

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Бакалавр" на тему:

**Удосконалення механізації поверхневого
обробітку ґрунту з розробкою конструкції фрези**

Ф-2

Виконав: студент 4 курсу,
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____Теребух Ростислав Романович

Керівник: _____Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ .

(назва кафедри)

доцент .

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

ініціали

(прізвище,

« » 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Теребуху Ростиславу Романовичу .

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації поверхневого обробітку ґрунту з розробкою конструкції фрези Ф-2

Пугач Андрій Миколайович, д.н. держ. упр., к.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«07» травня 2025 року № 961

2. Строк подання студентом роботи 30.05.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі машинобудування та існуючих машин. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Коротка характеристика підприємства. 2. Аналіз способів і технічних засобів. 3. Обґрунтування конструктивних параметрів. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічне обґрунтування проєкту. Висновки та пропозиції. Список використаних джерел.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Огляд існуючих конструкцій. 2. Загальний вигляд машини (вузла) 3. Складальне креслення 4. Деталювання 5. Економічні показники. 6. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Пугач А.М., професор		
5	Пугач А.М., професор		
нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 16.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 30.09.2024 р.	Виконав
2	Технологічний	до 28.10.2024 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 24.02.2025 р.	Виконав
4	Охорона праці та захист навк. серед.	до 31.03.2025 р.	Виконав
5	Економічний	до 28.04.2025 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 30.05.2025 р.	Виконав

Студент

_____.

(підпис)

_____.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____.

(підпис)

_____.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Теребух Ростислав Романович Удосконалення механізації поверхневого обробітку ґрунту з розробкою конструкції фрези Ф-2 / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У першому розділі представлено аналіз діяльності базового господарства.

У другому розділі проведено огляд існуючих конструкцій та технічних рішень за темою проєкту.

У третьому розділі представлено обґрунтування технологічного процесу та конструкції.

У четвертому розділі приведено основні заходи з охорони праці при роботі з розробленою конструкцією.

У п'ятому розділі приведено оцінку економічної ефективності від впровадження.

Дипломний проєкт виконано на 77 сторінках машинописного тексту, містить 28 джерел використаної літератури.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АНАЛІЗ.....	10
Висновки.....	15
2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ	16
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні	16
2.2 Існуючих конструкцій огляд	19
Висновки.....	38
3 КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБГРУНТУВАННЯ	40
3.1 Розробленої конструкції опис	40
3.2 Обґрунтування розташування фрези та плоскоріжучих лап.....	42
3.3 Розрахунок основних параметрів фрези.....	43
3.4 Визначення потужності яка витрачається на роботу фрези.....	47
3.5 Розрахунок запобіжної муфти.....	49
3.6. З'єднання гвинтового розрахунок.....	51
Висновки.....	53
4 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	54
Висновки.....	65
5 ПРОЄКТУ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНЕ	66
Висновки.....	71
ВИСНОВКИ ЗАГАЛЬНІ.....	73
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	76
ДОДАТКИ.....	78

ВСТУП

Одним із важливих напрямів удосконалення технологій обробітку ґрунту є застосування фрезерних робочих органів, які забезпечують якісне розпушування та перемішування верхнього шару ґрунту за мінімального енергоспоживання. Фрезерні робочі органи використовуються в сільськогосподарській техніці для основного, передпосівного та міжрядного обробітку ґрунту, що дає змогу реалізовувати комплексні агротехнічні операції за один прохід машини. Їхня конструктивна специфіка та принцип дії забезпечують інтенсивне подрібнення ґрунту, вирівнювання поверхні поля, часткове знищення бур'янів і перемішування рослинних решток.

Фрезерний обробіток ґрунту ґрунтується на принципі ротаційної дії ножів, розташованих на обертовому валу, які входять у ґрунт з певною глибиною та кутом атаки. На відміну від традиційних способів механічного обробітку, таких як плоскорізи, лемішні плуги або дискові знаряддя, фрези діють переважно знизу ввєрх, забезпечуючи більш рівномірне розпушення без значного порушення структури нижніх шарів ґрунту. Такий спосіб дозволяє уникати надмірного ущільнення підорного горизонту, зберігати вологу та знижувати ризик ерозійних процесів.

У зв'язку з переходом аграрного виробництва на енергоощадні та ресурсоефективні технології, фрезерні знаряддя набувають все більшого значення. Вони є невід'ємною частиною машинно-тракторних агрегатів у системах органічного землеробства, точного землеробства та технологій мінімального обробітку. Зокрема, фрези широко застосовуються для передпосівного обробітку в умовах підвищеної вологості, де інші типи знарядь не можуть забезпечити належної якості обробітку. Також вони ефективні на важких, запливаючих ґрунтах, де потрібне інтенсивне подрібнення грудок.

Проте поряд із перевагами, фрезерні робочі органи мають і низку особливостей, які потребують ґрунтового аналізу. Зокрема, вони відзначаються підвищеним енергоспоживанням порівняно з пасивними

робочими органами, значним зношуванням ножів та високими динамічними навантаженнями на конструкцію машини. Крім того, інтенсивне подрібнення ґрунту за допомогою фрез може призводити до його надмірного розпушення, що негативно впливає на структуру орного шару при неправильному застосуванні.

З огляду на вищезазначене, актуальним є дослідження конструктивних особливостей фрезерних робочих органів, їх впливу на агрофізичні властивості ґрунту та показники ефективності технологічного процесу. Розробка нових типів фрез, оптимізація їх геометричних параметрів, режимів роботи та умов експлуатації є необхідною умовою підвищення продуктивності сільськогосподарської техніки, зменшення енергетичних витрат та забезпечення стійкого агровиробництва.

З огляду на різноманіття агротехнічних вимог і ґрунтово-кліматичних умов, ефективне застосування фрезерних робочих органів можливе лише за умови обґрунтованого вибору їхніх конструктивно-технологічних параметрів. Зокрема, важливу роль відіграють форма і розташування ножів, кількість і кут їх встановлення, швидкість обертання фрезерного вала, глибина занурення в ґрунт та поступальна швидкість агрегату. Всі ці фактори суттєво впливають на рівень енергоспоживання, ступінь подрібнення ґрунту, рівномірність обробітку та збереження агрофізичних властивостей орного шару.

Актуальним напрямом розвитку фрезерної техніки є поєднання фрезерного обробітку з іншими технологічними операціями — висівом, внесенням добрив, обробкою міжрядь тощо. Такий підхід дозволяє значно зменшити кількість проходів техніки полем, зменшити ущільнення ґрунту, скоротити витрати пального та часу. Удосконалення компоновки агрегатів, зокрема шляхом інтеграції фрезерних механізмів у складні агрегати комбінованої дії, є перспективним напрямом у контексті точного землеробства.

У контексті кліматичних змін і дедалі жорсткіших вимог до збереження родючості ґрунтів особливої уваги заслуговують аспекти екологічної безпеки

застосування фрезерних робочих органів. Надмірне подрібнення та інтенсивне розпушення можуть викликати деградаційні процеси, якщо не дотримуватися агротехнічних норм і режимів. Тому доцільне впровадження систем моніторингу навантажень, керування глибиною та швидкістю обробітку з метою забезпечення стабільної якості операції за мінімального впливу на структуру ґрунту.

Сучасні дослідження у сфері фрезерного обробітку також фокусуються на впровадженні нових матеріалів для виготовлення ножів та інших елементів робочого органа з метою підвищення їх зносостійкості та надійності. Використання високоміцних сталей, покриттів із твердих сплавів, а також елементів локального зміцнення поверхонь дає змогу продовжити ресурс фрезерних механізмів у складних умовах експлуатації.

Таким чином, обробіток ґрунту фрезерними робочими органами є ефективним інструментом для підвищення якості підготовки ґрунту до сівби, поліпшення структури орного шару, знищення бур'янів та поліпшення агрофізичних властивостей поля. Разом з тим, правильний підхід до вибору конструкції, режимів роботи та сфер застосування таких знарядь має визначальне значення для забезпечення сталого агровиробництва та збереження родючості ґрунтів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію конструкцій фрезерних робочих органів, підвищення їх технологічної та енергетичної ефективності, а також інтеграцію з сучасними цифровими технологіями керування та моніторингу.

1 ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АНАЛІЗ

Аналіз діяльності сільськогосподарського підприємства потребує комплексного підходу, що включає оцінку кількох ключових аспектів його діяльності: економічні показники, використання землі, продуктивність, витрати на обробіток, а також соціальні та екологічні фактори. Ось як можна провести такий аналіз:

1. Оцінка земельних ресурсів

Обсяг земель: Підприємство має 370 гектарів землі. Для більш точного аналізу потрібно визначити, яка частина цих земель використовується під основні культури, а яка – під допоміжні чи технічні цілі (наприклад, пасовища, лісосмуги, ділянки під будівництво тощо).

Типи земель: Важливо визначити, чи є різноманітність в типах ґрунтів (чорноземи, суглинки, торф'яники) і чи забезпечено їх правильне використання для обраних культур.

2. Агротехнічні аспекти

Типи культур: Підприємство повинно вирощувати культури, що відповідають кліматичним умовам і типу ґрунтів. Наприклад, для 370 гектарів це можуть бути зернові (пшениця, кукурудза), олійні (соняшник), або кормові культури (трави для тваринництва).

Використання добрив та засобів захисту: Оцінка ефективності використання мінеральних добрив, органічних добавок, пестицидів та гербіцидів.

3. Економічні показники

Доходи та витрати:

Доходи: Обрахунок доходу підприємства залежить від врожайності культур на гектар та їх ринкової ціни. Наприклад, середня врожайність пшениці в Україні – близько 3-4 тонн на гектар, а соняшника – до 2,5-3 тонн на гектар.

Витрати: Витрати на обробіток землі (пальне, оренда техніки, обслуговування, оплату праці). Також важливо врахувати витрати на закупівлю насіння, добрив, засобів захисту та ін.

Рентабельність: Для обчислення рентабельності потрібно порівняти доходи з витратами. Можна використовувати коефіцієнт рентабельності (прибуток / витрати).

4. Продуктивність праці

Визначення продуктивності праці на підприємстві: скільки працівників потрібно для обробітку 370 гектарів землі, скільки часу займають основні операції, і як можна підвищити ефективність роботи (наприклад, через автоматизацію чи зменшення трудомісткості робіт).

5. Інвестиційна привабливість

Оцінка потреб підприємства в інвестиціях для модернізації техніки, збільшення врожайності чи впровадження нових технологій (наприклад, точне землеробство). Інвестиції можуть також йти на розширення площ або вдосконалення системи зрошення.

6. Екологічний аспект

Стійкість до змін клімату: Оцінка вразливості підприємства до екстремальних погодних умов (посухи, паводки, заморозки). Можливо, буде необхідно впровадити системи зрошення або зберігати вологу в ґрунті через органічні методи.

Екологічні наслідки: Використання пестицидів та гербіцидів може мати довготривалі екологічні наслідки. Оцінка впливу на біорізноманіття та якість водних ресурсів.

7. Технічне забезпечення та інновації

Аналіз технічного оснащення підприємства: типи ґрунтообробних, посівних, збору та транспортування технічних засобів. Можливості модернізації або впровадження новітніх технологій (автоматизація процесів, GPS-навігація для точного землеробства).

8. Соціальні аспекти

Визначення рівня забезпеченості робочими місцями, умови праці на підприємстві (заробітна плата, соціальні гарантії), а також вплив на розвиток місцевої громади (створення робочих місць, підтримка місцевих постачальників).

9. Потенціал для розширення

Оцінка потенціалу для розширення: можливість збільшення обсягів виробництва через додаткове землеволодіння або поліпшення технологій для більш ефективного використання наявних земель.

10. Ризики та їх мінімізація

Аналіз ризиків: зміни цін на сільськогосподарську продукцію, коливання погоди, потенційні проблеми з ринками збуту. Розробка стратегій мінімізації ризиків: диверсифікація виробництва, страхування врожаю, договірні умови з покупцями.

Такий аналіз дає змогу оцінити фінансову ефективність діяльності сільськогосподарського підприємства та визначити напрями для подальшого розвитку та вдосконалення.

Для об'єктивної оцінки результативності сільськогосподарського підприємства необхідно розглянути врожайність основних культур за останні кілька років. На основі цього можна визначити ефективність обраних технологій, застосованих агротехнічних заходів і технічного забезпечення.

Врожайність культур:

Пшениця:

2021 рік – 3,2 т/га

2022 рік – 3,5 т/га

2023 рік – 3,4 т/га

Середня врожайність за 3 роки: 3,37 т/га

Соняшник:

2021 рік – 2,2 т/га

2022 рік – 2,5 т/га

2023 рік – 2,4 т/га

Середня врожайність за 3 роки: 2,37 т/га

Кукурудза:

2021 рік – 6,5 т/га

2022 рік – 6,8 т/га

2023 рік – 6,7 т/га

Середня врожайність за 3 роки: 6,67 т/га

Соеві боби:

2021 рік – 1,7 т/га

2022 рік – 1,9 т/га

2023 рік – 1,8 т/га

Середня врожайність за 3 роки: 1,8 т/га

Ціни на продукцію: пшениця – 6000 грн/т, соняшник – 9000 грн/т, кукурудза – 7000 грн/т.

Врожайність на підприємстві є стабільною з деяким зростанням у останні роки (зокрема по пшениці та кукурудзі). Це свідчить про правильність вибору культур для вирощування, а також про ефективне застосування агротехнічних прийомів. Проте, для підвищення врожайності варто звернути увагу на покращення зрошення, внесення органічних добрив і використання сучасних технологій.

Аналіз технічного оснащення підприємства дає змогу оцінити, чи використовуються сучасні машини та техніка для забезпечення оптимальних умов для виробництва.

Основні технічні засоби, які використовуються на підприємстві:

Трактори:

John Deere 8345R – 2 одиниці

CASE IH Magnum 380 – 1 одиниця

Massey Ferguson 7726 – 1 одиниця

Ґрунтообробна техніка:

Kverneland EcoDisc (дисковий агрегат) – 1 одиниця

John Deere 2630 (борона) – 1 одиниця

Посівні машини:

Great Plains 3S3000 – 1 одиниця

Väderstad Rapid – 1 одиниця

Збиральні машини:

CLAAS Lexion 780 (комбайн для пшениці та кукурудзи) – 1 одиниця

John Deere S770 (комбайн для соняшника та кукурудзи) – 1 одиниця

Машини для обробки ґрунту та зрошення:

Irritec (система крапельного зрошення) – 1 система для 50 гектарів.

Інші технічні засоби:

Fendt Rogator 655 (обприскувач) – 1 одиниця

New Holland T7.315 (культиватор) – 1 одиниця

Перспективний план розвитку

Для забезпечення сталого розвитку підприємства важливо розробити перспективний план, який включатиме інвестиції в новітні технології, підвищення ефективності виробництва, а також екологічну та соціальну відповідальність.

Основні напрямки розвитку:

Збільшення площ під олійними культурами: Підвищення виробництва соняшника за рахунок розширення посівних площ, з урахуванням високої рентабельності цієї культури на ринку.

Модернізація техніки:

Придбання нових збирання та ґрунтообробних машин для зменшення витрат на технічне обслуговування та підвищення ефективності.

Впровадження технологій точного землеробства для зменшення витрат на паливо та добрива.

Інвестиції в нові зрошувальні системи для підтримки продуктивності в умовах посухи.

Розширення використання органічних добрив: Запровадження системи компостування та використання органічних добрив для підвищення родючості ґрунтів і зменшення залежності від хімічних добрив.

Забезпечення сталого розвитку:

Впровадження екологічно чистих технологій, таких як мінімальний обробіток ґрунту, що зменшить ерозію ґрунтів і підвищить їх родючість.

Підвищення енергоефективності, впровадження альтернативних джерел енергії для зменшення витрат на енергію та забезпечення сталості підприємства.

Розширення асортименту культур: Випробування нових культур, таких як бобові, для поліпшення сівозміни та підвищення врожайності. Запровадження вирощування фруктів чи овочів (наприклад, картоплі чи томатів), що дозволить диверсифікувати виробництво та зменшити ризики.

Покращення навчання та підвищення кваліфікації працівників: Інвестиції в навчання персоналу з метою освоєння нових технологій, забезпечення кращих умов праці та зниження плинності кадрів.

Забезпечення стійкого постачання продукції: Розвиток системи зберігання врожаю, розширення можливостей переробки продукції.

Висновки

Аналіз діяльності сільськогосподарського підприємства показує стабільну врожайність культур та ефективне використання технічних засобів. Проте для забезпечення подальшого зростання та конкурентоспроможності на ринку необхідно:

Модернізувати техніку та впроваджувати новітні технології.

Впроваджувати сталий розвиток і підвищувати екологічну відповідальність.

Ці кроки дозволять підприємству досягти високих результатів у майбутньому, зберігаючи сталий розвиток і ефективність виробництва.

2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

Основні агротехнічні вимоги до роботи ґрунтообробної фрези

Забезпечення необхідної глибини обробітку

Фреза повинна підтримувати рівномірну глибину розпушення ґрунту по всій ширині захвату, відповідно до вимог певної агротехнічної операції (передпосівна підготовка, міжрядний обробіток тощо). Допустиме відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати $\pm 10\%$.

