

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет аграрних технологій та екології

(повне найменування факультету)

Кафедра лісового господарства

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

Особливості використання лісової фрези із збірним барабаном та механізмом додаткового притискання для твердих та задернілих ґрунтів

спеціальність 205 Лісове господарство

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Лісове господарство»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ЛГЗ-41

КРЕЧИК Євгеній Анатолійович

(підпис)

Керівник:

К.т.н, доцент

ДАЦЮК Леонід Миколайович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«___» _____ 2026 р.

к.с.-г.н., доцент,

гарант освітньої програми:

ВОЛЯНСЬКИЙ Віктор Олександрович

(підпис)

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультета аграрних технологій та екології

Кафедра лісового господарства

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 20 Аграрні науки і продовольство

Спеціальність: 205 Лісове господарство

Освітня програма: «Лісове господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В. Волянський

«___» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кречуку Євгенію Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Особливості використання лісової фрези із збірним барабаном та механізмом додаткового притискування для твердих та задернілих ґрунтів

Керівник роботи: *Дацюк Леонід Миколайович, к.т.н., доцент*

затверджені наказом закладу вищої освіти від «03» лютого 2026 р. №65/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «10» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Тип машини – мобільна. 2. Енергетичний засіб – двигун Д-65.

3. Потужність на привод – 42 кВт. 4. Коефіцієнт використання робочого часу – 0,85.

5. Обслуговує один оператор.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):
Вступ

1. Розділ 1. ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

2 Розділ 2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3. Розділ 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОЗРОБЛЕНОЇ МАШИНИ

Висновки та рекомендації.

Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

Відомості про природно-кліматичну зону

Аналіз конструкції машин аналогів та машин, що взаємодіють з проектованою

Вихідні дані для проектування

2 Функціональна схема

3. Кінематична схема

4. Принципова схема

5. Дослідження процесу роботи лісового агрегату з фрезою

6. Рекомендації з експлуатації розробленої машини

Висновки та практичні пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Розділ 1,2,3</i>	<i>Дацюк Л.М.</i>		

7. Дата видачі завдання «03» лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Обґрунтування теми</i>	<i>03.02.2026 р.</i>	
2	<i>1. Розділ 1. ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА</i>	<i>18.04.2026 р.</i>	
3	<i>2 Розділ 2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА</i>	<i>02.05.2026 р.</i>	
4	<i>3. Розділ 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОЗРОБЛЕНОЇ МАШИНИ</i>	<i>16.05.2026 р.</i>	
5	<i>Висновки та рекомендації</i>	<i>19.05.2026 р.</i>	
6	<i>Формування списку використаних джерел</i>	<i>21.05.2026 р.</i>	
7	<i>Формування додатків</i>	<i>23.05.2026 р.</i>	
8	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>26.05.2026 р.</i>	
9	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	<i>30.05.2026 р.</i>	
10	<i>Представлення кваліфікаційної роботи до захисту</i>	<i>10.06.2026 р.</i>	

Здобувач вищої освіти

(підпис)*Кречик Є.А.*

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)*Дацюк Л.М.*

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кречик Є.А. Особливості використання лісової фрези із збірним барабаном та механізмом додаткового притискання для твердих та задернілих ґрунтів: кваліфікаційна робота бакалавра: 205 – Лісове господарство / наук. кер. Л. М. Дацюк. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 59 с.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків та пропозицій, списку використаних джерел і додатків. Робота викладена на 58 сторінках, містить 2 таблиці, 13 ілюстрацій, 11 джерел посилань і 1 додаток.

Кваліфікаційна робота бакалавра, присвячена удосконаленню лісової фрези зі збірним барабаном та механізмом додаткового притискання для роботи на твердих і задернілих ґрунтах, підтвердила доцільність застосування запропонованих конструктивних рішень та їх ефективність у процесі механізованого обробітку ґрунту.

Проведено аналіз сучасних технологій механізованого обробітку ґрунту в лісовому господарстві та встановлено перспективність використання фрезерних робочих органів для підготовки ділянок із твердими та задернілими ґрунтами: супіски, суглинки, глини з пластичною густиною 1,65...1,95 г/м³.

Запропоновано комплекс заходів з охорони праці та безпеки експлуатації, що забезпечує безпечні умови роботи оператора, підвищує надійність функціонування машини та відповідає чинним нормативним вимогам можна зробити висновок, що витрата пального є прямо пропорційною потужності, а час роботи – обернено пропорційний.

Ключові слова: ЛІСОГОСПОДАРСЬКИЙ АГРЕГАТ, МЕХАНІЗАЦІЯ РОБІТ, МЕХАНІЗМОМ ДОДАТКОВОГО ПРИТИСКАННЯ, ЗБІРНА ФРЕЗА, ГІДРОПРИВОД, ТРАКТОР.

ABSTRACT

Krechyk E.A. Features of using a forest milling cutter with a collecting drum and an additional pressing mechanism for hard and sod soils: bachelor's qualification work: 205 – Forestry / scientific director. L. M. Datsyuk. Lutsk: LNTU, 2026. 59 p.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions and proposals, a list of used sources and appendices. The work is presented on 58 pages, contains 2 tables, 13 illustrations, 11 sources of references and 1 appendix.

The bachelor's qualification work, dedicated to the improvement of a forest milling cutter with a collecting drum and an additional pressing mechanism for working on hard and sod soils, confirmed the feasibility of using the proposed design solutions and their effectiveness in the process of mechanized soil cultivation.

An analysis of modern technologies of mechanized soil cultivation in forestry was conducted and the prospects of using milling working bodies for preparing areas with hard and sod soils were established: sandy loam, loam, clay with a plastic density of 1.65...1.95 g/m³.

A set of measures for labor protection and operational safety was proposed, which ensures safe working conditions for the operator, increases the reliability of the machine and meets current regulatory requirements. It can be concluded that fuel consumption is directly proportional to power, and operating time is inversely proportional.

