. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / [Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.]: за ред. Д.Г. Войтюка. – К: Вища освіта, 2005. – 464 с.
10. Швабнюк В.І. Опір матеріалів навчальний посібник / Швабнюк В.І. К.: - Знання, 2009-380.
11. Ковальчук Р.М. Деталі машин / Ковальчук Р.М. Підручник друге видання. К.: Кондор, 2004 - 584с.
12. Бабій П.Т. Механізація виробництва плодів і ягід / Бабій П.Т. – К.: Урожай, 1980, - 160с.

13. Єщенко В.О. Загальне землеробство / Єщенко В.О., П.Г.Копитко, В.Г.Опришко, А.П. Бутило, П.В.Костогриз. // Підручник. – К.: Вища освіта, 2004, - 336с.

14. Ільченко В.Ю. Машино використання в землеробстві / В.Ю. Ільченко Ю.П.Нагірний, Підручник. – К.: Київ Урожай. 1996, 375с.