Якісне подрібнення ґрунту

Після проходу фрези грудки повинні бути розподілені рівномірно з переважанням фракцій діаметром до 25 мм для передпосівного обробітку, що сприяє створенню сприятливих умов для проростання насіння.

Рівність обробленої поверхні

Поверхня поля після обробітку має бути вирівняною, без гребенів та борозен. Допустима нерівність поверхні не повинна перевищувати 2–3 см залежно від призначення обробітку.

Збереження структури ґрунту

Робота фрези має забезпечувати розпушення без надмірного руйнування агрегатної структури орного шару, що особливо важливо при роботі на чорноземах і суглинках.

Знищення бур'янів

Фреза повинна ефективно підрізати корені бур'янів на заданій глибині, особливо при міжрядному обробітку, з мінімальним повторним вкоріненням залишків.

Рівномірність обробітку по ширині захвату

Усі ножі фрези мають працювати синхронно та забезпечувати однорідну обробку без пропусків і перекриттів, що особливо важливо при міжрядній роботі.

Відсутність забивання і залипання

Конструкція робочих органів повинна забезпечувати самоочищення та ефективну роботу навіть у вологому ґрунті або за наявності великої кількості рослинних решток.

Мінімальне перемішування шарів ґрунту

У деяких агротехнологіях (наприклад, у біологічному землеробстві) важливо, щоб фреза не змішувала глибші шари ґрунту з поверхневими, зберігаючи природну горизонтальну структуру.

Збереження вологи в ґрунті

Фрезерний обробіток не повинен сприяти надмірному випаровуванню вологи. Це досягається шляхом оптимального ступеня подрібнення та ущільнення поверхневого шару.

Енергоощадність процесу

Хоча фрези є енергозатратними знаряддями, конструкція повинна бути оптимізована для зменшення витрат енергії при збереженні якості обробітку.

Адаптивність до різних типів ґрунтів

Фреза повинна стабільно працювати на різних типах ґрунтів – легких, середніх, важких — без втрати якості обробітку та перевантаження привідних механізмів. Конструкція має враховувати можливість регулювання робочих параметрів залежно від фізико-механічних властивостей ґрунту.

Сумісність із сівалками або іншими агрегатами

У комбінованих агрегатах фреза має працювати узгоджено з іншими робочими органами (наприклад, сівалками, котками, аплікаторами добрив), не знижуючи якість обробітку й не порушуючи встановлену глибину сівби чи внесення.

Низький рівень вібрацій та навантажень на трактор

Робота фрези не повинна спричиняти надмірних коливань, що призводять до передчасного зношування як самої машини, так і елементів силової передачі трактора.

Стійкість до зношування та надійність у роботі

Робочі органи повинні бути виготовлені з матеріалів, що забезпечують тривалий ресурс роботи без втрати функціональних властивостей. Важливо, щоб фреза не потребувала частого обслуговування у польових умовах.

Екологічна безпечність

Конструкція фрези має сприяти мінімальному порушенню біологічної активності ґрунту та не викликати деградаційних процесів, таких як ерозія, ущільнення чи пересихання.

Простота налаштування та обслуговування

Регулювання глибини обробітку, кута атаки ножів, частоти обертання вала та інших параметрів має бути зручним і безпечним для оператора. Бажано, щоб ключові елементи обслуговування були легкодоступними.

Сумісність із сучасними технологіями точного землеробства

Фреза має бути придатною до оснащення системами контролю глибини, GPS-навігації, моніторингу навантажень та дистанційного управління, що дозволяє інтегрувати її в сучасні автоматизовані системи агровиробництва.

Мінімальне ущільнення підорного шару

Конструкція фрези має унеможливити утворення "плужної підшви" або щільного шару ґрунту під зоною обробітку, що може погіршити водо- та повітропроникність і розвиток кореневої системи культур.

Універсальність застосування

Фреза має бути придатною для виконання широкого спектра агротехнічних операцій: передпосівна підготовка, міжрядний обробіток, внесення органічних або мінеральних добрив у ґрунт, обробка післяжнивних решток. Це підвищує її ефективність і рентабельність у господарстві.

Агротехнічна стабільність при змінних умовах

Якість обробітку має залишатися стабільною за зміни вологості, щільності, засміченості ґрунту рослинними рештками, наявності схилів або мікрорельєфу. Фреза повинна адаптуватися до цих змін без зниження продуктивності.

Економічна ефективність

Важливо, щоб фреза забезпечувала високу якість обробітку за мінімально можливих витрат пального, зниженого зносу техніки й мінімізації кількості проходів. Таким чином досягається зниження собівартості обробки 1 га.

Забезпечення сприятливих умов для проростання насіння

Фреза повинна формувати посівне ложе, що забезпечує добрий контакт насіння з ґрунтом, оптимальне збереження вологи та рівномірну глибину загортання, що критично важливо для дружніх сходів.

Сприяння збереженню органічної речовини

У системах сталого землеробства важливо, щоб фреза не вивертала значну кількість рослинних решток на поверхню, а рівномірно перемішувала їх у шар ґрунту, сприяючи гумусоутворенню.

Сумісність із вимогами до сівозміни

При обробці ґрунту під певні культури фреза має забезпечувати необхідну агротехнічну підготовку відповідно до особливостей сівозмінної технології (наприклад, для дріб/попосім'яних культур – кращий рівень подрібнення та вирівнювання поверхні).

2.2 Існуючих конструкцій огляд

Опис існуючих конструкцій ґрунтообробних фрез

Ґрунтообробні фрези належать до активних знарядь, у яких розпушення, подрібнення й перемішування ґрунту відбувається за рахунок обертального руху робочих органів – ножів, закріплених на роторах. Сучасна класифікація фрез базується на особливостях конструкції роторного механізму, напряму обертання ножів, їхнього розташування, а також способу агрегування з тяговими засобами.

1. За орієнтацією вала (осі обертання):

Фрези з горизонтальним валом

Найпоширеніша конструкція, у якій робочі ножі закріплені на валу,

паралельному до поверхні ґрунту. При обертанні ножі ріжуть ґрунт і переміщують його назад і в боки.

фрези типу ФРН-1.8, Bomet U697, Maschio Bisonte.

Фрези з вертикальним валом

У цих фрезах кілька вертикальних роторів, кожен з яких має ножі, що обертаються у горизонтальній площині. Вони ефективні для інтенсивного подрібнення без глибокого розпушення.

ротаційні культиватори типу Kuhn HR, Kverneland H-series.

Фрези з похилим валом

Менш розповсюджені, але забезпечують комбінований ефект розпушення і перемішування ґрунту під різними кутами. Застосовуються в спеціалізованому землеробстві.

2. За напрямом обертання робочих органів:

Проти напрямку руху агрегату (протитягові)

Дає більш інтенсивне розпушення і підрізання шару, сприяє кращому перемішуванню та подрібненню ґрунту. Поширені в конструкціях передпосівних фрез.

За напрямком руху агрегату (затяжні)

Забезпечують менш агресивну дію на ґрунт, краще підходять для обробітку на глибину або міжрядного обробітку з меншим впливом на культурні рослини.

3. За способом агрегування:

Навісні фрези

Найбільш поширені через простоту конструкції та зручність експлуатації. Можуть монтуватися на задню або передню навіску трактора.

польські фрези Bomet, українські ФРН-1.4, ФРН-2.1.

Причіпні фрези

Використовуються при ширших захватах або для обробітку ґрунту великої площі. Мають власну ходову частину. Часто – у складі комбінованих агрегатів.

Самохідні фрези

Застосовуються в овочівництві, садівництві або на плантаціях.

Обладнані власним двигуном.

фрези до мотоблоків, мінітракторів – Кентавр, Zirka, Forte.

4. За функціональним призначенням:

Передпосівні фрези

Виконують розпушення, подрібнення і вирівнювання ґрунту.

Застосовуються після оранки або для безплужного обробітку. Часто комбінуються з котками, вирівнювачами.

Maschio Gaspardo, Breviglieri, Lemken Zirkon.

Фрези для міжрядного обробітку

Мають вузький захват і спеціальну геометрію ножів, що дозволяє працювати в міжряддях без пошкодження культур.

міжрядні ротаційні фрези типу ФМР, Rolland, Einböck.

Фрези-комбайни для внесення добрив, подрібнення рослинних решток

Оснащуються системами дозованого внесення або розкидання компонентів у процесі обробітку.

Типові конструктивні елементи фрези:

Рама – несе на собі ротор, привід, захисні кожухи. Забезпечує жорсткість конструкції.

Привід – зазвичай реалізований через карданний вал і редуктор.

Ротор з ножами – основний робочий елемент; ножі можуть бути прямі, серпоподібні, гакоподібні, із змінним кутом атаки.

Опорні колеса або котки – для контролю глибини обробітку.

5. Конструктивні різновиди ножів фрез

Ножі – ключовий елемент фрези, від їхньої форми, орієнтації та способу кріплення залежить ефективність обробітку:

Серпоподібні ножі

Найбільш поширені завдяки універсальності та м'якій дії на ґрунт. Забезпечують добрий подрібнюючий ефект, застосовуються у фрезах

загального призначення.

м'який хід, менше навантаження на привід.

Гакоподібні ножі (гострокутні)

Використовуються для інтенсивного розпушення важких або ущільнених ґрунтів. Добре підрізають бур'яни.

висока агресивність дії.

Прямі або кутові ножі

Застосовуються для міжрядного обробітку або в спеціалізованих культурах. Забезпечують спрямовану дію на вузьку смугу ґрунту.

Комбіновані системи ножів

Наприклад, у фрезах вертикального типу можуть використовуватись ножі, що чергуються за формою або кутом атаки – для рівномірнішого подрібнення і меншого забивання.

6. Типи приводів і енергозабезпечення

Механічний привід від ВВП (вала відбору потужності)

Найпоширеніше рішення в навісних і причіпних фрезах. Передача моменту від трактора через кардан, редуктор і ланцюгові або зубчасті передачі.

Гідравлічний привід

Застосовується переважно в самохідних машинах або як допоміжний привід до секцій фрези. Має перевагу в плавному регулюванні обертів.

Електричний привід (для малогабаритної техніки)

Використовується в легких фрезах, наприклад для теплиць або садівництва. Має обмежену потужність.

7. Комбіновані та спеціалізовані фрези

Сучасні тенденції в аграрному машинобудуванні передбачають інтеграцію кількох операцій в одному проході. Прикладами є:

Фреза-культиватор із котком

Забезпечує розпушення, подрібнення, вирівнювання та ущільнення.

Maschio Gaspardo DELFINO Super з гідравлічним котком.

Фреза-сівалка

Комбінує ґрунтообробку з посівом. Широко застосовується в овочівництві.

Фреза з внесенням добрив або біопрепаратів

Має бункер з дозатором, який вносить добрива одночасно з обробіткою.

фреза-інжектор для сидератів або органіки.

Фрези для підгортання або формування гряд

Формують гребені під посадку картоплі, овочів тощо. Часто мають спеціальні формувачі гряд або бічні щити.

Тип фрези	Переваги	Недоліки
Горизонтальна (з ВВП)	Добре подрібнює, легко агрегується	Висока енергоємність, небезпека «замилування» ґрунту
Вертикальна	Висока рівномірність обробітці, менше ущільнення	Складніший привід, вища вартість
Міжрядна	Точна робота біля рослин, знищення бур'янів	Невелика продуктивність, потребує точного ведення
Комбінована (фреза+коток)	Один прохід = кілька операцій	Важка конструкція, потребує потужного трактора
Самохідна/мала	Маневровість, підходить для теплиць, садів	Обмежена глибина, потужність

Рисунок 2.1. Структурна схема

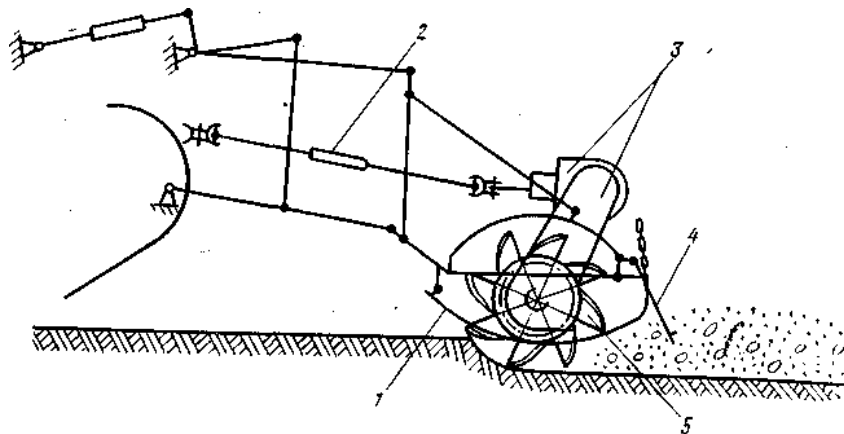


Рисунок 2.2 - Роботи фрези схема

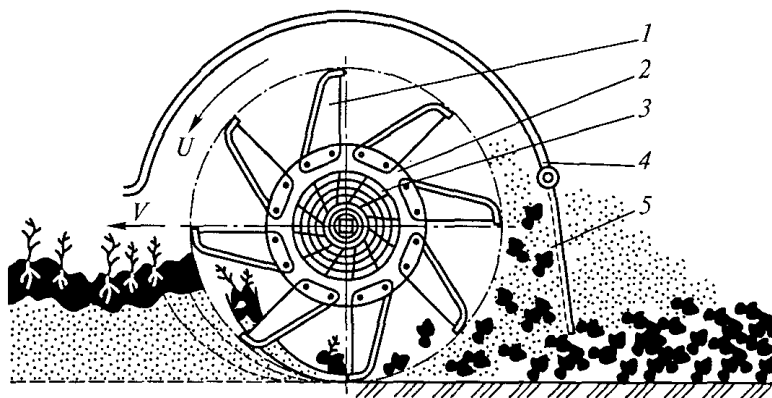


Рисунок 2.3 - Фрез барабану схема

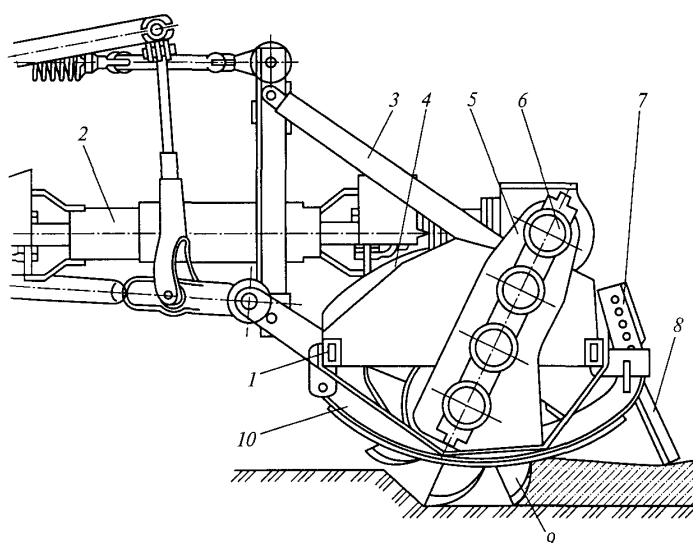


Рисунок 2.4 - ФЛУ-0, 8

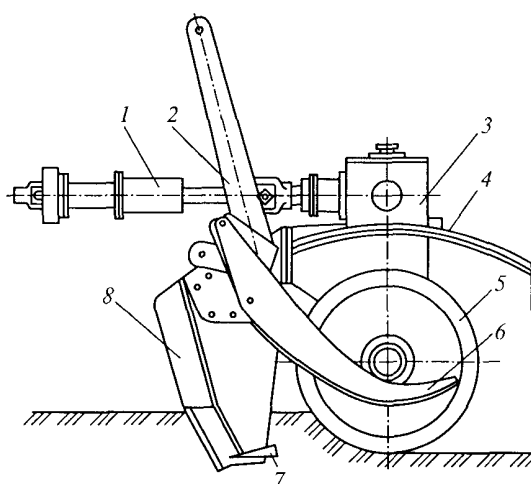


Рисунок 2.5 - ФЛШ-1, 2

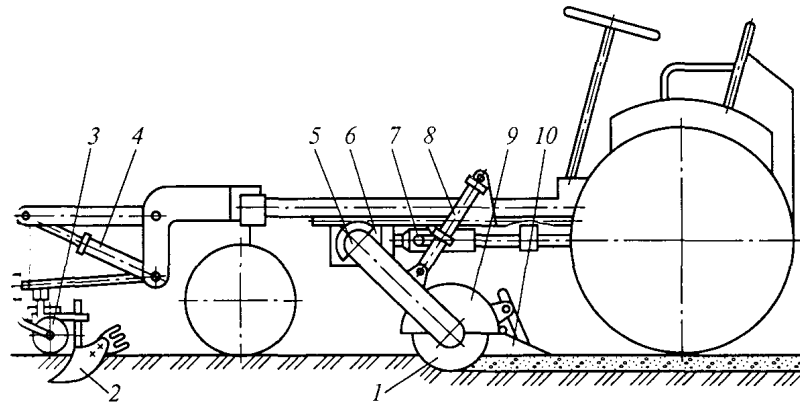


Рисунок 2.6 - ФПШ-1, 3

Відоме авторське свідоцтво № 694832 (рис. 2.7). Мета винаходу – забезпечення можливості використання фрези як з віссю обертання поперечною так і повздовжньою та якість ґрунтообробки прийнятну для просапних робіт різного призначення.