Keywords: FORESTRY UNIT, MECHANIZATION OF WORK, ADDITIONAL PRESSURE MECHANISM, COLLECTIVE MILL, HYDRAULIC DRIVE, TRACTOR.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Призначення машини та вихідні вимоги.....	8
1.2 Технічне завдання на проектувану машину.....	11
1.3 Вихідні дані для проектування і розробки конструкції машини.....	14
1.3. 1 Відомості про природно-кліматичну зону.....	14
1.3. 2 Відомості про технологічні процеси.....	18
1.3. 3 Властивості матеріалу, що обробляється.....	19
1.3. 4 Аналіз конструкцій машин-аналогів і машин, що взаємодіють з машиною, яка проектується.....	21
2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА.....	33
2.1 Розрахунок силових параметрів збірної фрези.....	33
2.2 Розрахунок лісогосподарського агрегату на стійкість.....	35
2.3 Розрахунок механізму підйому, опускання збірної фрези.....	37
2.4 Розрахунок ефективної потужності збірної фрези.....	38
2.5 Дослідження процесу роботи лісового агрегату з фрезною.....	40
2.6 Обґрунтування побудови схем машини.....	42
2.6. 1 Обґрунтування схеми функціональної.....	42
2.6. 2 Обґрунтування схеми гідравлічно-кінематичної.....	44
2.6. 3 Обґрунтування схеми принципової.....	47
3 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОЗРОБЛЕНОЇ МАШИНИ.....	50
3.1 Заходи з підготовки машини до роботи.....	50
3.2 Правила експлуатації і регулювання.....	51

3.3 Технічне обслуговування машини.....	53
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58
ДОДАТКИ.....	59

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі бакалавра досліджено шляхи вдосконалення технології обробітку ґрунту та підвищення ефективності технічного забезпечення виконання робіт шляхом модернізації лісової фрези, оснащеної збірним барабаном і механізмом додаткового притискання для роботи на твердих та задернілих ґрунтах. Запропоноване конструктивне рішення призначене для механізованого обробітку ґрунту та сприяє покращенню його агротехнічного стану, підвищенню продуктивності фрези, зниженню енергетичних витрат і забезпеченню стабільного функціонування агрегату в різноманітних виробничих умовах.

Підготовка ділянок після проведення лісосічних робіт із наступним обробітком ґрунту потребує належного матеріально-технічного та фінансового забезпечення, що охоплює використання як корчувальної техніки, так і різних типів ґрунтообробних фрез. Для освоєння таких ділянок найбільш доцільним є застосування розбірних фрез. Подальший розвиток цих машин пов'язаний із розширенням сфер їх ефективного використання, зростанням потужності базових тракторів, створенням типорозмірних рядів обладнання для машин різної потужності, а також ширшим впровадженням модульного принципу конструювання. Важливими напрямками вдосконалення залишаються розроблення уніфікованого обладнання для тракторів суміжних типорозмірів, підвищення надійності та довговічності машин, оптимізація основних конструктивних параметрів і гідроприводів, зменшення матеріаломісткості конструкцій та розширення їх функціональних можливостей.

Особлива увага приділяється підвищенню універсальності фрезерного обладнання шляхом збільшення рухомості елементів навісної системи та робочих органів у вертикальній і горизонтальній площинах, а також використанню багатофункціональних робочих органів. Поряд із цим

актуальними залишаються питання покращення умов праці оператора, зниження трудомісткості технічного обслуговування і впровадження сучасних засобів електронної автоматизації з використанням бортових мікропроцесорних систем для забезпечення оптимальних режимів роботи розбірних фрез.

Науково-дослідними установами, конструкторськими організаціями та провідними господарствами розроблено низку технічних і технологічних рекомендацій, спрямованих на підвищення якості обробітку ґрунту. Крім того, створено значну кількість машин і пристроїв, які успішно застосовуються у виробничій практиці для досягнення поставлених технологічних завдань.

Аналіз сучасного стану підготовки лісових ділянок став підставою для вибору теми кваліфікаційної роботи бакалавра, присвяченої особливостям використання лісової фрези зі збірним барабаном та механізмом додаткового притискання на твердих і задернілих ґрунтах. У зв'язку з цим для механізованої підготовки ділянок запропоновано застосування лісової фрези, агрегатованої з трактором ЮМЗ-6АКЛ. Конструкція запропонованого агрегату, результати його розрахунків, опис роботи та графічні матеріали наведені в пояснювальній записці до кваліфікаційної роботи бакалавра.

1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Призначення машини та вихідні вимоги

Лісова фреза зі збірним барабаном і механізмом додаткового притискання призначена для розпушування ущільнених, задернілих, мерзлих та інших важких для обробітку лісових ґрунтів у різних природно-кліматичних умовах. Конструкція агрегату включає базовий трактор та задню навісну гідрофіковану фрезу збірного типу.

Практика використання збірних фрез під час розробки щільних лісових і мерзлих ґрунтів свідчить про їх високу ефективність на значних площах обробітку. Найбільш доцільним є застосування таких машин при освоєнні розкорчованих територій, прокладанні широких траншей, виконанні розкривальних робіт та інших подібних технологічних операцій.

Зростання ефективності використання збірних фрез обумовлюється двома основними чинниками: постійним підвищенням потужності базових тракторів та удосконаленням конструкції навісних систем і робочих органів. Завдяки збільшенню тягових можливостей тракторів суттєво розширюється сфера застосування фрезерного обладнання та підвищується його продуктивність. Питома енергоємність процесу розпушування мерзлих ґрунтів залежно від їх фізико-механічних властивостей становить від 0,2 до 0,66 кВт·год/м³, що значно менше порівняно з іншими способами розробки, для яких цей показник може досягати 1–2 кВт·год/м³.

Конструктивні особливості та класифікаційні ознаки сучасних збірних фрез визначаються тяговим класом і типом ходової частини базового трактора, функціональним призначенням машини, видом навісного обладнання, способом його встановлення, а також кількістю та способом кріплення робочих зубів.

Для обробітку особливо міцних ґрунтів використовують збірні фрези, агреговані з тракторами тягових класів 10, 15, 25 і 35. Перспективним напрямом є створення аналогічних машин на базі тракторів тягових класів

50, 75 та 100. Саме тяговий клас визначає максимально можливу глибину заглиблення робочих органів у ґрунт, кількість дисків, конструктивні параметри приводу та довговічність обладнання до проведення першого капітального ремонту.

За типом рушія збірні фрези поділяються на колісні та гусеничні. У вітчизняній і світовій практиці найбільшого поширення набули гусеничні машини, які характеризуються високою прохідністю та здатністю реалізовувати значні тягові зусилля в складних умовах експлуатації. Такі агрегати встановлюють на тракторах потужністю від 19 до 735 кВт.

Відповідно до функціонального призначення збірні фрези поділяють на основні та допоміжні. Підприємства машинобудівної галузі різних країн випускають широкий спектр спеціалізованої та універсальної техніки для розробки ущільнених і міцних ґрунтів, до якої належать фрези, розпушувачі та інші механізовані засоби.

Основні фрези зазвичай працюють у складі агрегатів із переднім бульдозерним обладнанням та використовуються для руйнування мерзлих і скельних ґрунтів, які неможливо ефективно розробляти традиційними землерийними машинами без попереднього розпушування.