Поставлена задача вирішується тим, що в ґрунтообробній фрезі, що містить робочі елементи із кореновими частинами у вигляді сегмента, центральну частину, на якій робочі елементи закріплені периферійно з можливістю зняття.

ґрунтообробна фреза містить центральну частину у вигляді конусної втулки або диск з прикріпленими периферійно робочими елементами 1. Робочі елементи 1 містять кореневу частину 2 у вигляді сегмента, середню частину – стояк 3 і кінцеву частину у вигляді полиць 4. Коренева частина 2 відносно середньої частини 3 розміщена Г – подібно і містить кріпильні елементи 5.

Передній край 6 середньої частини 3 має згин вперед по напрямку руху фрези по лінії 7. Це створює збільшений кут встановлення робочих елементів 1 відносно площини обертання фрези і задається кутом установки кріпильних полиць 8 на втулці. ґрунтообробна фреза працює наступним чином. Обертаючись проти годинникової стрілки і одночасно рухаючись вперед уздовж осі обертання, фреза заглиблюється у ґрунт до втулки.

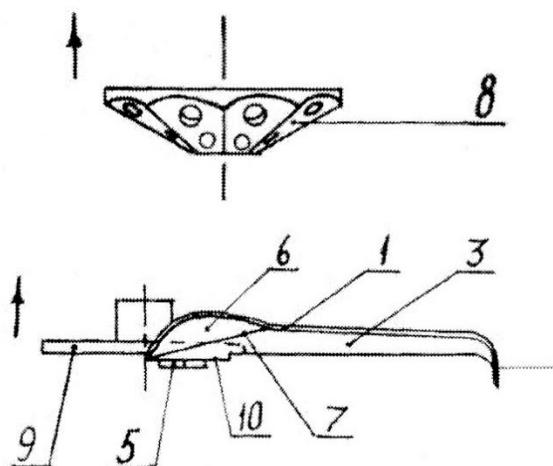


Рисунок 2.7 - № 694832

Робочі елементи 1 почергово відрізають ґрунтові стружки і подрібнюють ґрунт. При цьому на вході робочих елементів у ґрунт утворюється борозна, а на виході – відбувається викидання ґрунту і рівномірне його розсіювання вправо. Ступінь утворення борозни і викидання ґрунту залежить від числа обертів фрези і ними регулюється.

Відоме авторське свідоцтво № 3305 (рис. 2.8). Мета винаходу – зниження металоємності, розширення функціональних можливостей і підвищення якості обробітку ґрунту.

Поставлена задача вирішується тим, що робочий орган знаряддя для обробки ґрунту, включає диск і зуби, вигнуті кінці яких розташовані на однаковій відстані від осі диска, диск і зуби виконані у вигляді суцільної деталі, при цьому зуби в плані мають форму нерівнобедрених трикутників і виконані із загостренням передніх і задніх промок. Зуби кожної пари діаметрально протилежних зубів розташовані з однієї сторони диска і під однаковими кутами до його площини, а зуби різних пар діаметрально протилежних зубів розташовані під різними кутами до площини диска.

Дискова фреза 1 включає диск 2 і зуби 3, вигнуті кінці яких розташовані на однаковій відстані від осі диска 2, що дорівнює радіусу R дискової фрези 1. Диск 2 і зуби 3 виконані у вигляді суцільної деталі. Зуби 3 відігнуті в різні

сторони щодо площини диска 2 від лінії окружності, радіус якої дорівнює радіусу r диска 2 дискової фрези 1.

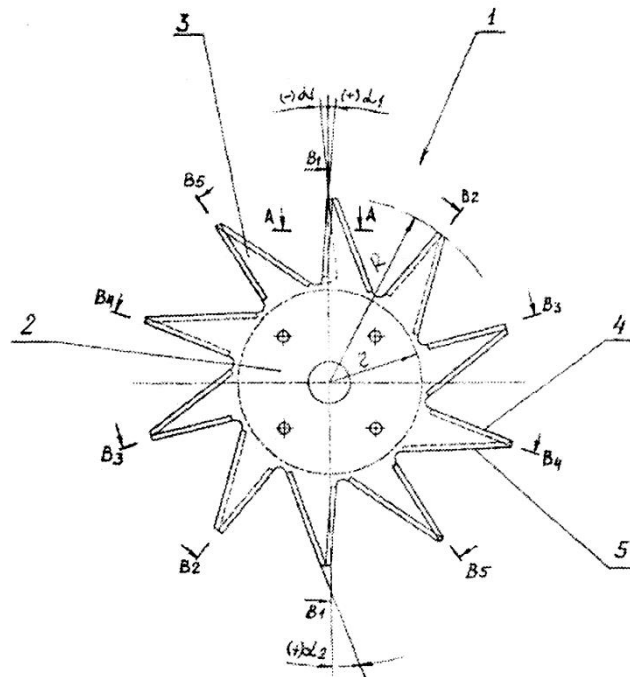


Рисунок 2.8 - № 3305

Передня кромка 4 кожного зуба 3 розташована під кутом α до радіуса, що проходить через вершину зуба 3.

Дискові фрези 1 встановлюють на робочий орган 6 знаряддя для обробки ґрунту. Робочий орган містить приводний вал 7 і закріпленні на ньому з двох сторін маточини 8 з поперечно розташованими фланцями 9. До фланців 9 кріплять дискові фрези 1 за допомогою болтових з'єднань 10. У процесі роботи робочий орган 6 разом з дисковими фрезами 1 робить одночасно поступальний і обертальний рух.

У зв'язку з тим, що зуби 3 у плані мають форму нерівнобедрених трикутників, забезпечується можливість змінювати кут заходу зуба 3 у ґрунт, тобто перевертати фрезу 1 у залежності від стану засміченості ґрунту бур'янистими рослинами.

При цьому як робоча крайка дискової фрези 1 може використовуватись чи передня, чи задня кромка 4, 5 зуба 3.

Це розширює функціональні можливості дискової фрези 1 і дозволяє вести обробку м'яких і ущільнених ґрунтів.

Відоме авторське свідоцтво № 563489. (рис. 2.9). Мета винаходу – забезпечення можливості обробити більш широку смугу ґрунту в міжряддях при роботі на рівнинах і особливо на схилах.

Поставлена задача вирішується тим, що поверхня кріплення ножів виконана у вигляді кулі, до якої прикріплені з можливістю регулювання і фіксації частини, що виступають над поверхнею кулі ґрунтові ножі, при цьому останні виконані з гострими кромками, а кут нахилу полиці ножа дорівнює

$$\beta = 90^\circ - \gamma .$$

де β - кут нахилу полиці ножа.

γ - кут між вертикаллю і більшим меридіаном кола, що проходить через точку дотику ножа з поверхнею кріплення.

Сферична ґрунтообробна фреза містить зірочки 1, розміщені на кінцях вала 2 і колову поверхню 5 тіла фрези для кріплення ґрунтових ножів 3, розміщену також на валу 2. Зірочки 1 і колова поверхня 5 кріплення ґрунтових ножів насаджені на вал 2 жорстко. Ґрунтові ножі 3 прикріплені до сферичної поверхні 5 з можливістю регулювання і фіксації частини ножа, що виступає над цією поверхнею, наприклад, за рахунок різьбового з'єднання з контргайками А. Ґрунтові ножі 3 на поверхні 5 розміщені еквідистанційно і утворюють між собою ряди в напрямку руху. Кожен ґрунтовий ніж 3, що має гвинтовий хвостовик загвинчується в різьбовий отвір поверхнею 5 на необхідну глибину і стопориться контргайкою 4. Форма виконання ґрунтових ножів може бути не тільки Г – подібною. Вона може бути вибрана в залежності від типу ґрунту. Ножі 3 мають загострення леза з двох сторін для можливості обробити ґрунту при зворотному обертанні фрези.

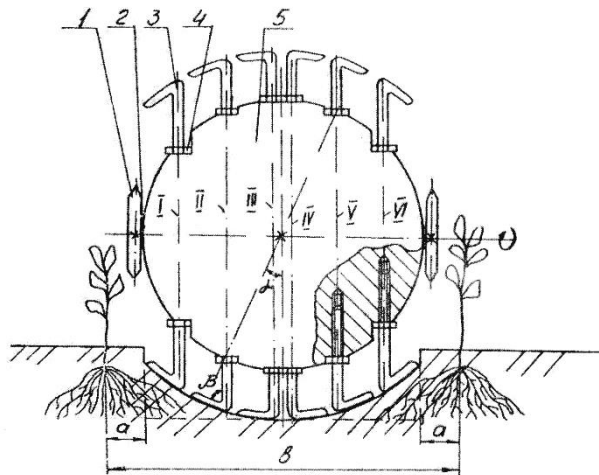


Рисунок 2.9 - № 563489

Працює фреза наступним чином. Перед початком роботи ґрунтові ножі 3 встановлюють і фіксують контргайкою 4 таким чином, щоб вони утворили поверхню (враховуючи по кінцях ножів), яка необхідна для даних умов роботи. При роботі фреза через ланцюгову передачу і зірочки 1 приводиться у рух, ножі 3 входять у ґрунт і обробляють її, не пошкоджуючи коренів рослин. При в'їзді на схил фрезу можна дещо змістити в потрібну сторону, при цьому корені рослин і самі рослини не пошкоджуються. При зворотному обертанні фрези ножі 3 входять у ґрунт вже іншою ріжучою кромкою і обробляє її. Коли ґрунтові ножі 3 встановлені так, що утворюють коло, то отримуємо і мінімальну при даній ширині захвату площу перерізу обробленої частини ґрунту. І відповідно досягаються мінімальні енерговитрати агрегату, що особливо важливо при агрегуванні фрези з малогабаритними тракторами і при її зворотному обертанні.

Відоме авторське свідоцтво № 46483 (рис. 2.10). Мета винаходу – забезпечення можливості використання сили обертаючого моменту для виконання наступних задач:

- створення необхідного значення зусилля для поступового руху фрези при формуванні вузьких смуг ґрунту;
- забезпечення можливості максимального торкання ріжучої кромки ножів фрези з поверхнею ґрунту, що обробляється, для зменшення ударних

навантажень на редуктор приводного валу фрези.

Поставлена задача вирішується тим, що конструкція фрези дозволяє отримати технічний результат, який включає в себе ефективне рихлення ґрунту та забезпечення варіації ширини ґрунтообробки.

Внутрішній розмір ступеці відповідає діаметру валу редуктора приводу мотокультиватора. На ступеці нерухомо закріплені металеві плоскі ножі 2, які мають форму півкола або наближеної до його форми, наприклад багатогранника. Ножі закріплені на ступеці таким чином, що створюють відносно вісі вала площини осей абсцис та ординат кути атаки «а» і «б».

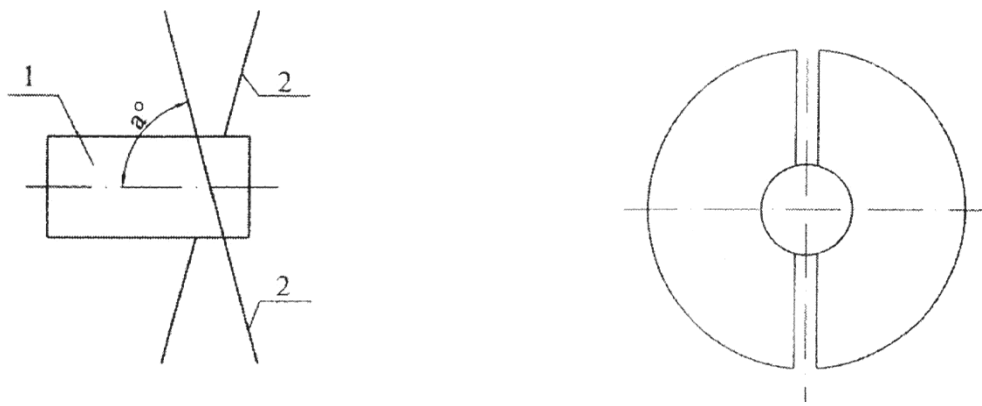


Рисунок 2.10 - № 46483

Для виконання своїх функцій фреза повинна бути встановлена на вал редуктора приводу мотокультиватора та зафіксована штифтом через отвори в обох валах.

Мотокультиватор із встановленими фрезами розміщують на поверхні ґрунту, що обробляється. Та вмикають привод валу редуктора. При обертанні валу редуктора на ньому з'являється сила обертаючого моменту, яка через фіксатори (штифти) передається на ножі фрези. Фрези які обертаються під дією сили обертаючого моменту, за рахунок сили зчеплення криволінійної утворюючої ножів створюють зусилля, що переміщує мотокультиватор в напрямку, перпендикулярному вісі валу редуктора приводу – прямолінійний рух.

Глибина розрихлення залежить від якості ґрунтів та може регулюватися оператором зміною часу гальмування при фіксованій

швидкості обертання фрез.

В процесі розрихлення відбувається переміщення ґрунту площинами ножів, причому правою фрезою в праву сторону, а лівою – в ліву сторону. Це обумовлено тим, що оскільки площини ножів фрез закріплені на вісі валу під кутами «а» і «б» на їх площинах з'являється відповідна сила, яка направлена в сторону перпендикулярну напрямку прямолінійного руху.

При відповідному зменшенні оператором зусилля гальмування фрези виконують одночасно всі функції – створюють зусилля для прямолінійного руху, розрихлюють ґрунт та виконують його переміщення в напрямку перпендикулярному напрямку руху мотокультиватора.

Відоме авторське свідоцтво № 53381 (рис. 2.11). Мета винаходу – підвищення продуктивності за рахунок інтенсифікації процесу руйнування ґрунту.

Поставлена задача вирішується використанням в конструкції конусної фрези газоімпульсного обладнання для додаткового руйнування ґрунту.

Конусна фреза 4 встановлена на рамі робочого органу 2 з приводом 3, кожухом 5 та газоімпульсним обладнанням 8. Рама робочого органу 2 кріпиться до рами базової машини 1.

Газоімпульсне обладнання 8 включає в себе джерело стисненого газу 9, розподільник 10, систему керування 11, та випускні отвори 12 які розташовані по концентричним колам різного діаметру на бокових поверхнях конусної фрези, причому таким чином, щоб у вертикальному перерізі вони знаходились на однаковій відстані від концентричних кіл різально-метальних елементів 7, а в горизонтальному перерізі лінія випускних отворів 14 випереджала лінію різальних елементів 15 та кут 45° . Для передачі імпульсу газу від джерела стиснутого газу 9 до випускних отворів 12 а також для з'єднання елементів газоімпульсного обладнання між собою слугують канали 13.

Конусна фреза працює наступним чином.

Під час роботи машина рухається вперед і через привід 3 робочого

органу, надає обертального руху конусній фрезі 4. Частина масиву ґрунту руйнується за рахунок підрізання і різання ґрунту підрізаючою кромкою 6 і різально-метальними елементами 7. При співпаданні лінії випускних отворів 14 з поздовжньою віссю руху машини, система керування 11 змінює положення розподільника 10, який за допомогою каналів 13 короткочасно з'єднує джерело стиснутого газу 9 та випускні отвори 12, напрямком витікання імпульсу газу з яких співпадає з напрямком руху базової машини 1, і газ, через ці випускні отвори 12 виходить в масив ґрунту.

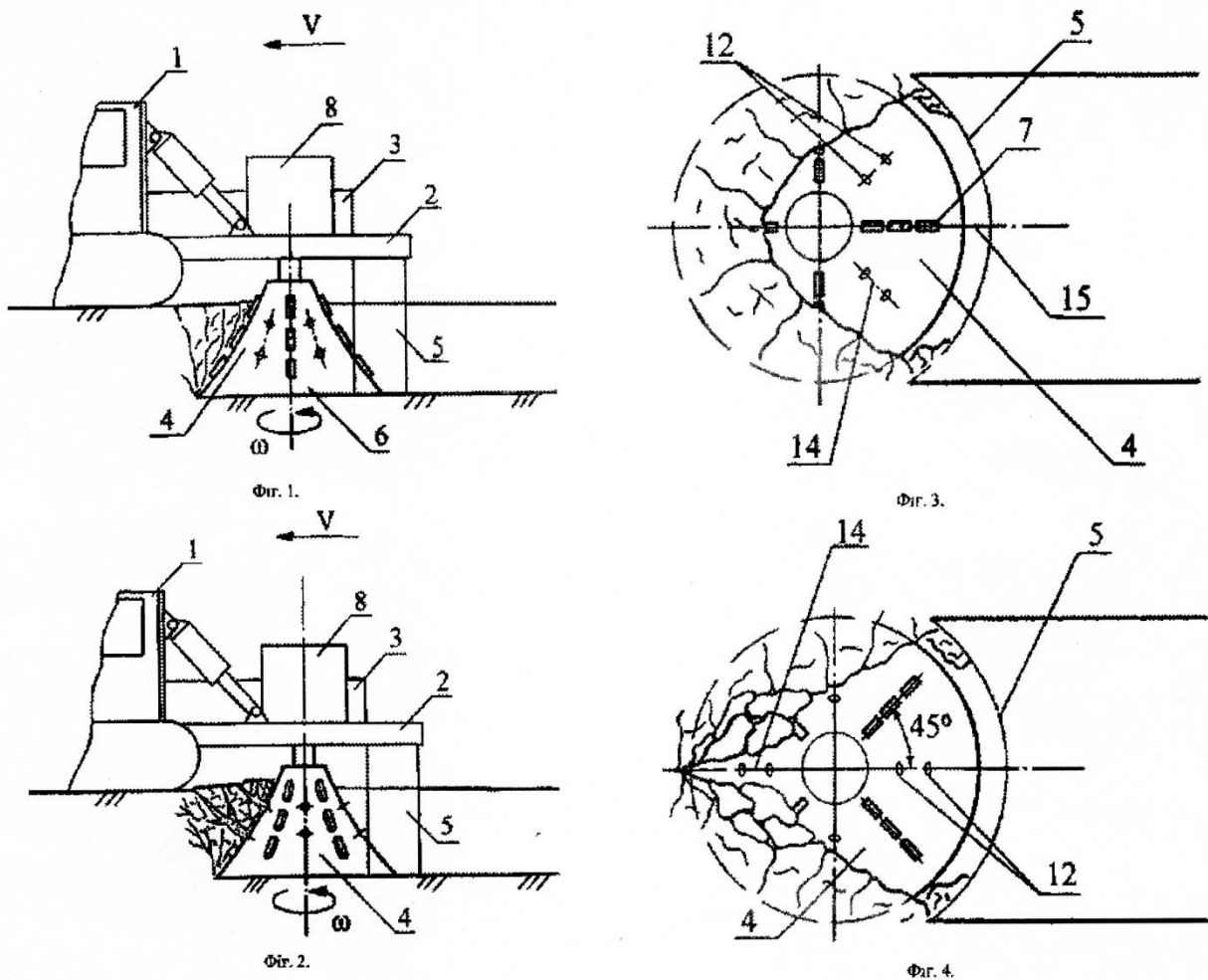


Рисунок 2.11 - № 53381

Метою винаходу № 1209046 (рис. 2.12) є підвищення якості обробітку ґрунту.

Знаряддя складається з рами 1 з опорними колесами 2, на якій закріплені стійки 3 рихляче - підрізаючих робочих органів 4 і за рахунок повідків 5 ротаційні секції, виконані у вигляді закріплених на осях 6 голчастих дисків 7, вісь 6 яких встановлена під кутом до напрямку руху знаряддя.

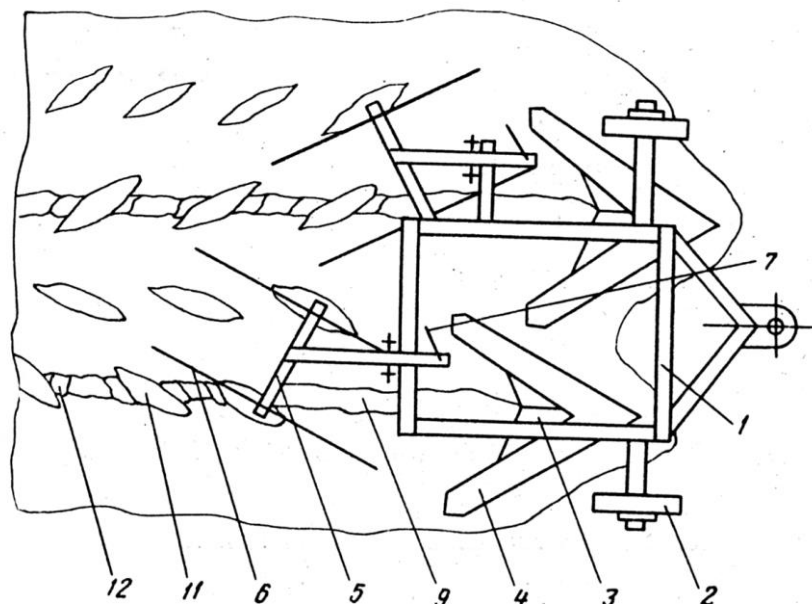


Рисунок 2.12 - № 1209046

Один з дисків 7 розміщений за стійкою 3 рихляче – підрізаючого робочого органу 4. В залежності від ширини захвату рихляче – підрізаючих робочих органів 4, типу і стану ґрунту на рамі 1 може бути закріплено секції дисків 7 більше, ніж кількість рихляче – підрізаючих робочих органів 4. В цьому випадку інші секції 7 розміщують за шириною захвату рихляче – підрізаючих робочих органів 4, із заду чи спереду них. Секції дисків 7 закріплені на рамі 1 за рахунок регулюємих по висоті повідків 5, наприклад за допомогою гвинта 8. При цьому кінці голок голчастих дисків 7 в нижньому положенні розташовані нижче рихляче – підрізаючих робочих органів 4, що забезпечує деформацію щілин і перемичок в борознах.

Метою винаходу № 527146 (рис. 2.13) є зниження енергоємності робочого органу.

Робочий орган включає жорстко закріплені на валу 1 попарно розташовані ліві 2 і праві 3 Г – подібні ножі, відігнуті в протилежні сторони, і розміщені в проміжках між парами ножів вільно посаджені диски 4.

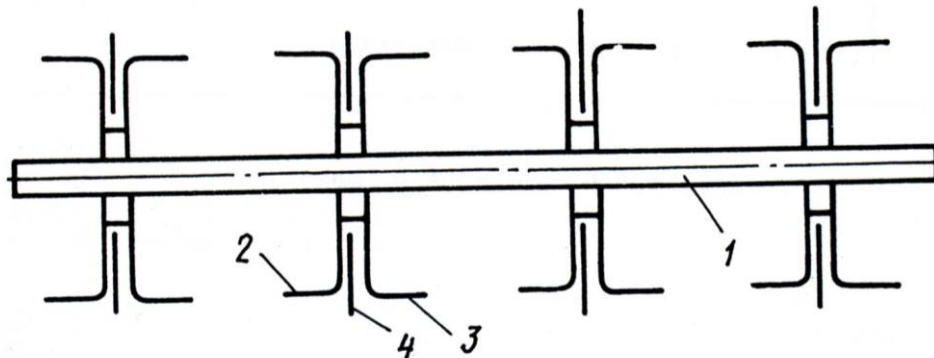


Рисунок 2.13 - № 527146

Робочий орган працює наступним чином.

Диски 5 прорізають в ґрунті повздовжньо - вертикальні щілини, а Г – подібні ножі 2 і 3 горизонтальною відігнутою частиною подрібнюють і рихлять ґрунт.

Підрізання ґрунту дисками 4 полегшує роботу стійок ножів 2 і 3 і тим самим знижує енергоємність робочого органу.

Метою винаходу № 1410875 (рис. 2.14) є збільшення якості кришення при високих швидкостях обробітку ґрунту.

Пристрій містить плиту 1, підпружинену у верхній частині відносно шарніру, і стійку 4, на якій закріплена рихляча лапа 6. Плита 1 закріплена на стійці за рахунок вісі 2 і обладнана закріпленням на ній вібратором 7. На кінцях рихлячи лап 6 встановлені пальцеві решітки 10. Пласт ґрунту, підрізаний рихлячою лапою 6, потрапляє в зазор між пальцевою решіткою 10 і плитою 1. В результаті вібрації плити за рахунок вібратора 7 пласт кришиться на потрібні фракції, особливо при високих швидкостях обробітку ґрунту.

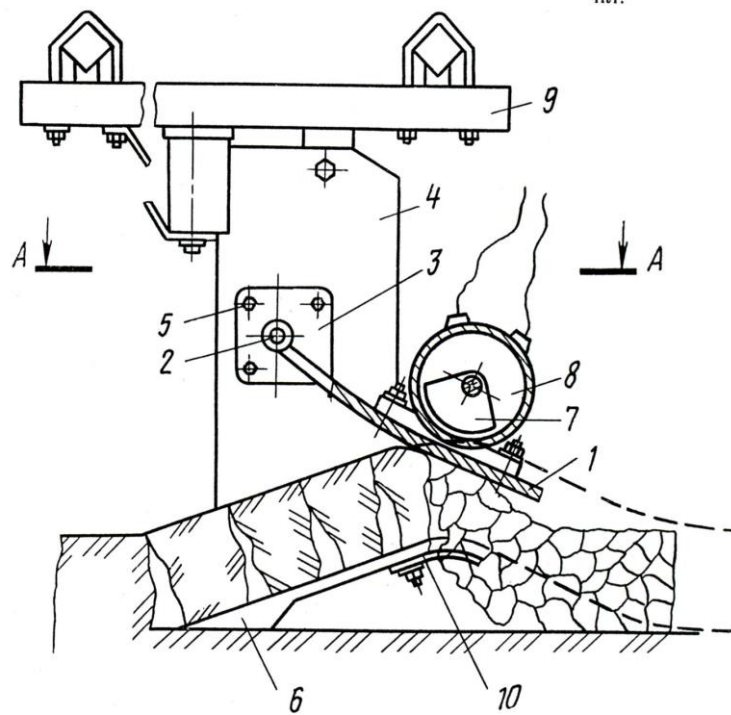


Рисунок 2.14 - № 1410875

Робочий орган працює наступним чином. Пласт ґрунту, підрізаний рихлячою лапою 6, проходить в зазор між плитою 1 і пальцевою решіткою 10. Вібратор 7, що має привід 8, коливає плиту 1, яка в свою чергу впливає на пласт, кришить його об верхню кромку 10 на потрібні фракції ґрунту.

Крок пальцевої решітки, частота вібрації підбираються в залежності від типу ґрунту і швидкості її обробки.

Метою винаходу № 1457825 (рис. 2.15) є підвищення якості обробітку ґрунту.

Робочий орган містить плоскоріжучі лапи, між якими встановлений робочий орган у вигляді голчастого диску 7. До рихлячих стійок лап шарнірно приєднанні підрізаючі крила 1,2. Суміжні крила 1,2 сусідніх лап жорстко приєднанні за рахунок допоміжних стійок 5, встановлених на їх кінцях віссю 6, на якій встановлено ротаційний голчастий диск 7. Диск 7 зубами 8 обробляє ґрунт в зоні недовкриття лап. На одному з зубів 8 паралельно вісі обертання диска 7 встановлено палець 9.

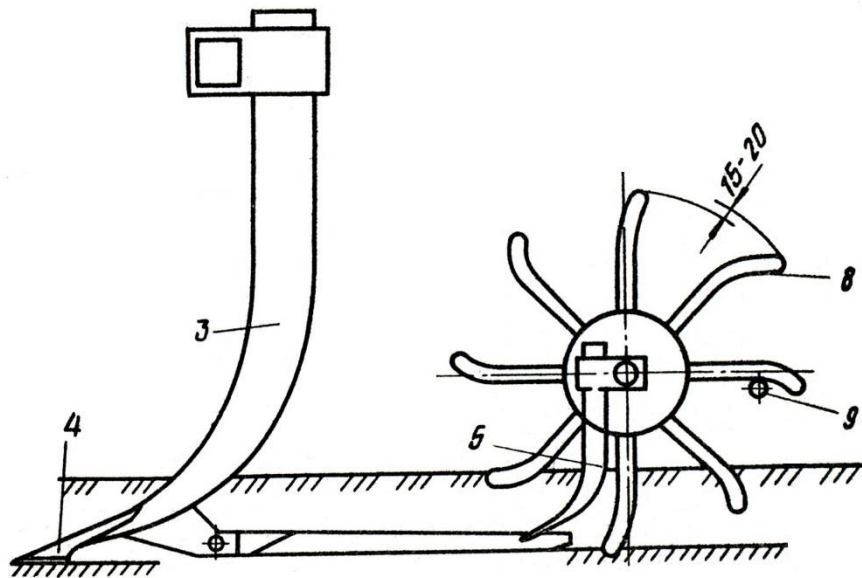


Рисунок 2.15. - № 1457825

Один з зубів 8 довший за інші зуби диска 7. В результаті коливань підрізаючих крил 1,2 за рахунок різної довжини зубів 8 забезпечуються кращі умови підрізання і сходження рослин. Палець 9 очищує додатково стійки 5 від рослин, що на них нависають.

Метою винаходу № 988206 (рис. 2.16) є підвищення якості рихлення ґрунту і вирівнювання поверхні оброблюваної ділянки.

Ґрунтообробний робочий орган включає стійку 1, закріплену на ній плоскоріжучу лапу 2, до якої за рахунок кронштейнів 3 і 4 під кутом до напрямку руху приєднанні горизонтальні вісі 5 і 6 з встановленими ексцентрично на них роликами 7 і 8. На кожному ролику 7 і 8 змонтовані секції рихлячи елементів, кожний з яких виконаний у вигляді радіально криволінійних лопатей 9.

Лопаті 9 розташовані нормально до вісей роликів 7 і 8, мають загостренні кінці 10 і виконані загостренні передні кромки 11. Кожна лопать 9 відігнута по кривій відносно вісі, що перпендикулярна вісям 5 і 6, роликів 7, 8 і розташована випуклістю в сторону руху. Лопаті 9 розташовані вздовж роликів 7 і 8 на відстані, що забезпечує нульове перекриття, а діаметр

рихлячих елементів зменшується від стійки 1 плоскоріжучої лапи 2 до кінців крил.

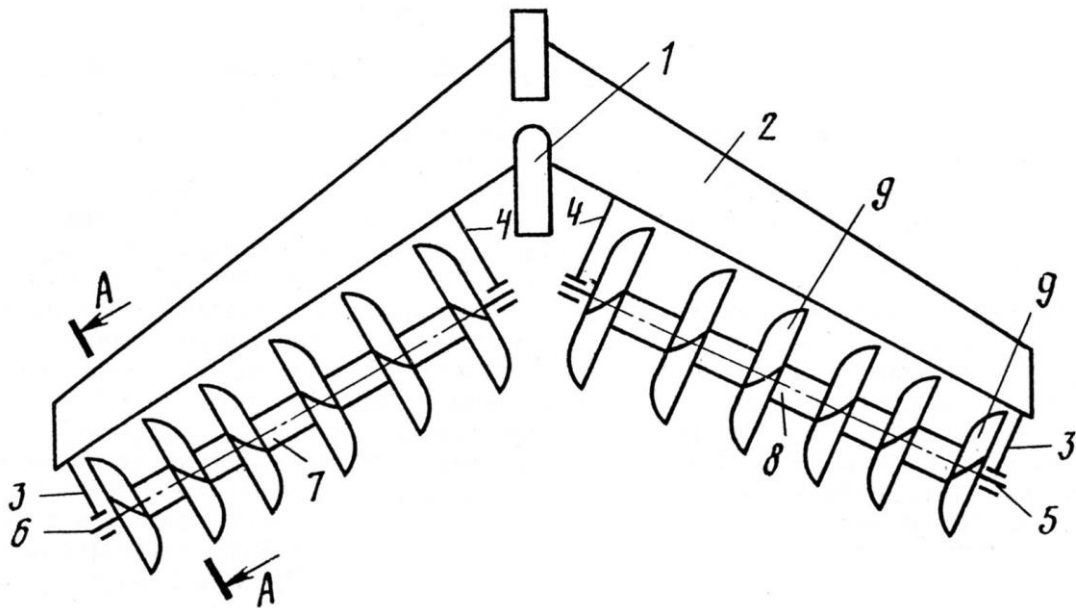


Рисунок 2.16 - № 988206

Грунтообробний робочий орган працює наступним чином.

В процесі руху в ґрунті плоскоріжуча лапа 2 підрізає пласт, який переміщуючись по її робочій поверхні, як по тригранному клину, відхиляється в сторону до обрізів крил. Крім того ґрунтовий пласт, зустрічаючись в центрі лапи зі стійкою 1, розділюється і відкидається в сторону на ролики 7 і 8 з лопатями 9, встановленими під кутом до напрямку руху ґрунтообробного робочого органу. Підрізаний пласт від взаємодії з гострим кінцем і загостреною кромкою 11 лопатей 9 розколюється на фракції, які, впливаючи на їх увігнуту поверхню, приводять ролики 7 і 8 в обертання. Метою винаходу № 1398347 (рис. 2.17) є зменшення процесів водної і вітрової ерозії при роботі на рівнинах і схилах і кращої аерації ґрунту. Знаряддя складається з рами 1, якій закріплені щілинорізи – розрихлювачі, що складаються із стійки 2, накладки 3 і долота 4. За щілинорізами встановлені прикочуючі котки 5 і 6, зміщені відносно один одного в напрямку руху на величину більшого

діаметра. Котки 5 і 6 включаються в роботу разом чи по черзі за рахунок повороту важеля 7, важіль якого регулюється гвинтом 8 за рахунок гідроциліндра 9, шарнірно з'єднаного з рамою 1. По переду щілинорізів встановлені ножі 10. Котки 5 і 6 виконані у вигляді усічених пірамід, що обернені одна до одної основами.