Допоміжні фрези встановлюють на легких бульдозерах, навантажувачах, автогрейдерів, скреперах або безпосередньо на бульдозерних відвалах. Їх застосування сприяє скороченню тривалості технологічного циклу, підвищенню продуктивності землерийних робіт та збільшенню строку служби основного обладнання завдяки попередньому руйнуванню ущільнених або злежаних матеріалів.

Розпушувальне обладнання складається з окремих уніфікованих модулів, до яких належать гідроциліндри, гідророзподільники, опорні та тягові рами, кронштейни, а також робочі балки. Використання стандартних гідроциліндрів для підйому, опускання та регулювання кута розпушування дає змогу створювати різні модифікації машин із необхідними технічними характеристиками та функціональними можливостями.

Саме за таким принципом сьогодні проектується більшість сучасних і перспективних розпушувальних машин на базі тракторів тягових класів 10 і вище. Це сприяє підвищенню технічного рівня обладнання, покращенню його експлуатаційних показників та якості виготовлення.

Використання універсальних конструктивних елементів, зокрема опорних і тягових рам та гідроциліндрів, у поєднанні зі спеціалізованими робочими балками дозволяє забезпечити високу серійність виробництва при одночасному скороченні номенклатури деталей, вузлів і агрегатів. Подальший розвиток модульного принципу конструювання сприяє максимальній уніфікації складових частин машин, стандартизації елементів, зменшенню витрат на проектування та освоєння виробництва, а також подовженню періоду ефективної експлуатації техніки.

Удосконалення навісних систем залишається одним із ключових напрямів підвищення технічного рівня та функціональних можливостей сучасних фрез. Значною мірою ефективність роботи таких машин визначається конструкцією механізму навішування, за допомогою якого робочий орган із зубами з'єднується з базовим трактором і утримується у необхідному положенні. Раціональні кінематичні схеми навісних пристроїв забезпечують інтенсифікацію процесів розробки лісових ділянок, мерзлих ґрунтів і гірських порід, а також сприяють впровадженню більш продуктивних технологій виконання робіт.

У сучасних конструкціях дедалі частіше застосовуються шарнірно-важільні механізми навішування, які відзначаються високою надійністю та довговічністю. Їх переміщення відносно трактора здійснюється за допомогою гідроциліндрів двосторонньої дії, що працюють від гідросистеми базової машини. У деяких випадках кінематичні можливості такого обладнання дозволяють видаляти з ґрунту пні, великі камені та інші міцні включення. Під час заглиблення робочого органу при зафіксованих гідроциліндрах розпушування відбувається переважно за рахунок тягового зусилля трактора.

Окреме застосування знаходять комбіновані конструкції, які поряд із шарнірно-важільними механізмами містять кулачкові пари для зміни кута розпушування, зубчасті передачі для регулювання глибини обробітку, а також гнучкі зв'язки з амортизувальними елементами та канатами.

Метою даної роботи є підвищення ефективності розробки щільних і міцних ґрунтів із використанням колісного трактора ЮМЗ. Новизна запропонованого технічного рішення полягає в розширенні фронту виконання робіт завдяки застосуванню поворотної колонки та збірної фрези удосконаленої конструкції.

1.2 Технічне завдання на проектувану машину

На основі завдання кафедри лісового господарства ЛНТУ тема роботи: «Особливості використання лісової фрези із збірним барабаном та механізмом додаткового притискання для твердих та задернілих ґрунтів».

Проектована лісова фреза призначена для механізованої розробки розкорчованих лісових площ із пошаровим розпушуванням важких ґрунтів у різноманітних природно-кліматичних умовах. Використання такого обладнання забезпечує підвищення ефективності підготовки ділянок до проведення подальших лісогосподарських заходів.

Лісогосподарський агрегат зі спеціальним технологічним оснащенням розроблено на основі результатів теоретичних досліджень та практичного досвіду у сфері механізації обробітку ґрунтів. При його створенні враховано сучасні вимоги до продуктивності, надійності та технологічності виконання робіт.

Конструкція збірної фрези включає навісний механізм, виконаний у вигляді системи тяг і робочої балки, які забезпечують спрямовану рухливість та фіксацію робочих органів у необхідному положенні. До складу робочого обладнання входять диск із зубами, ножі та подрібнювачі, переміщення яких здійснюється за допомогою гідроциліндрів. Навісне обладнання

встановлюється на базовий трактор через опорні елементи конструкції, зокрема рами, балки та кронштейни, що жорстко закріплюються на навісній системі машини. В окремих випадках для монтажу розпушувального обладнання використовуються спеціальні провусини та кронштейни, розташовані на рамі трактора.

Під час проєктування конструкції враховано особливості експлуатації техніки в умовах лісгосподарських підприємств України, де широко застосовуються бульдозери, екскаватори, корчувальні машини та інші спеціалізовані механізми.

Використання запропонованої машини на базі існуючих тракторів і агрегатів дозволить забезпечити економічну доцільність її впровадження та створить передумови для широкого застосування у лісовому й лісодорожньому господарстві.

На сьогодні розроблено ряд аналогічних технічних рішень, серед яких можна виділити розпушувач Мг1-84. З урахуванням його технічних характеристик та конструктивних особливостей виконано узгодження основних параметрів і технічних показників проєктованої фрези. Як базову машину для агрегування обрано трактор із колісним рушієм, що забезпечує необхідні тягові та експлуатаційні характеристики під час виконання технологічних операцій.

Експлуатацію лісгосподарського агрегату повинен здійснювати один працівник – оператор-тракторист, який пройшов відповідну підготовку, ознайомлений із конструкцією машини та володіє правилами її безпечного використання і технічного обслуговування.

Конструкція вузлів і деталей агрегату має забезпечувати технологічність виготовлення, зручність складання, монтажу в умовах експлуатації, а також можливість виконання технічного обслуговування, діагностування та ремонтних робіт з мінімальними затратами часу. Під час виробництва деталей доцільно передбачати використання сучасних і прогресивних

технологій зварювання. Водночас номенклатура застосовуваних матеріалів повинна бути максимально уніфікованою та обмеженою.

Контроль якості виготовлення конструктивних елементів і перевірка основних експлуатаційних параметрів повинні здійснюватися за допомогою стандартизованих засобів вимірювання, що відповідають вимогам чинних нормативних документів України. Рівень стандартизації та уніфікації конструкції приймається на рівні 60 %.

Компонування вузлів, механізмів та окремих агрегатів повинно забезпечувати безперешкодний доступ до них під час виконання монтажних, ремонтних і профілактичних робіт, а також гарантувати безпечні умови експлуатації.