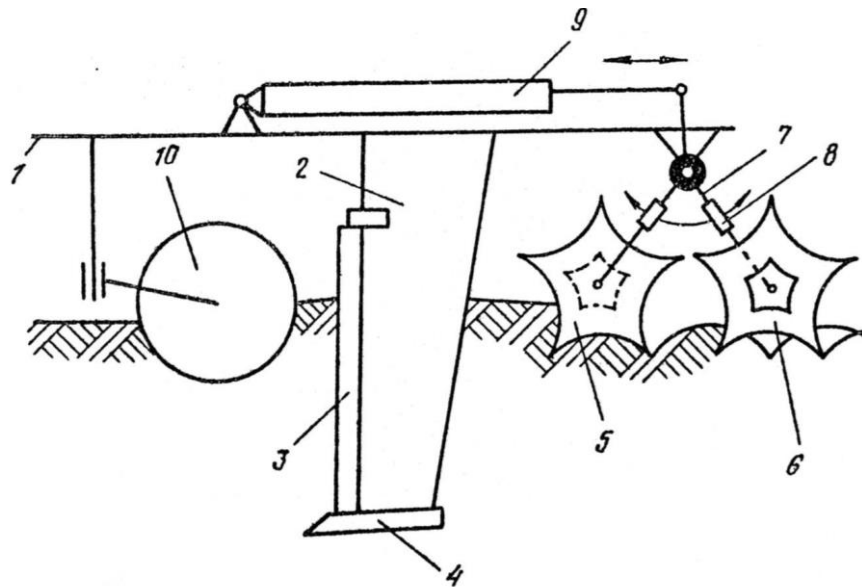


Рисунок 2.17 - № 1398347

Знаряддя працює наступним чином. При русі знаряддя верхній шар ґрунту розрізається ножем 10 і під дією ножа, що складається з накладки 3, стійки 2 і долота 4, відбувається деформація ґрунту в сторону відкритої поверхні з утворенням валика спущування, який в залежності від рельєфу поля прикочується котками 5 і 6. При роботі на рівнинних полях вмикається гідроциліндр 9, шток якого займає середнє положення через важіль 7 з однаковим зусиллям притискає обидва котки 5 і 6.

Висновки

Проведений аналіз існуючих конструкцій ґрунтообробних фрез свідчить про значну різноманітність технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності обробітку ґрунту. Основні напрями удосконалення цих машин

зосереджені на покращенні якості обробітку, зниженні енергоспоживання, підвищенні надійності та адаптації до різних агротехнічних умов. Серед конструктивних особливостей найбільш поширеними є фрези з горизонтальним та вертикальним розташуванням робочих органів, які відрізняються за принципом дії, глибиною обробітку та ступенем розпушення ґрунту.

Окрему увагу заслуговують конструкції, що поєднують фрезерування з додатковими технологічними операціями, такими як внесення добрив або вирівнювання поверхні поля, що сприяє зменшенню кількості проходів техніки та покращенню агротехнічних показників. Разом з тим, більшість сучасних фрез мають обмеження щодо обробітку важких та перезвожених ґрунтів, що обумовлює потребу в подальшому вдосконаленні конструкцій та розробці нових рішень, орієнтованих на підвищення універсальності та енергоефективності машин.

В результаті проведеного літературного та патентного пошуку прийнято рішення розробити конструкцію фрези взявши за основу авторське свідоцтво № 1545964.

3 КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Розробленої конструкції опис

Метою розробленої конструкції (рис. 3.1., 3.2.) є підвищення якості і зниження енергоємності обробітку ґрунту. Ґрунтообробне знаряддя складається з рами 1, фрезерного барабану з прямими 2 і Г – подібними 3 ножами, встановленими з чергуванням, клиновидні стійки 4 з лапами 5, розташованими в один ряд. Між стійками 4 плоскоріжучих робочих органів розташовані диски фрезерних ножів, симетрично відносно центру їх міжслідового простору. Розташовані в один ряд стійки 4 одночасно деформують пласт і розкидають частки ґрунту його верхніх шарів, котрі, взаємодіють між собою і з ножами 2 і 3 фрезерного барабану, інтенсивно кришаться. При цьому пласт буде створювати тиск на бокову поверхню ножів 2 і 3 тільки зі сторони, стійки 4, ближньої плоскоріжучої лапи 5, що спричиняє зменшенню енергоємності обробітку ґрунту.

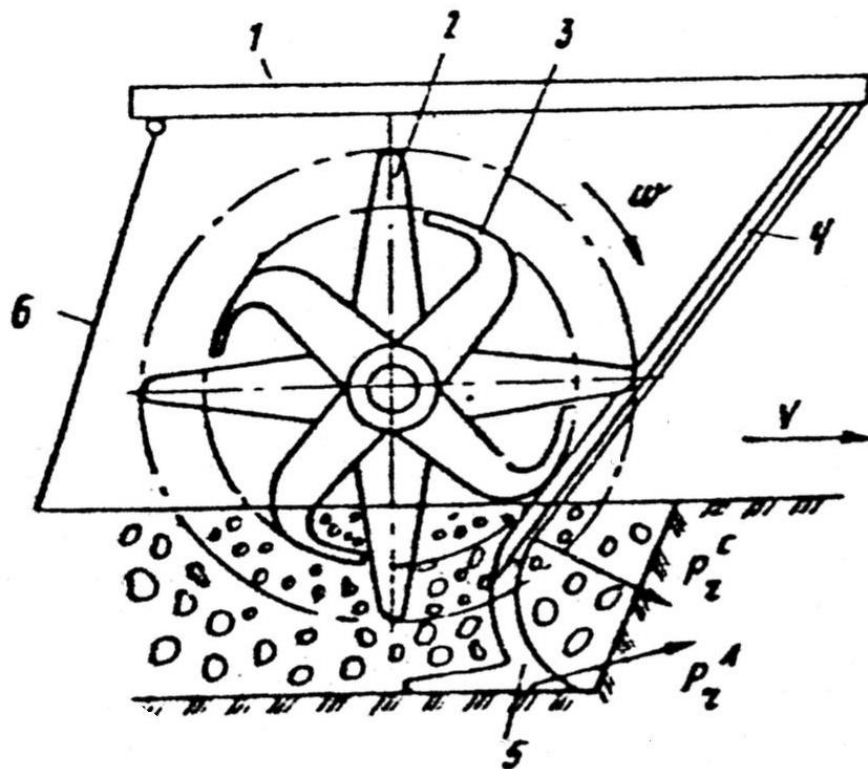


Рисунок 3.1 - Ґрунтообробна фреза

Знаряддя працює наступним чином.

Клинові стійки 4 руйнують пласт, розсуваючи і вдавлюючи його. Частки ґрунту в зруйнованому шарі відчують вдавлююче і розсуваюче зусилля від впливу стійки 4. Вдавлююче зусилля викликає збільшення сил тертя і зчеплення між частками ґрунту, а розсуваюче зусилля – розкидання часток ґрунту верхніх шарів, при цьому розкидаються ті частки пласта ґрунту, на які діє розсуваюче зусилля, що перевищує силу тертя і зчеплення їх з основною масою пласта. Відповідно, верхні шари пласта розкидаються стійкою 4 з великою кінетичною енергією, і вдаряючись між собою, а також з боковими поверхнями фрезерних ножів 2 і 3, інтенсивно кришаться. Найбільш ефективно кришаться великі частки ґрунту, що мають більшу кінетичну енергію.

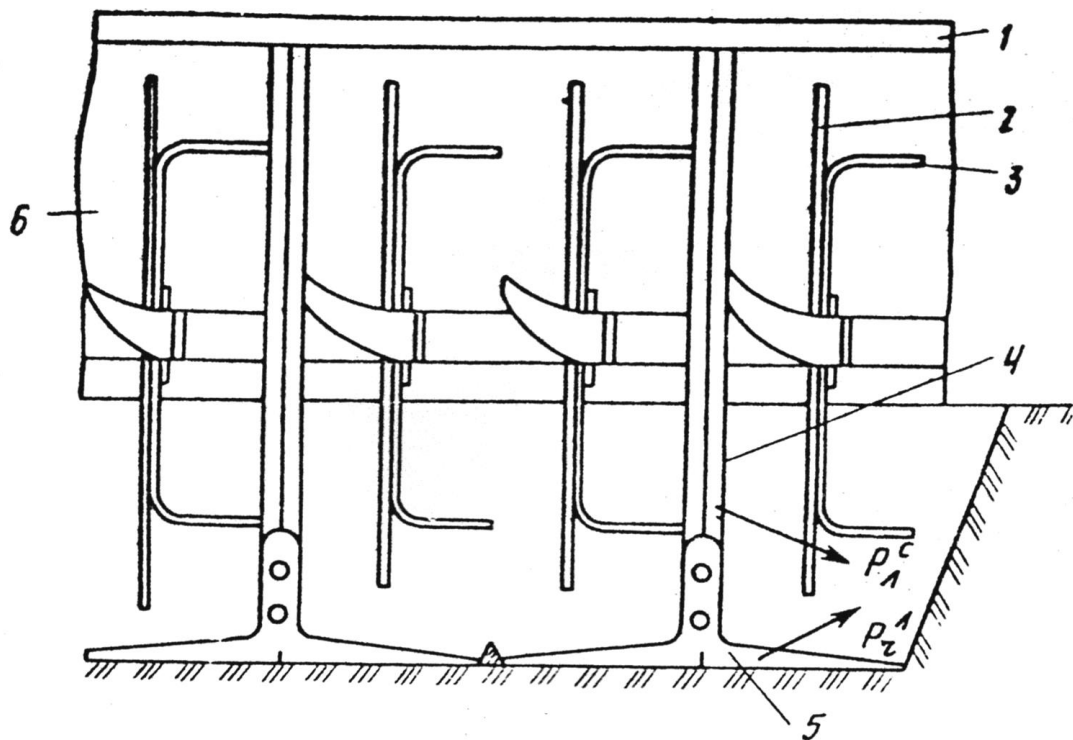


Рисунок 3.2 - Ґрунтообробна фреза

Стійки 4 і плоскоріжучі лапи 5 зміщують ґрунт до середини їх міжслідового простору, а ножі 2 і 3 фрезерного барабану перешкоджають цьому переміщенню своїми боковими поверхнями, одночасно виключаючи можливість утворення гребенів в середині міжслідового простору

плоскоріжучих робочих органів і використовуючи енергію поперечного зміщення пласта для його кришення.

Після руйнування плоскоріжучими лапами 5 пласт продовжує отримувати дію плоскоріжучих лап 5 і стійок 4 і поперечно зміщуючись до середини міжслідового простору не створюючи тиск на бокову поверхню фрезерних ножів зі сторони середини міжслідового простору. При цьому пласт створює тиск на вертикальну частину бокових поверхонь Г – подібних ножів 3 і бокову поверхню прямих ножів 2 тільки зі сторони, стійки 4 найближчої плоскоріжучої лапи 5, тобто ґрунт створює тиск на половину бокових поверхонь фрезерних ножів 2 і 3.

Складові ножі 2 і 3 на фрезерному барабані розташовані по гвинтовій лінії чи уступах так, щоб з обох сторін стійки 4 плоскоріжучої лапи 5 суміжні ножі фрезерного барабану були суміщені відносно один одного. За фрезерним барабаном встановлений вирівнюючий фартух 6.

3.2 Обґрунтування розташування фрези та плоскоріжучих лап

При розташуванні робочих органів на рамі треба забезпечити головну умову: запобігати створенню суцільного вала перед робочим органом.

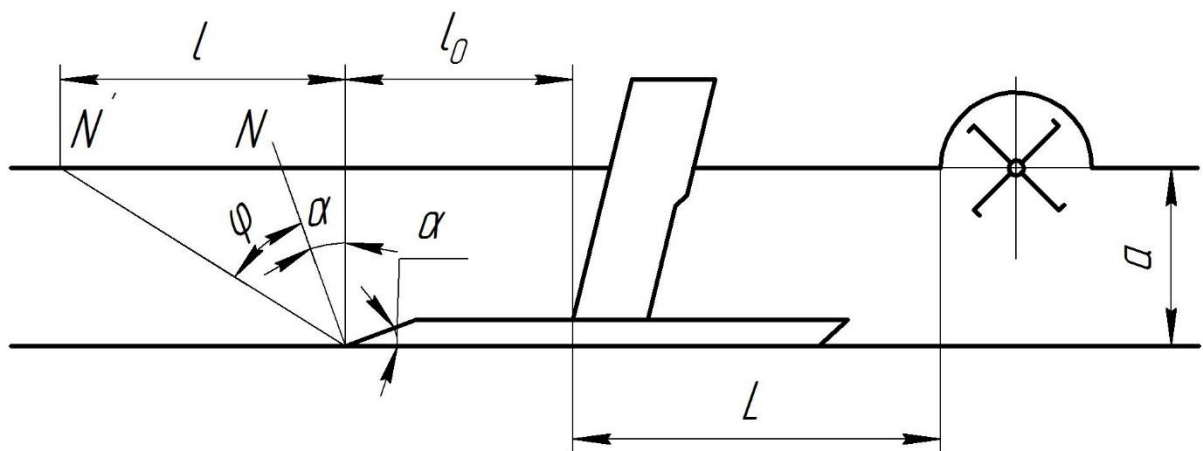


Рисунок 3.3 - Кінематична схема

Для того щоб забезпечити цю умову, яка приводить до порушення технологічного процесу, розташування робочих органів у повздовжньому напрямку виконується з умови:

$$L = l_0 + l \quad (3.1)$$

де L – відстань між робочими органами, м;
 l_0 – виліт плоскоріжучого робочого органу, м;
 l – довжина ділянки, що сколюється, м.

З розрахункової схеми запишемо:

$$L = a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi) \quad (3.2)$$

$$L = l_0 + a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi) \quad (3.3)$$

$$L = 0,2 + 0,18 \cdot \operatorname{tg}63 = 0,55 \text{ м}$$

3.3 Розрахунок основних параметрів фрези

$$\begin{cases} X_A = R \cdot \left(\frac{\omega \cdot t}{\lambda} + \cos \omega t \right), \\ Y_A = R \cdot \sin \omega t \end{cases} \quad (3.4)$$

$$\lambda = \omega \cdot R / V, \quad (3.5)$$

$$S = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{\lambda}. \quad (3.6)$$

$$S_z = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{\lambda \cdot z}, \quad (3.7)$$

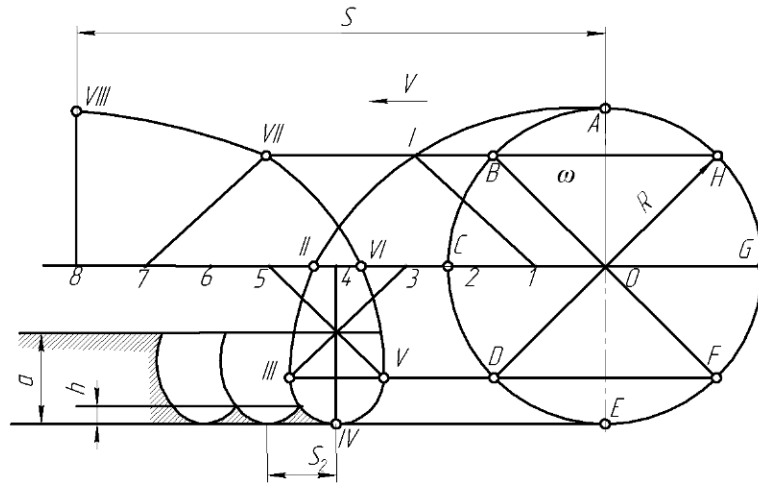


Рисунок 3.6 - Траєкторія руху ножів фрези

Для якісного подрібнення ґрунту фрези мають працювати в режимі близькому до буксування, що відповідає такому співвідношенню швидкості руху v і швидкості обертання ω при якому $v \leq \omega(P-h)$. Оскільки частота обертання барабана становить 3 – 5 об/с, то режим буксування виконується при русі з невеликою швидкістю – до 5 км/год. Наведене співвідношення показує, що із збільшенням глибини обробітку для збереження режиму буксування і малої товщини стружки швидкість руху потрібно зменшувати. Велика лінійна швидкість ножів, обумовлена високою частотою обертання барабана, є причиною того, що стружка, яка вилітає з-під барабана, маючи великий запас кінетичної енергії і вдаряючись об захисний кожух, додатково подрібнюється. Таким чином, при відповідному виборі режиму обробітку фрезерний барабан забезпечує подрібнення і переміщення ґрунту.

Недоліки фрез, що обмежують їхнє застосування такі: погане обертання ґрунту; розпилювання ґрунту; швидке спрацювання різальних елементів.

Для того, щоб забезпечити зрізання стружки максимальної товщини (max ККД) та оптимальної умов заглиблення (щоб на ніж діяла найменша сила) треба, щоб кромка ножа входила в ґрунт у самій випуклій частині траєкторії.

При цьому $\omega t = \omega t_0 = \varphi_0$

$$y=a;$$

$$V_K=0;$$

де a – глибина обробітку, м;

ω – кутова швидкість обертання барабана, рад/с.