Лісогосподарський агрегат повинен відповідати чинним вимогам щодо безпеки праці, гігієни виробництва та пожежної безпеки, встановленим для тракторів і лісогосподарських машин.

З погляду технічної естетики конструктивно-компонувальна схема машини повинна відповідати сучасним тенденціям проектування аналогічної техніки. Форма виробу має характеризуватися достатньою інформативністю, композиційною цілісністю, гармонійністю конструкції та високою якістю зовнішнього виконання.

Ергономічні показники агрегату повинні відповідати чинним нормативним вимогам з охорони праці та виробничої санітарії, які є обов'язковими під час проектування, випробування та виготовлення машин для виконання лісогосподарських робіт.

Проектоване обладнання рекомендується фарбувати у жовтий або червоний колір із нанесенням необхідних попереджувальних і інформаційних позначень. Лакофарбові покриття повинні характеризуватися стійкістю до низьких і високих температур, впливу атмосферних чинників та корозійних процесів. Конструкція машини має забезпечувати комфортні умови праці оператора. Окремі вузли та комплектувальні елементи необхідно транспортувати у спеціальних контейнерах із відповідним маркуванням. Під

час перевезення слід максимально обмежувати виникнення ударних навантажень і механічних пошкоджень.

Усі матеріали та комплектувальні вироби, що використовуються під час виготовлення агрегату, повинні відповідати вимогам технічної документації та чинним нормативним документам, зокрема державним стандартам, технічним умовам та іншим регламентуючим документам.

Вибір матеріалів і комплектувальних виробів має забезпечувати досягнення необхідних показників надійності, довговічності, працездатності та ефективності експлуатації машини протягом установленого терміну служби.

Лісогосподарський агрегат із встановленою фрезою призначений для роботи на рівнинних територіях із ґрунтами, несуча здатність яких становить не менше 200 кПа. Експлуатація машини передбачається протягом усього року в районах із помірними кліматичними умовами.

Транспортування агрегату залежно від дальності перевезення може здійснюватися автомобільними причепами або залізничним транспортом. Навантаження машини на транспортні засоби виконується власним ходом або за допомогою вантажопідіймального крана.

Під час розміщення агрегату на залізничній платформі необхідно забезпечити збіг поздовжньої осі машини з поздовжньою віссю платформи, що гарантує стійкість та безпеку під час транспортування.

1.3 Вихідні дані для проектування і розробки конструкції машини

1.3.1 Відомості про природно-кліматичну зону.

Проектована машина може успішно експлуатуватися в усіх природно-кліматичних регіонах України, забезпечуючи виконання технологічних операцій з обробітку ґрунту в різних умовах місцевості.

Для оцінки умов роботи розглянемо природно-кліматичні особливості західного регіону України на прикладі Волинської області. Територія області

знаходиться в зоні помірно-континентального клімату, для якого характерні відносно м'які зимові умови з частими відлигами, тривалий весняний період, достатня кількість атмосферних опадів, помірно тепле літо та тривала тепла осінь.

Радіаційний режим території визначається сезонними коливаннями сонячної активності. Найвищі значення сумарної сонячної радіації спостерігаються у червні, тоді як мінімальні — у грудні. Річна величина сумарної сонячної радіації становить близько 4186,8 МДж/м², а радіаційний баланс перевищує 1840 МДж/м².

Вологісний режим формується під впливом атмосферної циркуляції, температурних умов повітря та характеристик ґрунтового покриву. Найвищі показники відносної вологості повітря спостерігаються в зимовий період і досягають близько 80 %, тоді як у літні місяці вони переважно перебувають у межах 65–70 %. Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 550–600 мм.

У зимовий період середньомісячна температура повітря коливається від –2,6 до –5 °С. Початок зими зазвичай припадає на кінець листопада або початок грудня, а її завершення – на середину березня. Стійкий сніговий покрив формується переважно наприкінці грудня та зникає наприкінці лютого або на початку березня. Для цього періоду характерне чергування похолодань і потеплінь.

Весняний сезон розпочинається в середині березня. Весняні заморозки переважно закінчуються наприкінці квітня, хоча в окремі роки можуть спостерігатися й у травні. Осінні заморозки зазвичай виникають на початку жовтня. У літній період середня температура повітря становить від +18,4 до +19,8 °С.

Глибина промерзання ґрунту на території області є відносно незначною і в середньому становить 20–25 см. Ґрунтовий покрив Волинської області характеризується значним різноманіттям. На території Волинської височини, сформованої лесовидними суглинками, поширені типові та опідзолені

чорноземи, а також сірі лісові опідзолені ґрунти. У низинних районах, де переважають піщані та супіщані відклади, сформувалися дерново-підзолисті, болотні ґрунти та торфовища. У місцях виходу крейдяних порід на денну поверхню зустрічаються перегнійно-карбонатні ґрунти.