Тоді з заданих умов маємо:

$$\sin \alpha t = R - a / R \quad (3.9)$$

При виконанні цієї умови $V_x=0$, так як напрямок абсолютної швидкості в точці – вертикальний.

$$\text{Тоді } dx/dt = V_x = V_m - R \cdot \omega \cdot \sin \alpha t_o = V_m - R \cdot \omega \cdot \sin \phi_o = 0 \quad (3.10)$$

Звідки

$$\sin \phi_o = V_m / R\omega = 1 / \lambda \quad (3.11)$$

Де кінематичний показник режиму роботи фрези:

$$\lambda = R \cdot \omega / V_m \quad (3.12)$$

З рівняння маємо

$$\lambda = R / R - a \quad (3.13)$$

$$\omega = \lambda \cdot V_m / R \quad (3.14)$$

враховуючи, що

$$\omega = \pi \cdot n / 30 \quad (3.15)$$

та прирівнюючи праві частини рівнянь отримаємо

$$\pi \cdot n / 30 = \lambda V_m / R \quad (3.16)$$

Тоді:

$$n = 30 \cdot \lambda \cdot V_m / \pi \cdot R \quad (3.17)$$

Задавши значеннями

$$a = 0,18\text{м};$$

$$\lambda=1,7;$$

$$V_M=0,80 \text{ м/с};$$

$$R=0,29\text{м}.$$

Розраховуємо частоту обертання n :

$$n = 30 \cdot 1,7 \cdot 0,80 / 3,14 \cdot 0,29 = 44,83 \text{ с}^{-1}$$

Подачу на оберт барабана можна виразити:

$$S = 2\pi \cdot R / \lambda \quad (3.18)$$

$$S = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,29 / 1,7 = 1,07 \text{ м}$$

де λ – показник кінематичного режиму роботи

R – радіус барабана, м;

Подача на ніж визначається:

$$S_z = 2\pi \cdot R / \lambda Z \quad (3.19)$$

$$S_z = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,29 / 1,7 \cdot 4 = 0,27 \text{ м}$$

3.4 Визначення потужності яка витрачається на роботу фрези

Для сільськогосподарських машин з активним приводом робочих органів комплектування агрегатів проводиться не по тяговому опору, а по потужності на привод.

Потужність, яка витрачається на роботу фрези складається

$$N = N_1 + N_2 + N_3 \quad (3.20)$$

N_1 – потужність, яка витрачається на перекочування знаряддя.

$$N_1 = F \cdot G \cdot V \cdot t \quad (3.21)$$

де F – коефіцієнт опору перекочування, $F=1,3$;

G – сила ваги, 3200 Н;

S_m – швидкість руху машини, $S_m=0,8$ м/с.

$$N_1 = 1,3 \cdot 3200 \cdot 0,8 = 3,328 \text{ кВт}$$

N_2 – потужність, яка витрачається на різання ґрунту

$$N_2 = K \cdot S_z \cdot a \cdot b \cdot z \cdot n / 60 \quad (3.22)$$

де K – коефіцієнт питомого опору ґрунту різанню $K=0,32$ Н/см²

S_z – подача на ніж, м;

a – глибина обробітки, м;

b – ширина захвату, м;

n – частота обертання барабана, с⁻¹;

z – кількість ножів, шт.

$$N_2 = 0,32 \cdot 0,27 \cdot 0,18 \cdot 2,0 \cdot 8 \cdot 45 / 60 = 0,186 \text{ кВт}$$

N_3 – потужність, яка витрачається на відкидання ґрунту ножем.

$$N_3 = EQ_n V_6^2 / 2 \quad (3.23)$$

де V_6 – колова швидкість барабана, $V_6=1,3$ м/с

E – коефіцієнт пропорційності, $E=0,8$;

Q – масова подача ґрунту в секунду, кг/с.

$$Q_n = a \cdot b \cdot V_o \cdot z \cdot x \quad (3.24)$$

де x – щільність ґрунту, 1300 кг/м^3

$$Q_n = 0,18 \cdot 2,0 \cdot 1,3 \cdot 8 \cdot 1300 = 4867, \text{ кг/с}$$

Тоді:

$$N_3 = 0,8 \cdot 4867,2 \cdot 1,69 / 2 = 3,290 \text{ кВт}$$

$$N = 3,328 + 0,186 + 3,290 = 6,8 \text{ кВт}$$

3.5 Розрахунок запобіжної муфти

Виконаємо розрахунок самокерованої кулачкової муфти (рис. 3.7).

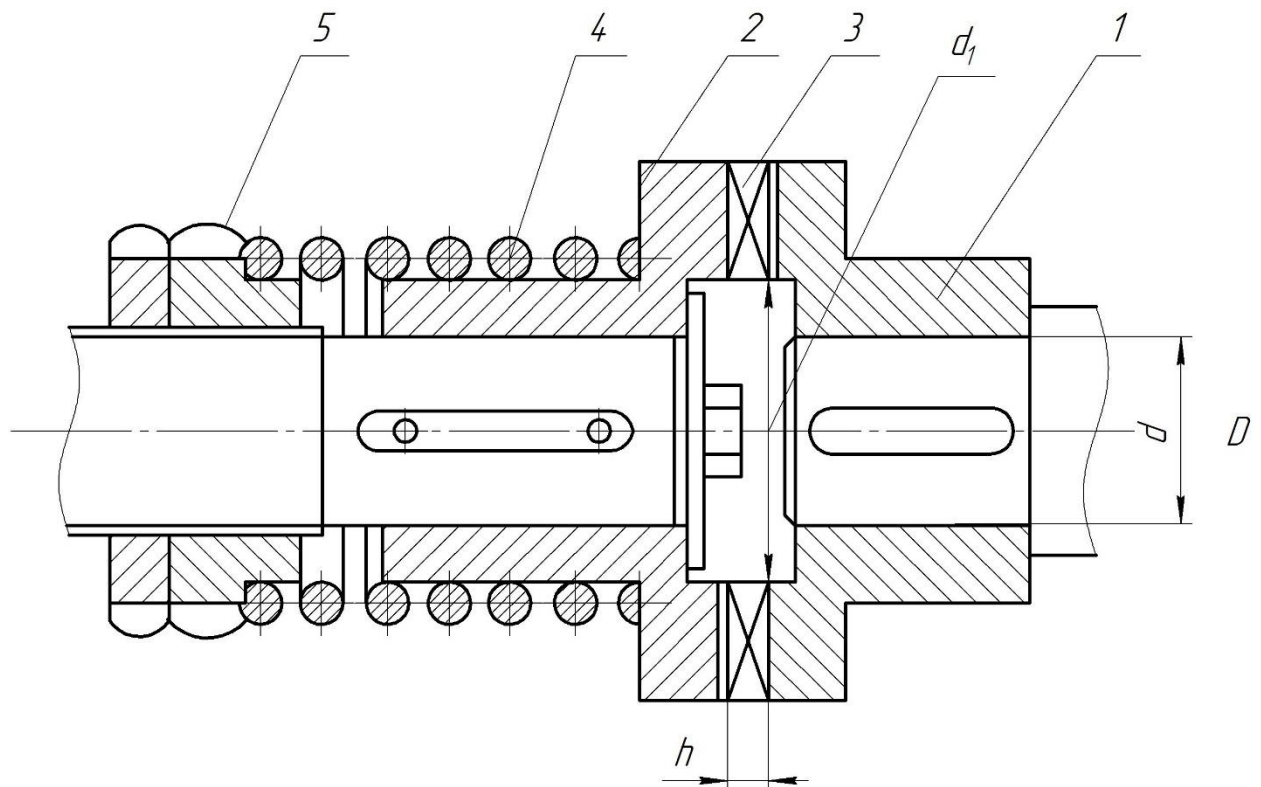


Рисунок 3.7 - Муфти кулачкової запобіжної схема

Кулачкова запобіжна муфта складається з нерухомої півмуфти і рухомої пів муфти, на торцях яких розміщені кулачки. Пружина сприяє зачепленню

кулачків і передаванню обертального моменту, значення якого залежить від сили натискання пружини, що регулюється затяжною гайкою.

Твердість поверхонь кулачків має бути 50...55 HRC.

Вихідні параметри:

- крутний момент $T = 100 \text{ Н}\cdot\text{м}$;

- діаметр вихідної ділянки вала двигуна $d = 40 \text{ мм}$;

$K_n = 1,5$.

1. Розрахунковий момент, що передається кулачками муфти

$$T_p = K_n \cdot T = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (3.25)$$

2. Конструктивно приймаємо кількість кулачків $z = 3$

3. Можливі середні діаметри кулачків

$$d_m = (1,5 \dots 2,5) d = (1,5 \dots 2,5) 40 = (60 \dots 100) \text{ мм} \quad (3.26)$$

4. Орієнтуючись на рекомендації і межі значення $\langle i_m \rangle$, приймаємо:

- зовнішній діаметр кулачків $D = 80 \text{ мм}$;

- внутрішній діаметр кулачків $d_1 = 60 \text{ мм}$;

- висота кулачків $h = 6 \text{ мм}$.

5. Перевірка кулачків муфти з умови стійкості проти спрацювання

$$\sigma_{зм} = \frac{F_1}{A} \leq [\sigma]_{зм} \quad (3.27)$$

$$\text{де } F_1 = \frac{2T_p}{d_m z} = \frac{4T_p}{(D + d_1) \cdot z};$$

$$A = h \frac{D - d_1}{2} \text{ - площа поверхні зминання}$$

Тоді матимемо

$$\sigma_{зм} = \frac{8T_p}{(D^2 - d_1^2) \cdot z \cdot h} = \frac{8 \cdot 150 \cdot 10^3}{(80^2 - 60^2) \cdot 3 \cdot 6} = 23,8 \text{ МПа} \quad (3.28)$$

Отже, міцність муфти забезпечено, оскільки

$$\sigma_{зм} = 23,8 \text{ МПа} \quad [\sigma]_{зм} \langle (35 \dots 40) \text{ МПа}$$

$$F_a = \frac{4T_p}{D + d_1} \left[\text{tg}(\alpha + \varphi) - \frac{D + d_1}{2d} f \right] \quad (3.29)$$

$$F_a = \frac{4 \cdot 150 \cdot 10^3}{80 + 60} \left[\text{tg}(30 + 6) - \frac{80 + 60}{2 \cdot 40} \cdot 0,2 \right] = 1614$$

За значенням сили F_a вибираємо стандартну пружину, що має діаметр дроту – 8 мм; зовнішній діаметр – 60 мм.

3.6 З'єднання гвинтового розрахунок

$$F = C_{y\delta} \cdot F_{ск} \quad (3.30)$$

$$F_{ск} = a \cdot b = a^2 \cdot \text{tg}\varphi + S_1 \quad (3.31)$$

$$S_1 = a \cdot k = 0,112 \cdot 0,03 = 0,0036 \quad (3.32)$$

$$F_{ск} = 0,112^2 \cdot \text{tg}30 + 0,0036 = 0,01$$

$$F = 4 \cdot 0,01 = 0,04$$

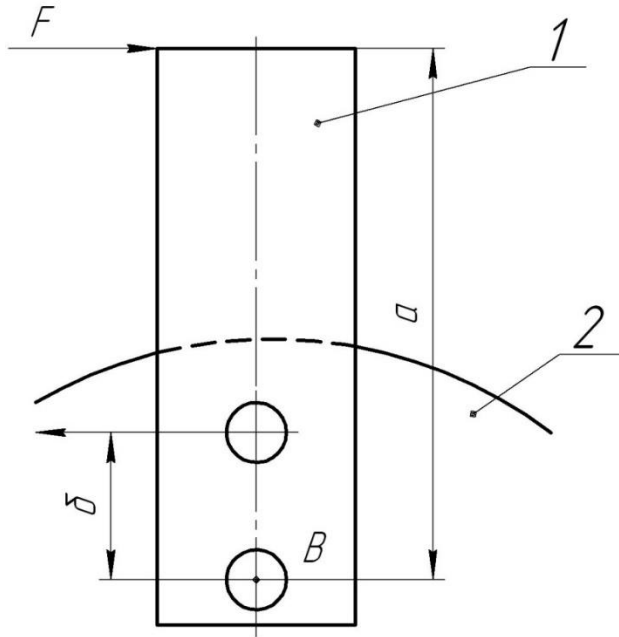


Рисунок - 3.8 З'єднання гвинтове

$$\sum M_B = 0$$

$$\sum M_B = -F \cdot a + R \cdot b = 0 \quad (3.33)$$

$$R = \frac{F \cdot a}{b} = \frac{0,04 \cdot 0,244}{0,05} = 0,1952$$

$$\tau = \frac{R}{i \cdot A} = \frac{4 \cdot R}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau] \quad (3.34)$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot R}{\pi \cdot [\tau]}}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1952}{3,14 \cdot 144}} = 1,7 \quad (3.35)$$

Висновки

В результаті проведених розрахунків обґрунтовано розташування фрези та плоскоріжучих лап. Виконано розрахунок основних параметрів фрези: визначено подачу на фрезу (1,07 м) та подачу на ніж (0,27м), визначена потужність яка витрачається на роботу фрези (6,8 кВт).

Аналіз експлуатаційних умов розробленої машини свідчить, що її ключові характеристики наближені до рівня сучасних зарубіжних аналогів відповідного класу і призначення. Впровадження модернізованої конструкції дозволяє істотно скоротити споживання паливно-мастильних ресурсів.

Застосування створеного агрегату призводить до відчутного зниження трудових витрат.

4 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. Захист навколишнього середовища

Мінімізація ерозії ґрунтів

Використання фрези має бути спрямоване на запобігання ерозії ґрунтів шляхом правильного налаштування глибини обробітку і вибору оптимальних умов для роботи. Фрези повинні працювати на оптимальній глибині, щоб не порушувати структуру ґрунту та уникати утворення «плужної підшви», що веде до ущільнення ґрунту.

Збереження органічної речовини в ґрунті

Важливо, щоб конструкція фрези сприяла не лише розпушенню, а й збереженню органічних решток у ґрунті. Надмірне подрібнення і вивертання рослинних решток може призвести до втрати гумусу, що негативно впливає на родючість ґрунту.

Контроль за забрудненням водних ресурсів

Оскільки фрези часто працюють в умовах близькості до водоемів, потрібно забезпечити, щоб використання техніки не призводило до забруднення ґрунтових вод або поверхневих водойм пестицидами, добривами чи іншими хімічними речовинами.

Зменшення шумового забруднення

Оскільки фрези працюють з високими обертами, важливо використовувати техніку, що оснащена системами гасіння вібрацій і зниження рівня шуму. Це мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей, що працюють поруч.

Зниження викидів у повітря

Для зменшення викидів в атмосферу, необхідно обирати фрези з енергоефективними приводами, а також проводити технічне обслуговування двигунів, щоб уникнути надмірних викидів шкідливих газів.

2. Охорона праці при роботі з ґрунтообробною фрезою

Безпека при експлуатації техніки

Перед початком роботи необхідно переконатися в технічному стані фрези: відсутність дефектів у конструкції, перевірка наявності захисних огорожень на рухомих частинах, наявність справних гальмівних і механічних систем. Робочі органи фрези мають бути захищені від несанкціонованого контакту з оператором.

Захист оператора від механічних пошкоджень

Оператор фрези повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту: шлемом, захисними окулярами, рукавицями, захисним одягом. Всі рухомі частини техніки повинні бути оснащені захисними кожухами, щоб запобігти травмам.

Перевірка на наявність шкідливих факторів

При роботі в умовах з підвищеним рівнем запиленості або на полі з високим рівнем забруднення, оператори повинні використовувати респіратори або маски для захисту органів дихання. Потрібно також організувати заходи для зменшення пилу, наприклад, через зрошення ґрунту.

Використання технічних засобів безпеки

Важливим є використання сигнальних пристроїв і вогнегасників, розміщених на техніці. Для попередження виникнення пожеж, особливо при роботі з фрезами на сухих ділянках, повинні бути передбачені системи автоматичного гасіння або додаткові вогнегасники.

Забезпечення безпеки при транспортуванні та зберіганні фрези

Під час транспортування та зберігання фрез необхідно враховувати вимоги до безпечного розташування техніки, щоб уникнути нещасних випадків під час підйому чи переміщення машини. При цьому необхідно застосовувати технічні засоби для надійного закріплення техніки.

Навчання та інструктажі операторів

Оператори повинні пройти навчання з техніки безпеки та охорони праці, а також регулярні інструктажі щодо безпечної експлуатації ґрунтообробних

фрез. Повинні бути проведені перевірки на наявність відповідних сертифікатів та досвіду роботи.

Правила при роботі з технікою в умовах важких погодних умов

Робота фрези в умовах дощу, сильного вітру чи низької видимості повинна бути обмежена або припинена, оскільки це може збільшити ризики нещасних випадків, механічних пошкоджень або зниження ефективності роботи.

3. Завершення роботи та післяопераційне обслуговування

Технічне обслуговування та утилізація відходів

Після кожної роботи з ґрунтообробною фрезою важливо проводити її очищення від залишків ґрунту та рослинних решток, а також перевіряти на наявність пошкоджень. Всі зношені деталі повинні бути замінені, а старі матеріали — утилізовані відповідно до екологічних норм.

Збереження екології після використання техніки

При використанні фрез для внесення добрив чи пестицидів важливо слідкувати за їхнім точним дозуванням і запобігати випадковому викиду в навколишнє середовище. Це можна забезпечити через систему автоматичного контролю внесення.