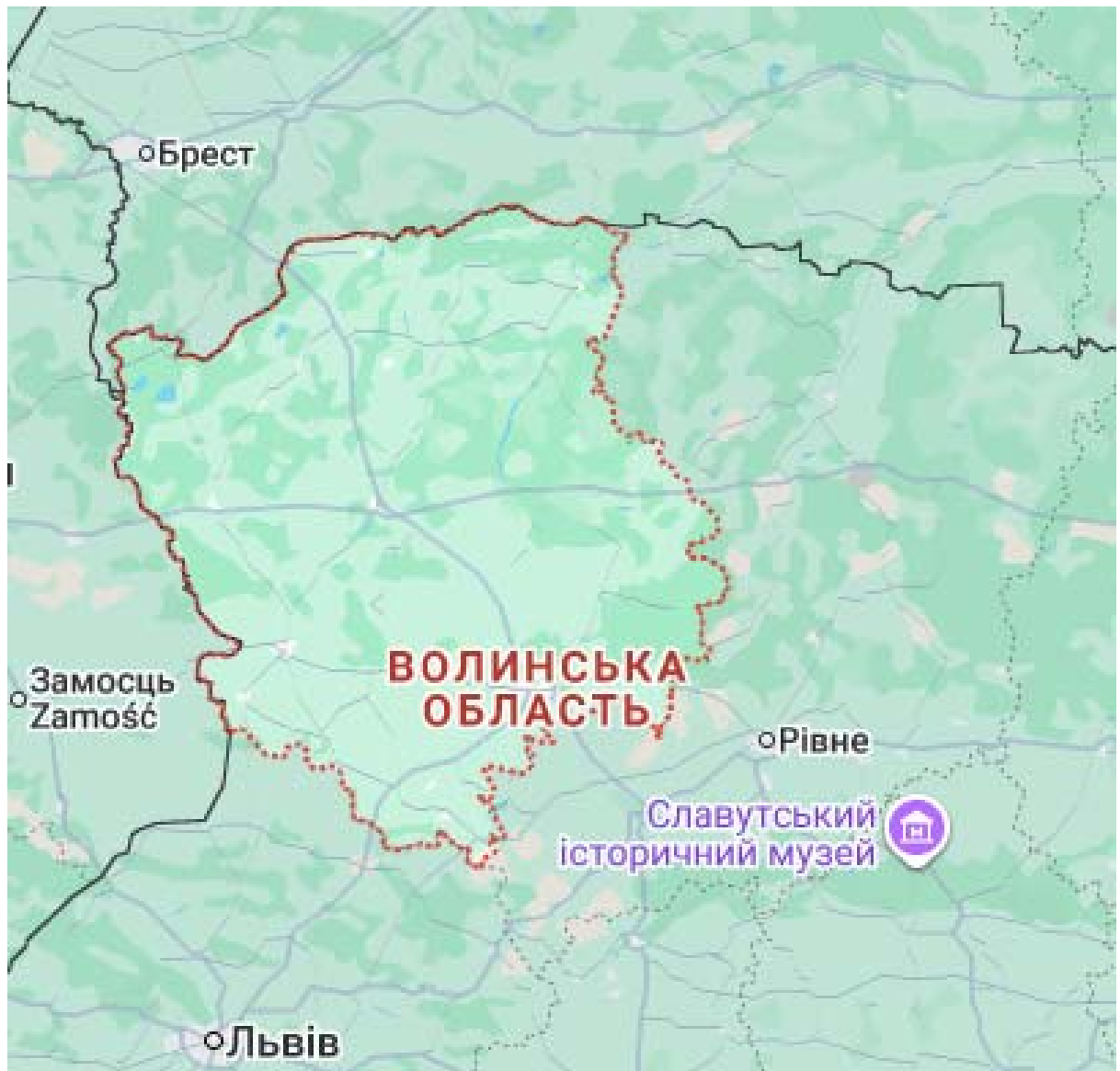


Рисунок 1.1 – Мапа Волинської області

Волинська область вирізняється значними площами заболочених територій. Болота та заболочені луки займають понад 350 тис. га, що є одним із найбільших показників в Україні. Лісові масиви представлені переважно

дубово-сосновими, сосновими та березово-осиковими насадженнями й займають понад чверть території області.

Південна частина регіону являє собою слабохвилясту рівнину, сформовану системою горбів і гряд, розділених неглибокими улоговинами. Ця територія характеризується значною лісистістю та належить до природної зони лісостепу, яка займає південну частину Волинської області.

Таблиця 1.1 – Кліматичні умови короткий опис

Найменування показників	Одиниці вимірювання	Значення	Дата
1	2	3	4
1. Температура повітря:			
- середньорічна	градус	+7,5	
- абсолютна максимальна	градус	+38	
- абсолютна мінімальна	градус	-36	
2. Кількість опадів на рік	мм	620	
3. Тривалість вегетаційного періоду	днів	210	
4. Пізні весняні заморозки			30.05
5. Перші осінні заморозки			16.09
6. Середня дата початку паводку			15.03
7. Середня дата замерзання рік			01.12
8. Сніговий покрив:			
- товщина	см	30	
- час появи			25.12
- час сходження у лісі			18.03
9. Глибина промерзання ґрунту	см	54	
10. Напрямок панівних вітрів за сезонами:			
- зима	румб	ПнЗ, ПЗ	
- весна	румб	ПдЗ, ПЗ	
- літо	румб	З, ПнЗ ПЗ	
- осінь	румб	ПЗ,ПдС, ПС	

1.3.2 Відомості про технологічні процеси.

Технологічні процеси освоєння розкорчованих лісових територій нерозривно пов'язані з виконанням операцій розпушування ґрунту. Упродовж останніх років під час створення та модернізації збірних фрез сформувалися основні напрями вдосконалення їх конструктивного виконання. Проведений аналіз патентних джерел дав можливість систематизувати наявні технічні рішення фрезерного робочого обладнання та розподілити їх на окремі групи відповідно до способів регулювання і зміни параметрів процесу обробітку ґрунту (рис. 1.2).

Технологічний процес роботи лісогосподарського агрегату проходить за схемою:

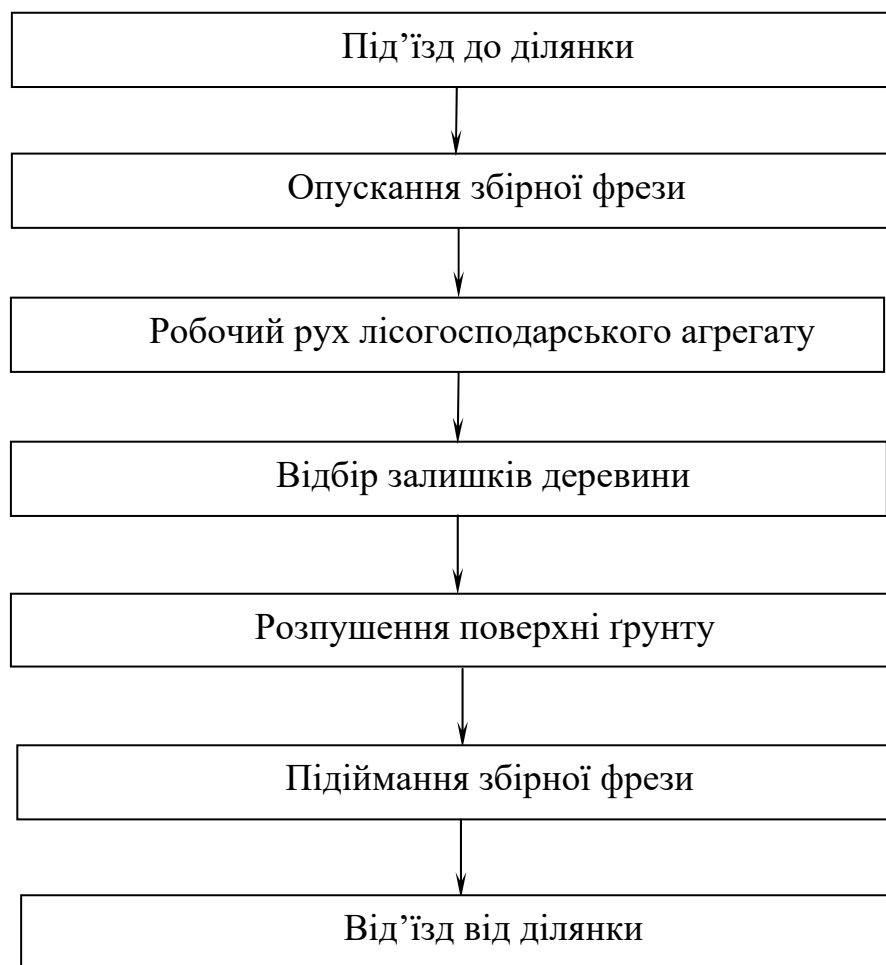


Рисунок 1.2 – Процес роботи лісогосподарського агрегату

Розширення функціональних можливостей машин під час виконання технологічних операцій досягається завдяки введенню до складу навісного обладнання додаткових рухомих елементів. Наявність додаткових ступенів свободи забезпечує зміну просторового положення робочого органу відповідно до умов виконання робіт.

Зокрема, механізм просторової орієнтації роторного робочого органу, захищений авторським свідоцтвом № 920124, виконаний у вигляді спеціального елемента, обладнаного двома парами взаємно перпендикулярних циліндричних шарнірів. Одна пара шарнірів з'єднана з маточиною ротора, а інша – з несучою рамою. Робочий орган являє собою фрезу двосторонньої дії, положення якої відносно рами може змінюватися залежно від ширини оброблюваної смуги за допомогою незалежно керованих гідроциліндрів.

Інше технічне рішення, захищене авторським свідоцтвом № 1008370, передбачає використання двох аналогічних пристроїв, об'єднаних в одну конструкцію. У цьому випадку ротори шарнірно закріплені на рамі під певним кутом один до одного та обертаються у протилежних напрямках. Таке компонування дозволяє підвищити технологічні можливості машини завдяки встановленню робочих органів у площині, перпендикулярній до напрямку руху агрегату, із взаємним перекриттям зон обробітку.

1.3.3. Властивості технологічного матеріалу, що обробляється.

Проведений аналіз конструкцій обладнання, призначеного для розробки міцних і щільних ґрунтів за допомогою фрезерних робочих органів, показав, що незалежно від особливостей конструктивного виконання вони мають спільну структурну основу. До головних морфологічних складових таких машин належать базова машина, ґрунторозробний робочий орган та механізм регулювання параметрів робочого обладнання відповідно до заданих технологічних вимог. Останній забезпечує переналагодження конструкції та

адаптацію її робочих характеристик до конкретних умов експлуатації (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Фізико-механічні властивості ґрунту

Показники	Значення
Вміст фізичної глини (частинок діаметром менше 0,01 мм)	10...20%
Середня щільність ґрунту, кг/м ³	800...1400
Зусилля розчавлювання грудок, Н: - малих (21...30 мм); - великих (71...80 мм).	40...50 120...200
Зв'язаність ґрунту, МПа	0,7...1
Коефіцієнт тертя ґрунту по сталі	0,45...0,50

Дискова фреза, призначена для розробки мерзлих і щільних ґрунтів, агрегатується з колісним трактором ЮМЗ-6АКЛ, який використовується як базова машина. До складу обладнання входять навісний механізм, закріплений на рамі трактора через шарнірні з'єднання, робочий орган діаметром 0,8 м, конічно-циліндричний редуктор та два гідромотори.

Робочий орган фрези може перебувати у двох режимах положення: транспортному та робочому. Переведення обладнання з транспортного положення у робоче здійснюється за допомогою гідроциліндра підйому, який одним кінцем закріплений на рамі трактора, а іншим — на рамі установки. Гідроциліндр підключений до гідравлічної системи трактора, а його керування виконується оператором безпосередньо з кабіни.

Після опускання робочого органу до поверхні ґрунту вмикається гідронасос, який забезпечує подачу робочої рідини до гідромотора. У результаті цього створюється обертальний рух, що передається через муфту та конічно-циліндричний редуктор на робочий орган фрези. Під дією

переданого крутного моменту фреза починає обертатися із заданою кутовою швидкістю.

Після запуску обертання робочий орган за допомогою гідроциліндрів поступово заглиблюється у ґрунт до робочого положення. Після досягнення необхідної глибини обробітку агрегат починає переміщуватися в напрямку руху трактора. Швидкість пересування машини підтримується на заданому рівні за допомогою ходозменшувача.

У процесі поступального руху трактора різці, встановлені на фрезі, руйнують та розпушують ґрунт, забезпечуючи виконання технологічного процесу обробітку. Після завершення робочого циклу необхідно повернути робочий орган у вихідне положення без припинення його обертання. Ця операція здійснюється за допомогою відповідного гідроциліндра керування.

Після повернення фрази у початкове положення подача робочої рідини до гідромотора припиняється, внаслідок чого передача крутного моменту через редуктор зупиняється, а робочий орган припиняє обертатися.

Подальше переведення обладнання з робочого положення у транспортне також здійснюється за допомогою гідроциліндра підйому. Після встановлення фрази у транспортне положення робоче обладнання необхідно надійно зафіксувати, що забезпечить безпечне транспортування агрегату до місця подальшого використання або зберігання.

1.3.4 Аналіз конструкції машин аналогів та машин, що агрегатуються та взаємодіють з проектованою.

Як аналоги проєктованої лісової фрази зі збірним барабаном та механізмом додаткового притискання для роботи на твердих і задернілих ґрунтах можуть бути використані машини вітчизняного виробництва, конструктивні схеми яких наведені на рис. 1.3–1.6. Дослідження існуючих конструкцій дає змогу оцінити їх технічні характеристики, особливості

будови та функціональні можливості, а також визначити перспективні напрями вдосконалення проєктованої машини.

Одним із найбільш поширених зразків такого обладнання є уніфікована лісова фреза ФЛУ-0,8 (рис. 1.3), призначена для основного смугового обробітку ґрунту на вирубках під створення лісових культур шляхом садіння або висівання насіння. Крім того, її використовують для сприяння природному поновленню лісу, відновлення протипожежних мінералізованих смуг та додаткового обробітку ґрунту після первинної оранки плугами.

Конструкція фрези включає раму, карданну передачу, навісний пристрій, захисний кожух, конічний і циліндричний редуктори, кронштейн із регульовальними отворами для встановлення необхідної глибини обробітку, граблі, фрезерний барабан та полоз, який обмежує глибину заглиблення робочого органу в ґрунт.

Під час роботи агрегату обертальний рух від валу відбору потужності трактора передається на фрезерний барабан через систему редукторів. Встановлені на барабані Г-подібні ножі послідовно зрізають шари ґрунту на заданій глибині та відкидають їх у напрямку назад. У результаті цього відбувається інтенсивне подрібнення, розпушування та перемішування ґрунтової маси, що забезпечує високу якість підготовки ґрунту без необхідності проведення додаткових операцій обробітку. Граблі, розміщені позаду барабана, виконують додаткове розпушування, рівномірно розподіляють оброблений ґрунт і вирівнюють поверхню смуги.