4. Вимоги до організації робочого процесу та контролю за безпекою

Планування робочого процесу

Для забезпечення безпечної та ефективної роботи фрези важливо планувати робочі процеси з урахуванням усіх технічних та екологічних вимог. Необхідно організувати чітке планування маршрутів руху техніки, щоб уникнути перехрещення з іншими машинами, а також зменшити ризик зіткнень з людьми чи тваринами на полях. У разі обробки ґрунту на великих площах потрібно використовувати систему сигналізації або радіозв'язку для координації роботи між операторами.

Контроль за станом техніки під час експлуатації

Оператори фрез повинні регулярно перевіряти роботу основних систем і вузлів машини, таких як система приводу, гідравлічні елементи, роторні

механізми та ножі. Особливу увагу слід звертати на наявність зношених або пошкоджених частин, що можуть спричинити аварію або знизити ефективність роботи. Перевірка рівня масла, пального та інших рідин є обов'язковою перед кожним робочим циклом.

Контроль за станом навколишнього середовища під час роботи

Особливо важливо забезпечити контроль за змінами погодних умов. У разі сильного дощу, снігу, вітру чи настання темного часу доби слід зупиняти роботу, оскільки погіршення видимості та змінені умови можуть збільшити ризик нещасних випадків. Крім того, у разі використання хімічних речовин, таких як пестициди чи добрива, необхідно враховувати розповсюдження хімікатів на навколишні території та запобігати їх потраплянню в водойми.

Інструктажі з безпеки праці та охорони навколишнього середовища

Оператори повинні регулярно проходити навчання щодо новітніх вимог охорони праці та навколишнього середовища. Важливо проводити інструктажі щодо екологічно чистих технологій обробки ґрунту та використання техніки, що відповідає стандартам безпеки. Крім того, інструктажі повинні охоплювати такі питання, як використання індивідуальних засобів захисту, дії у разі аварійних ситуацій та правил утилізації відходів.

Регулярне технічне обслуговування та ремонт

Постійний моніторинг технічного стану ґрунтообробних фрез є важливою складовою охорони праці та екології. Регулярне обслуговування дозволяє уникнути аварійних ситуацій, продовжити термін експлуатації техніки та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Зокрема, обов'язковим є перевірка і калібрування системи внесення добрив або хімічних речовин, щоб уникнути їх надмірного використання та забруднення.

Визначення зон безпеки навколо робочих органів фрези

Для забезпечення безпеки праці навколо ґрунтообробної фрези повинні бути визначені чіткі зони безпеки. Ці зони зазвичай позначаються спеціальними бар'єрами або знаками на території поля, де проводяться роботи.

Важливо, щоб усі працівники були поінформовані про ці зони та утримувались від перебування в них під час роботи фрези.

5. Екологічні норми і регламенти для експлуатації ґрунтообробних фрез Відповідність стандартам екологічної безпеки

Для роботи ґрунтообробних фрез на території України, Європи чи інших країн існують чітко визначені стандарти і регламенти, які стосуються викидів від техніки, використання хімічних добрив і пестицидів, а також збереження біорізноманіття. Важливо, щоб кожен агрегат відповідав вимогам до рівня викидів забруднювачів у повітря, шумового забруднення та використання ресурсів.

Системи автоматичного моніторингу і контролю

Сучасні ґрунтообробні фрези оснащуються системами автоматичного моніторингу, що дозволяє контролювати рівень шкідливих викидів, температуру роботи двигуна, рівень пального та інші параметри. Такі системи допомагають оператору вчасно реагувати на будь-які відхилення від нормальних параметрів роботи техніки та приймати заходи для зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Використання екологічно чистих рідин

Для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, особливо на ґрунт і водні ресурси, потрібно використовувати біорозкладні масла та гідравлічні рідини. Це дозволяє знизити ризик забруднення ґрунтів та вод, якщо з техніки випадково витікнуть рідини.

Утилізація та переробка відходів

Всі відходи, які виникають під час роботи з ґрунтообробними фрезами (наприклад, старі ножі, зношені деталі, витікші рідини), повинні збиратися і утилізуватися відповідно до екологічних норм. Відходи технічного обслуговування повинні бути передані на спеціалізовані підприємства для переробки або безпечного знищення.

6. Запобігання травмам та аваріям

Контроль за рухом техніки

Оператори фрез повинні постійно слідкувати за рухом техніки, уникати різких маневрів і зупинок, особливо на крутих схилах. При роботі на пагорбах або в умовах зниженого коефіцієнта зчеплення з ґрунтом (після дощу, снігу) потрібно забезпечити більшу увагу до безпеки руху.

Дії у разі аварії

Оператори повинні бути ознайомлені з порядком дій у разі аварії чи нещасного випадку: як надавати першу допомогу постраждалим, викликати медичну допомогу, забезпечити безпеку на місці аварії та відновити роботу техніки.

7. Інновації та новітні технології для покращення безпеки та екології при роботі з ґрунтообробними фрезами

Інтелектуальні системи управління

Сучасні ґрунтообробні фрези все частіше оснащуються інтелектуальними системами управління, які можуть автоматично адаптувати робочі параметри залежно від стану ґрунту, погодних умов та вимог до глибини обробітку. Такі системи допомагають мінімізувати вплив на навколишнє середовище, знижуючи енерговитрати і зменшуючи витрати на матеріали, такі як добрива або пестициди. Це дозволяє не тільки знижувати вплив на навколишнє середовище, а й підвищувати ефективність роботи.

Автоматичні системи контролю викидів

Для зменшення забруднення повітря новітні фрези оснащуються системами моніторингу та управління викидами в атмосферу, що дозволяють своєчасно виявляти будь-які відхилення від нормальних рівнів. Такі системи автоматично коригують параметри двигуна, пального і системи фільтрації, щоб мінімізувати викиди шкідливих газів. У деяких випадках для роботи застосовуються електричні або гібридні фрези, що значно знижують викиди вуглекислого газу та інших забруднювачів.

Використання екологічно чистих палив

Одним із напрямків для зменшення негативного впливу на екологію є перехід до використання екологічно чистих видів палива, таких як біопаливо

або природний газ. Використання таких джерел енергії сприяє значному зниженню рівня викидів шкідливих газів в атмосферу порівняно з традиційними дизельними двигунами.

Модульні системи для зниження шумового забруднення

Для зниження шумового забруднення при роботі фрез розробляються спеціальні модульні системи, що зменшують рівень шуму до мінімуму. Це досягається за допомогою використання ізоляційних матеріалів, додаткових глушників та технологій, що знижують вібрації.

Безпілотні технології та автоматизація процесів

Впровадження безпілотних ґрунтообробних фрез може суттєво змінити підхід до обробітки ґрунтів. Завдяки автоматизації процесів обробітки знижується людська участь, що мінімізує ризик виникнення аварійних ситуацій. Більше того, такі фрези можуть працювати в умовах, коли людина не може бути присутня через небезпеку, наприклад, в умовах підвищеного рівня забруднення повітря або складного рельєфу.

Екологічне зрошення для зменшення пилу

Одна з важливих проблем при роботі з фрезами — це утворення пилу, що може негативно впливати на здоров'я людей і тварин, а також на якість повітря. Для зменшення пиловиділення застосовуються технології екологічного зрошення ґрунту перед обробіткою, що дозволяє значно знизити рівень пилу і підвищити ефективність роботи фрези.

8. Механізми зворотного зв'язку та контроль результатів роботи

Системи моніторингу та зворотного зв'язку

Важливим елементом сучасних ґрунтообробних фрез є системи зворотного зв'язку, які дозволяють оператору отримувати дані про стан техніки, рівень ефективності обробітки ґрунту та навіть прогнози про те, як оптимізувати роботу техніки в реальному часі. Це дозволяє зменшити витрати на енергію та матеріали, а також підвищити точність і ефективність обробітки.

Аналіз результатів обробітки

Сучасні фрези можуть бути оснащені датчиками, які фіксують результат кожного обробітку ґрунту, дозволяючи оцінити його структуру та характеристики. Такі технології допомагають при складанні агротехнічних карт, що дозволяє оптимізувати процеси обробітку, поліпшити родючість ґрунту і зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище.

9. Перспективи розвитку технологій ґрунтообробних фрез з урахуванням екологічних та безпекових вимог

Зростання попиту на екологічно чисті технології

Зі зростанням екологічної свідомості та посиленням вимог до захисту навколишнього середовища, попит на екологічно чисті фрези буде тільки зростати. Розвиток технологій, які мінімізують негативний вплив на природу, дозволить аграріям скоротити витрати на енергоресурси та підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва.

Інтеграція ґрунтообробних фрез з аграрними дронними системами

В перспективі можливе інтегрування ґрунтообробних фрез з аграрними дронними системами для автоматизованого моніторингу стану ґрунтів. Такі дрони зможуть постійно стежити за ефективністю роботи фрези і на основі даних коригувати її робочі параметри для досягнення максимального результату з мінімальним впливом на довкілля.

Створення автономних та адаптивних ґрунтообробних фрез

У майбутньому можна очікувати розвиток адаптивних систем, які можуть автоматично налаштовувати роботу фрези в залежності від конкретних умов ґрунту, погодних умов та інших змінних факторів. Це дозволить знизити потребу в ручному налаштуванні і забезпечити максимальну точність та ефективність обробітку.

10. Заключні рекомендації для ефективної та безпечної експлуатації ґрунтообробних фрез

Регулярне технічне обслуговування та моніторинг стану фрези допомагає зберегти її в робочому стані, а також мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Впровадження новітніх технологій управління, що дозволяють автоматизувати процеси та знижувати витрати енергоресурсів, стане ключовим фактором для досягнення екологічних стандартів у сільському господарстві.

11. Розвиток норм і стандартів для ґрунтообробних фрез в Україні та світі

Національні та міжнародні стандарти безпеки і екології

У більшості країн, зокрема в Україні, поступово вводяться нові норми та регламенти для сільськогосподарської техніки, в тому числі для ґрунтообробних фрез. Ці стандарти стосуються як безпеки праці, так і екологічного впливу на навколишнє середовище. В Україні це питання регулюється через технічні регламенти та екологічні норми, що постійно оновлюються відповідно до міжнародних стандартів, таких як ISO 9001, ISO 14001 та інших.

Європейський досвід у розробці стандартів

Європейські країни, зокрема Німеччина, Франція та Нідерланди, відомі своїми високими стандартами для сільськогосподарської техніки. Вони мають чітко визначені вимоги до шуму, викидів CO₂ та інших забруднювачів, а також впроваджують заходи для контролю за використанням хімічних засобів та оптимізації споживання енергії.

Програми з підтримки екологічно чистих технологій

Європейський Союз активно підтримує ініціативи, спрямовані на зменшення екологічного сліду сільськогосподарських машин, зокрема через субсидії на придбання техніки з низькими викидами та підвищеними екологічними характеристиками. Ці програми можуть стати важливими для стимулювання українських аграріїв до оновлення парку техніки з акцентом на зменшення впливу на навколишнє середовище.

Сприяння розвитку "зеленої" техніки

У межах міжнародних угод щодо зміни клімату, таких як Паризька угода, дедалі більше уваги приділяється "зеленим" технологіям у сільському

господарстві. Грунтообробні фрези, які зменшують викиди забруднювачів та ефективно використовують ресурси, можуть отримати значну підтримку з боку міжнародних організацій і держав.

12. Проблеми та перспективи розвитку грунтообробних фрез в умовах змін клімату

Зміни клімату та їх вплив на агрономічні умови

Зміни клімату, які спричиняють посухи, зміни температурних режимів і коливання опадів, вимагають від аграріїв адаптації технологій обробітку ґрунту. Грунтообробні фрези повинні бути здатними працювати в умовах зміненої вологості ґрунту, що може вплинути на ефективність обробітку та необхідність додаткового налаштування техніки для кожного конкретного випадку.

Оптимізація використання води та енергії

Зважаючи на зменшення водних ресурсів у деяких регіонах, стає важливою задачею оптимізації використання води під час агрономічних процесів. Грунтообробні фрези можуть бути оснащені системами, які забезпечують точний контроль над рівнем вологості ґрунту, щоб мінімізувати витрати води, а також автоматично налаштовувати робочі параметри в залежності від рівня зволоження.

Адаптація до нових сільськогосподарських культур

Зі змінами клімату змінюється також спектр сільськогосподарських культур, що вирощуються. Для ефективного обробітку нових видів рослин грунтообробні фрези повинні бути здатні адаптуватися до різних типів ґрунтів та культур. Наприклад, для роботи з більш глибоко укорінюваними культурами, такими як певні види овочів чи дерев, необхідно удосконалити конструкцію фрез для забезпечення глибшого обробітку та оптимальних умов для розвитку кореневої системи.

Енергоефективність та альтернативні джерела енергії

Зростаючий попит на зменшення споживання енергії та перехід на відновлювальні джерела енергії підштовхують розробку грунтообробних

фрез, які використовують альтернативні джерела енергії, такі як сонячні панелі або вітрові турбіни для забезпечення електричної енергії для додаткових систем управління та моніторингу.

13. Рекомендації щодо подальших досліджень і розробок у сфері ґрунтообробних фрез

Удосконалення конструкцій для зменшення механічного навантаження на ґрунт. Необхідно розробляти нові конструкції робочих органів ґрунтообробних фрез, які б зменшували механічне навантаження на ґрунт. Це дозволить зберегти структуру ґрунту та його біорізноманіття, забезпечивши при цьому високу ефективність обробітку.

Розвиток систем автоматичного налаштування робочих параметрів

Дослідження в напрямку вдосконалення автоматичних систем управління, які б у реальному часі коригували параметри роботи фрези в залежності від змінних умов, зокрема вологості, температури та складу ґрунту, дозволить значно підвищити ефективність роботи та зменшити витрати ресурсів.

Інтеграція із сільськогосподарськими платформами для моніторингу

Важливим напрямком є інтеграція ґрунтообробних фрез з аграрними платформами для моніторингу стану поля. Це дозволить не лише відстежувати ефективність обробітку, а й отримувати цінну інформацію для планування наступних агротехнічних заходів, оптимізуючи витрати на добрива, пестициди та воду.

Удосконалення екологічних аспектів

Необхідно продовжити дослідження в сфері зменшення впливу ґрунтообробних фрез на навколишнє середовище, зокрема на якість повітря, води та ґрунту. Це включає в себе розробку нових матеріалів, що використовуються в конструкції фрез, а також впровадження нових систем фільтрації та зниження викидів.

Висновки

Дотримання вимог з охорони навколишнього середовища та безпеки праці є критично важливим аспектом при роботі з ґрунтообробними фрезами. Важливо, щоб усі етапи роботи — від підготовки техніки до експлуатації і післяопераційного обслуговування — відповідали не тільки технічним стандартам, а й сучасним вимогам екологічної безпеки та захисту здоров'я операторів.

У майбутньому ґрунтообробні фрези стануть ще більш універсальними і адаптивними, здатними працювати в різноманітних умовах та мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Технології, що забезпечують автоматизацію процесів, зменшення енергоспоживання, інтеграцію з безпілотними системами та точне налаштування робочих параметрів, дозволять не лише покращити ефективність роботи, але й забезпечити сталий розвиток сільського господарства.

Завдяки постійному удосконаленню технічних характеристик ґрунтообробних фрез та їх адаптації до змінюваних умов, аграрії матимуть можливість досягати високих урожаїв, зберігаючи природні ресурси та знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

5 ПРОЕКТУ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНЕ

Оцінка економічної ефективності модернізованої фрези

Аналіз економічної ефективності модернізованої фрези включає в себе кілька важливих етапів, на кожному з яких враховуються різні аспекти, які безпосередньо впливають на витрати та доходи сільськогосподарського підприємства. Оцінка економічної ефективності не обмежується лише прямими витратами на обробіток ґрунту, але також охоплює такі аспекти, як витрати на паливо, робочу силу, знос техніки, а також потенційне збільшення урожайності, яке може бути досягнуте за рахунок покращення якості обробітку ґрунту.

1. Зниження витрат на експлуатацію

Модернізація ґрунтообробної фрези здебільшого орієнтована на зменшення витрат пального та збільшення ефективності використання енергії. Сучасні фрези, оснащені новими типами двигунів і більш ефективними трансмісіями, здатні працювати з меншими витратами пального, що є суттєвим фактором для аграріїв, особливо в умовах зростання цін на енергоносії. Крім того, впровадження системи рекуперації енергії або гібридних технологій дозволяє додатково знижувати витрати на паливо.

Зниження витрат на паливо також може бути забезпечене за рахунок оптимізації режимів роботи фрези та автоматичного регулювання глибини обробітку в залежності від типу ґрунту. Це дозволяє мінімізувати зайві витрати енергії, зменшуючи навантаження на техніку та знижуючи її експлуатаційні витрати.

2. Зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт

Модернізація фрези також передбачає покращення її надійності, що прямо впливає на зниження витрат на обслуговування та ремонт. Використання сучасних матеріалів, зокрема для виготовлення робочих органів і компонентів, дозволяє значно знизити знос деталей та забезпечити більш тривалий строк служби техніки. Це веде до зменшення частоти ремонту і

потреби у заміні деталей, що, в свою чергу, знижує витрати на підтримку техніки в робочому стані.

Оновлені фрези також можуть бути оснащені системами моніторингу, що дозволяють своєчасно визначити необхідність технічного обслуговування або заміни зношених компонентів, що додатково знижує ризики несправностей та простоїв.

3. Підвищення продуктивності та ефективності обробітку

Одним із ключових факторів, що підвищує економічну ефективність модернізованих фрез, є їх здатність працювати з високою продуктивністю при збереженні або покращенні якості обробітку ґрунту. Сучасні фрези забезпечують більш рівномірне та глибоке оброблення ґрунту, що має позитивний вплив на розвиток кореневої системи рослин і, відповідно, на урожайність.

Завдяки підвищеній точності і можливості адаптації до різних агрономічних умов (різний тип ґрунту, вологості, тип культур тощо), модернізовані фрези можуть значно збільшити ефективність обробітку на великих площах. Це дозволяє скоротити час, необхідний для виконання робіт, і забезпечити своєчасний обробіток ґрунту, що є важливим для досягнення максимальних результатів у сільському господарстві.

4. Рентабельність та економічний ефект від покращеної технології

Модернізовані фрези, завдяки своїй високій ефективності, можуть значно покращити рентабельність аграрного виробництва. Вища продуктивність та знижені витрати на експлуатацію дозволяють аграріям зменшити собівартість продукції, підвищити їх конкурентоспроможність на ринку та збільшити доходи від продажу сільськогосподарської продукції.

Оцінка економічного ефекту від модернізації фрези також включає порівняння з іншими способами обробітку ґрунту, такими як традиційні методи, де використовуються інші типи техніки або ручна праця. В цьому контексті модернізація фрези є вигідною інвестицією, оскільки дозволяє досягти значно більшої ефективності за менші витрати.

5. Врахування екологічних факторів

Важливим аспектом є також екологічна складова економічної ефективності. Модернізовані фрези, які враховують вимоги до зниження викидів, зменшення ерозії ґрунту та використання менше пестицидів, допомагають аграріям дотримуватися екологічних стандартів та отримувати державні субсидії або інші форми підтримки. Це є додатковим економічним вигодами для підприємств, які впроваджують такі технології.

Основні значення розрахункові приведені в додатку 1

Б	П
$K_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{200}{0,53} = 377,35 \text{ год.}$	$K_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{200}{0,61} = 327,86 \text{ год.}$

(5.1)

ВП:

Б	П
$V_{П} = 377,35 \text{ год.}$	$V_{П} = 327,86 \text{ год.}$

(5.2)

$$П = \frac{C_T}{W_{ГОД}} \cdot K_1 \cdot K, \quad (5.3)$$

Б	П
$П = 186,79 \text{ грн./га}$	$П = 162,29 \text{ грн./га}$

Б	П
$T: A_{ТР} = \frac{194000 \cdot 15}{200 \cdot 1000 \cdot 0,53} = 27,45 \text{ грн/га}$	$A_{ТР} = \frac{194000 \cdot 15}{200 \cdot 1000 \cdot 0,61} = 23,85 \text{ грн/га}$

$$\Phi: A_M = \frac{17500 \cdot 12}{200 \cdot 500 \cdot 0,53} = 3,96 \text{ грн/га} \quad A_M = \frac{18700 \cdot 12}{200 \cdot 500 \cdot 0,61} = 3,67 \text{ грн/га}$$

В ПММ

Б

$$B_{\text{ПММ}} = 372 \text{ грн./га}$$

П

$$B_{\text{ПММ}} = 342 \text{ грн./га}$$

$$B = \frac{B_B \cdot (\alpha_{TO} + \alpha_3 + \alpha_{TP})}{100 \cdot K_{HG} \cdot W_{ГОД}}, \quad (5.4)$$

Б

$$\Gamma: B_{TP} = \frac{194000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{200 \cdot 377,55 \cdot 0,53} = 93,07 \text{ грн./га}$$

П

$$B_{TP} = \frac{194000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{200 \cdot 327,86 \cdot 0,61} = 93,12 \text{ грн./га}$$

Б

$$\Phi: B_M = \frac{17500 \cdot (8 + 0,2)}{200 \cdot 377,55 \cdot 0,53} = 3,58 \text{ грн/га}$$

П

$$B_M = \frac{18700 \cdot (8 + 0,2)}{200 \cdot 327,86 \cdot 0,61} = 3,83 \text{ грн/га}$$

Б

$$E_B = 186,79 + 31,41 + 372 + 96,65 = 686,85 \text{ грн/га}$$

П

$$E_B = 162,29 + 27,52 + 342 + 96,95 = 628,76 \text{ грн/га}$$

Експлуатаційні витрати на весь обсяг роботи:

Б

П

$$E_{\Sigma} = 137370 \text{ грн.}$$

$$E_{\Sigma} = 125752 \text{ грн.}$$

Б

П

$$T: K_B = \frac{B_B}{W_{CEZ}} = \frac{194000}{200} = 970 \text{ грн/га}$$

$$K_B = \frac{194000}{200} = 970 \text{ грн/га}$$

$$\Phi: K_B = \frac{17500}{200} = 87,5 \text{ грн/га}$$

$$K_B = \frac{18700}{200} = 93,5 \text{ грн/га}$$

Б

$$П_B = 686,85 + 0,15 \cdot 1057,5 = 845,47 \text{ грн./га}$$

П

$$П_B = 628,76 + 0,15 \cdot 1063,5 = 788,28 \text{ грн./га}$$

Б

$$П_{B\Sigma} = 169094 \text{ грн.}$$

П

$$П_{B\Sigma} = 157656 \text{ грн.}$$

$$E_E = 169094 - 157656 = 11438 \text{ грн.}$$

Капітальних витрат окупність

$$N = 0,1 \text{ р}$$

Показники приведені в додатку 2

Модернізація ґрунтообробних фрез дозволяє значно знизити витрати на паливо завдяки впровадженню більш потужних та енергоефективних двигунів, а також удосконаленим системам управління. Це забезпечує економію енергії та зменшує загальні витрати на експлуатацію техніки.

Покращення конструкції фрез, використання новітніх матеріалів і технологій сприяє зменшенню зносу деталей і підвищенню надійності техніки. Це дозволяє знижувати витрати на регулярне обслуговування та ремонти, збільшуючи час безперебійної роботи та довговічність фрези.

Висновки

Модернізовані фрези забезпечують високу продуктивність при збереженні або покращенні якості обробітку ґрунту. Вища точність обробітку дозволяє оптимізувати умови для розвитку кореневої системи рослин, що може призвести до збільшення врожайності і, відповідно, підвищення доходу аграрієм.

Завдяки модернізації фрези аграрії можуть зменшити собівартість обробітку землі, підвищити ефективність використання ресурсів і оптимізувати робочі процеси. Це дозволяє значно збільшити рентабельність аграрного бізнесу, що є важливим чинником для забезпечення його сталого розвитку.

Модернізація фрез не лише підвищує економічну ефективність, але й має позитивний екологічний ефект. Використання техніки з низьким рівнем викидів, зниження ерозії ґрунтів і покращення структури землі сприяє збереженню навколишнього середовища. Крім того, підвищена безпека та

зменшення ризиків для здоров'я працівників є важливими аспектами модернізації сільськогосподарської техніки.

Враховуючи постійний розвиток технологій, подальша модернізація ґрунтообробних фрез дозволить досягти ще більшої економічної ефективності. Вдосконалення автоматизації, інтеграція з сучасними аграрними платформами та застосування відновлювальних джерел енергії відкривають нові можливості для зменшення витрат та підвищення ефективності в сільському господарстві.

Ефект складатиме 11438грн., а окупність 0,1 р.

ВИСНОВКИ ЗАГАЛЬНІ

1. Аналіз діяльності сільськогосподарського підприємства показує стабільну врожайність культур та ефективне використання технічних засобів. Проте для забезпечення подальшого зростання та конкурентоспроможності на ринку необхідно: модернізувати техніку та впроваджувати новітні технології; впроваджувати сталий розвиток і підвищувати екологічну відповідальність. Ці кроки дозволять підприємству досягти високих результатів у майбутньому, зберігаючи сталий розвиток і ефективність виробництва.

2. Проведений аналіз існуючих конструкцій ґрунтообробних фрез свідчить про значну різноманітність технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності обробітку ґрунту. Основні напрями удосконалення цих машин зосереджені на покращенні якості обробітку, зниженні енергоспоживання, підвищенні надійності та адаптації до різних агротехнічних умов. Серед конструктивних особливостей найбільш поширеними є фрези з горизонтальним та вертикальним розташуванням робочих органів, які відрізняються за принципом дії, глибиною обробітку та ступенем розпушення ґрунту. Окрему увагу заслуговують конструкції, що поєднують фрезерування з додатковими технологічними операціями, такими як внесення добрив або вирівнювання поверхні поля, що сприяє зменшенню кількості проходів техніки та покращенню агротехнічних показників. Разом з тим, більшість сучасних фрез мають обмеження щодо обробітку важких та перезволожених ґрунтів, що обумовлює потребу в подальшому вдосконаленні конструкцій та розробці нових рішень, орієнтованих на підвищення універсальності та енергоефективності машин.

В результаті проведеного літературного та патентного пошуку прийнято рішення розробити конструкцію фрези взявши за основу авторське свідоцтво № 1545964.

3. В результаті проведених розрахунків обґрунтовано розташування

фрези та плоскоріжучих лап. Визначена потужність яка витрачається на роботу фрези, приведено розрахунок основних параметрів фрези. Виконано розрахунок самокерованої кулачкової муфти, що дозволить уникнути поломок робочих органів при зустрічі з перешкодами, а також при виникненні особливих умов в роботі машини. Аналіз експлуатаційних умов розробленої машини свідчить, що її ключові характеристики наближені до рівня сучасних зарубіжних аналогів відповідного класу і призначення. Впровадження модернізованої конструкції дозволяє істотно скоротити споживання паливно-мастильних ресурсів. Застосування створеного агрегату призводить до відчутного зниження трудових витрат.

4. Дотримання вимог з охорони навколишнього середовища та безпеки праці є критично важливим аспектом при роботі з ґрунтообробними фрезами. Важливо, щоб усі етапи роботи — від підготовки техніки до експлуатації і післяопераційного обслуговування — відповідали не тільки технічним стандартам, а й сучасним вимогам екологічної безпеки та захисту здоров'я операторів.

У майбутньому ґрунтообробні фрези стануть ще більш універсальними і адаптивними, здатними працювати в різноманітних умовах та мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Технології, що забезпечують автоматизацію процесів, зменшення енергоспоживання, інтеграцію з безпілотними системами та точне налаштування робочих параметрів, дозволять не лише покращити ефективність роботи, але й забезпечити сталий розвиток сільського господарства.

Завдяки постійному удосконаленню технічних характеристик ґрунтообробних фрез та їх адаптації до змінюваних умов, аграрії матимуть можливість досягати високих урожаїв, зберігаючи природні ресурси та знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

5. Модернізовані фрези забезпечують високу продуктивність при збереженні або покращенні якості обробітку ґрунту. Вища точність обробітку дозволяє оптимізувати умови для розвитку кореневої системи рослин, що

може призвести до збільшення врожайності і, відповідно, підвищення доходу аграрієм. Завдяки модернізації фрези аграрії можуть зменшити собівартість обробітку землі, підвищити ефективність використання ресурсів і оптимізувати робочі процеси. Це дозволяє значно збільшити рентабельність аграрного бізнесу, що є важливим чинником для забезпечення його сталого розвитку. Модернізація фрез не лише підвищує економічну ефективність, але й має позитивний екологічний ефект. Використання техніки з низьким рівнем викидів, зниження ерозії ґрунтів і покращення структури землі сприяє збереженню навколишнього середовища. Крім того, підвищена безпека та зменшення ризиків для здоров'я працівників є важливими аспектами модернізації сільськогосподарської техніки. Враховуючи постійний розвиток технологій, подальша модернізація ґрунтообробних фрез дозволить досягти ще більшої економічної ефективності. Вдосконалення автоматизації, інтеграція з сучасними аграрними платформами та застосування відновлювальних джерел енергії відкривають нові можливості для зменшення витрат та підвищення ефективності в сільському господарстві.

Ефект складатиме 11438грн., а окупність 0,1 р.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Гроза, М. О. Основи механізації аграрного виробництва. – Київ: Урожай, 2012. – 352 с.
2. Белкін, М. М. Ґрунтообробні машини і обладнання. – Харків: Інжек, 2016. – 280 с.
3. Захаренко, І. О. Механізація аграрного виробництва: технології та техніка. – Львів: СІПІ, 2018. – 465 с.
4. Корнєєв, В. В. Теоретичні основи роботи ґрунтообробної техніки. – Київ: Наукова думка, 2015. – 312 с.
5. Мищенко, В. І. Основи агротехніки: поверхневий обробіток ґрунту. – Одеса: Астропринт, 2017. – 256 с.
6. Кузьменко, О. А. Техніка та технології для обробітку ґрунту. – Київ: Вища школа, 2014. – 298 с.
7. Петров, А. П. Принципи роботи активних робочих органів для ґрунтообробних машин. – Москва: Агропромиздат, 2019. – 180 с.
8. Шевченко, А. В. Модернізація та вдосконалення активних робочих органів у сільськогосподарських машинах. – Черкаси: ЧДУ, 2020. – 224 с.
9. Яковенко, С. І. Техніка обробітку ґрунту та її ефективність. – Київ: Академія, 2013. – 340 с.
10. Петрова, І. М. Сучасні тенденції в технологіях поверхневого обробітку ґрунту. – Харків: Фоліо, 2021. – 214 с.
11. Сенченко, М. С. Механізація поверхневого обробітку ґрунту: новітні технології та інновації. – Київ: Техніка, 2022. – 310 с.
12. Рибак, А. П. Технічні засоби для поверхневого обробітку ґрунту: теорія та практика. – Харків: Прапор, 2018. – 267 с.
13. Головка, В. М. Проектування ґрунтообробних машин. – Дніпро: Дніпропетровський університет, 2015. – 348 с.
14. Федоренко, В. О. Ефективність використання активних робочих органів в аграрному виробництві. – Одеса: Одеська національна академія,

2017. – 280 с.

15. Гавриленко, О. І. Перспективи розвитку технологій обробітку ґрунту з використанням новітніх машин. – Київ: Університет менеджменту, 2020. – 295 с.

16. Черниш, В. Л. Теоретичні основи механізації обробітку ґрунту. – Львів: ЛНУ, 2014. – 300 с.

17. Коваленко, В. І. Динаміка роботи активних робочих органів у ґрунтообробних машинах. – Харків: Вища освіта, 2016. – 245 с.

18. Іванов, С. М. Новітні методи обробітку ґрунту для підвищення родючості. – Черкаси: Черкаський університет, 2019. – 220 с.

19. Тимошенко, Р. П. Конструювання активних робочих органів ґрунтообробної техніки. – Київ: Наукова думка, 2017. – 190 с.

20. Маляренко, О. С. Механізми та технології поверхневого обробітку ґрунту в аграрному секторі. – Чернігів: ЧНТУ, 2021. – 258 с.

21. Петров, М. І. Теоретичні основи конструкцій ґрунтообробних машин. – Харків: ХНТУ, 2016. – 225 с.

22. Лаврентьєв, В. В. Основи технології обробітку ґрунту в умовах сучасного сільського господарства. – Одеса: Аграрна освіта, 2018. – 330 с.

23. Сидоренко, І. О. Використання активних робочих органів для збереження родючості ґрунтів. – Київ: Вища школа, 2019. – 260 с.

24. Іщенко, В. М. Сучасні ґрунтообробні машини: проектування, конструкція, ефективність. – Львів: ЛДУ, 2020. – 315 с.

25. Степаненко, В. О. Інноваційні технології поверхневого обробітку ґрунту для підвищення врожайності. – Черкаси: ЧДТУ, 2021. – 350 с.

26. Кравченко, Ю. О. Обробіток ґрунту та технології сільськогосподарського виробництва. – Харків: НТУ, 2022. – 280 с.

27. Горбатенко, С. А. Технологічні системи для обробітку ґрунту в аграрних підприємствах. – Київ: Урожай, 2017. – 310 с.

28. Захарова, М. О. Основи теорії роботи ґрунтообробної техніки. – Одеса: ОНУ, 2018. – 275 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			серійна	модернізована
1	Річний обсяг роботи	га	200	200
2	Продуктивність	га/год.	0,53	0,61
3	Витрати ПММ	кг/га	6,2	5,7
4	Вартість:	грн.		
	- трактора		194000	194000
	- фреза		17500	18700
	- всього		211500	212700
5	Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	1	1

Додаток 2

Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	поверхневий обробіток	
2	Об'єм роботи, га	200	200
3	Склад агрегата: трактор фреза	МТЗ-82 Ф-2	МТЗ -82 Ф-2М
4	Продуктивність, га/год	0,53	0,61
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	377,35	327,86
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Витрати праці, люд.·год/га	377,35	327,86
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	60	60
10	Норма витрати пального, кг/га	6,2	5,7
11	Балансова вартість, грн: трактора машини	194000 17500	194000 18700
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	60	60
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б. Амортизаційні відрахування: -всього в. Витрати на ПММ г. Витрати на ТО, ТР, зберігання, -всього	686,85 186,79 31,41 372 96,65	628,76 162,29 27,52 342 96,95
14	Капітальні вкладення, грн/га	1057,5	1063,5
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	845,47 169094	788,28 157656
16	Річний економічний ефект, грн		11438
17	Строк окупності, років		0,1