Технологічний процес, який виконується фрезою ФЛУ-0,8, полягає у послідовному розпушуванні, подрібненні та вирівнюванні ґрунту з одночасним формуванням якісно підготовленої смуги для проведення подальших лісокультурних робіт.

Після переведення фрези в робоче положення під час руху агрегату вмикається вал відбору потужності трактора. Обертальний рух від нього передається на редуктор, а далі через привідний вал — на фрезерний барабан.

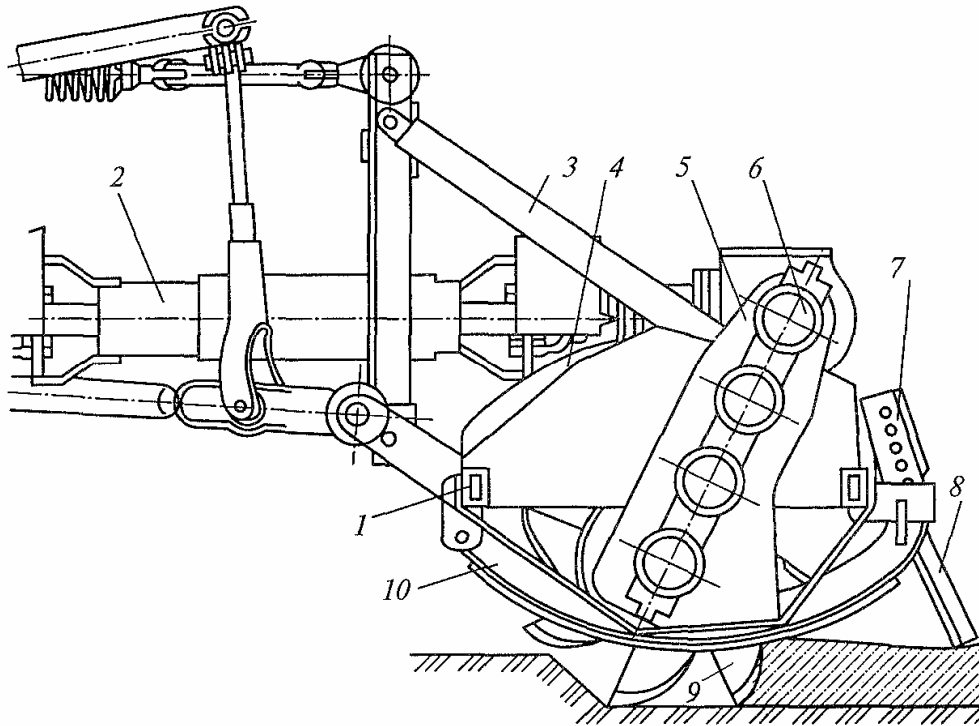


Рисунок 1.3 – Фреза уніфікована лісова ФЛУ-0,8: 1 – рама; 2 – карданна передача; 3 – пристрій навісний; 4 – кожух захисний; 5 – редуктор конічний; 6 – редуктор циліндричний; 7 – кронштейн; 8 – граблі; 9 – барабан фрезерний; 10 – лижа обмежувальна

Під час обертання барабан за допомогою встановлених на ньому ножів розрізає, розпушує та подрібнює ґрунт. Подрібнена ґрунтова маса спрямовується до грабельної решітки, де за рахунок ударної взаємодії з граблями та захисним кожухом відбувається її додаткове кришіння. Після цього ґрунт рівномірно розподіляється по обробленій смузі.

У процесі роботи можливі випадки зустрічі робочого органу з коренями дерев, порубковими залишками та іншими перешкодами. За таких умов диски починають пробуксовувати під дією підвищених навантажень, що передаються на корпус барабана. У результаті цього ніж тимчасово зупиняється, запобігаючи пошкодженню або руйнуванню фрезерного барабана. Якщо ж на шляху руху зустрічається пеньок, фрезу необхідно перевести у транспортне положення без вимкнення валу відбору потужності.

Ширина захвату фрези становить 0,8 м, максимальна глибина обробітку досягає 16 см, а маса машини становить близько 750 кг. Агрегаткування можливе з тракторами ЛХТ-55М, ЛХТ-100, Т-74 та ДТ-75М.

Лісова шнекова фреза ФЛШ-1,2 (рис. 1.4) призначена для смугового обробітку перезвожених ґрунтів на вирубках із формуванням мікропідвищень у вигляді гряд, що створює сприятливі умови для вирощування лісових культур.

Основним робочим органом машини є два шнекові фрезерні барабани діаметром 600 мм із правим та лівим напрямками навивки шнеків. Загальна ширина захвату становить 1,2 м. Кожний барабан виконаний у вигляді труби з навісним пристроєм, на якій закріплено по чотири сферичні шнеки. Від одного кінця барабана до його середини шнеки розташовані за правою гвинтовою лінією, а від іншого кінця — за лівою. Для підвищення жорсткості крайніх витків на зовнішніх кінцях барабанів встановлено плоскі диски.

Привід шнекових барабанів здійснюється від валу відбору потужності трактора через карданну передачу та конічно-циліндричний редуктор. Для зменшення ударних навантажень під час контакту з перешкодами на вихідних валах редуктора встановлені пружні муфти. Частота обертання барабанів становить приблизно 220 об/хв, причому напрямок їх обертання збігається з напрямком руху трактора.

Перед шнековими барабанами розташований живцевий ніж із тупим кутом входження в ґрунт. На його нижній частині закріплено розпушувальну лапу. Під час роботи ніж забезпечує стабільність руху агрегату та запобігає його боковому зміщенню при зустрічі з перешкодами. Спочатку в ґрунт заглиблюється ніж із лапою, після чого починають працювати шнекові барабани.

Розпушувальна лапа обробляє центральну частину смуги, тоді як барабани здійснюють обробіток по всій ширині захвату. У процесі роботи ґрунт переміщується до середини смуги, формуючи підвищену гряду. Для

запобігання розкиданню ґрунту над барабанами встановлений захисний кожух.

У разі зустрічі з великими непереборними перешкодами шнекові барабани перекочуються через них без пошкодження конструкції. Регулювання глибини обробітку здійснюється за допомогою обмежувальних полозів.

Маса фрези ФЛШ-1,2 становить приблизно 850 кг. Машина агрегатується з тракторами ЛХТ-55М, ЛХТ-100 та ДТ-75М.

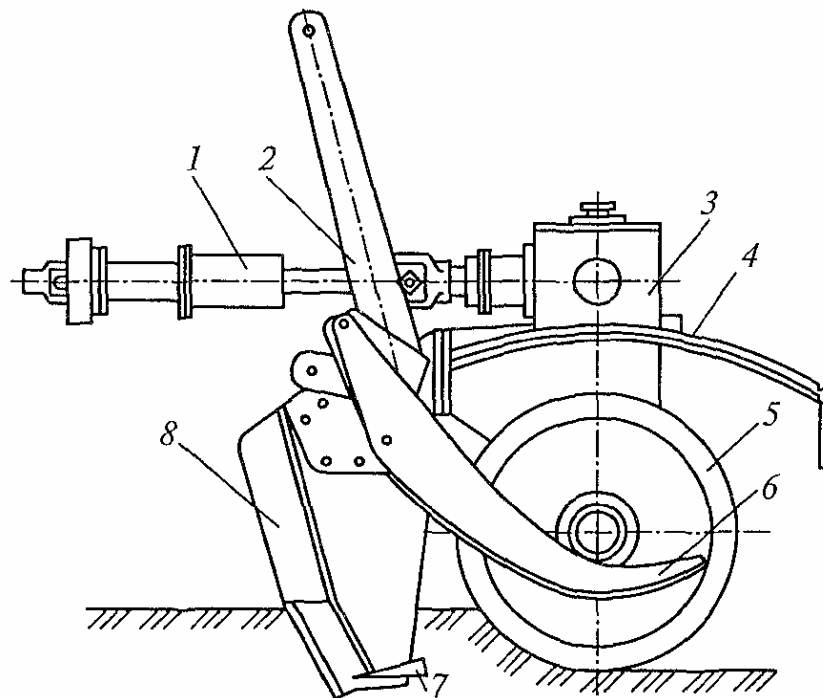


Рисунок 1.4 – Фреза шнекова лісова ФЛШ-1,2: 1 – передача карданна; 2 – рама з пристроєм навісним; 3 – редуктор конічно-циліндричний; 4 – кожух захисний; 5 – барабан фрезерний; 6 – лижа обмежувальна; 7 – лапа розрихлююча; 8 – ніж

Фреза ґрунтова ФПШ-1,3 (рис. 1.5) призначена для передпосівного обробітку ґрунту в розсадниках, підготовки орних шарів після оранки, вирівнювання поверхні посівних смуг та формування посівних гряд.

Несуча конструкція машини виконана у вигляді рами, що складається з двох порожнистих боковин, з'єднаних між собою трубчастою стяжкою в центральній частині. У лівій боковині розміщено ланцюгову передачу приводу фрезерного барабана. На шестигранному валу барабана закріплено тринадцять рядів Г-подібних ножів правого та лівого виконання, по чотири ножі в кожному ряду.

Фрезерний барабан зверху закритий захисним кожухом, до задньої частини якого приєднано планувальний пристрій. Його призначення полягає у вирівнюванні поверхні ґрунту по всій ширині захвату машини після проходження робочого органу.

Передача обертального руху на фрезерний барабан здійснюється від валу відбору потужності базового шасі через карданний вал, редуктор та ланцюгову передачу. Піднімання і опускання фрези виконується за допомогою двох гідроциліндрів, штоки яких з'єднані з боковими елементами рами.

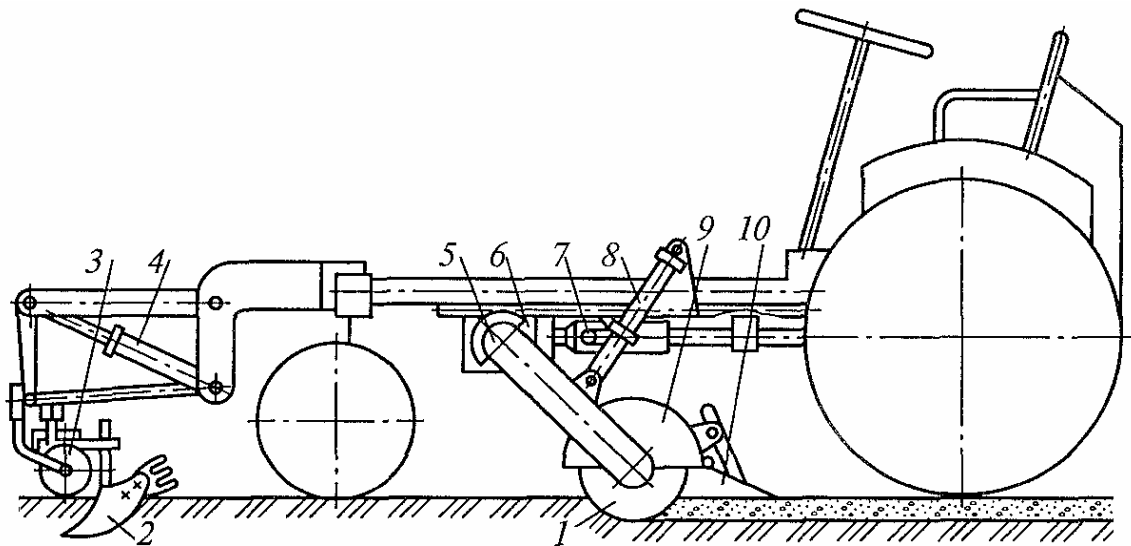


Рисунок 1.5 – Фреза ґрунтова ФПШ-1,3: 1 – барабан фрезерний; 2 – корпус; 3 – опорне колесо; 4 – виносний гідроциліндр; 5 – передача ланцюгова; 6 – редуктор; 7 – передача карданна; 8 – гідроциліндр; 9 – кожух захисний; 10 – планувальник

У передній частині шасі встановлено грядоутворювальний пристрій, до складу якого входять два грядоутворювальні корпуси та опорні колеса. Керування його положенням здійснюється окремим виносним гідроциліндром, який забезпечує піднімання та опускання робочих органів залежно від технологічних вимог процесу обробітку ґрунту.

Глибина обробітку ґрунту фрезою ФПШ-1,3 становить до 10 см, висота сформованої гряди також досягає 10 см. Робоча ширина захвату машини дорівнює 1,3 м, а її маса становить близько 520 кг. Агрегатується фреза із самохідним шасі Т-16М.

У садово-парковому господарстві для обробітку ґрунту широко використовуються навісні фрези ФП-2 та ФС-0,9. Їх характерною особливістю є можливість зміщення робочого органу відносно поздовжньої осі трактора, що дає змогу виконувати обробіток ґрунту безпосередньо поблизу дерев та інших насаджень.

Конструкція фрези ФП-2 передбачає використання трисекційної розбірної рами, завдяки якій ширину захвату можна змінювати в межах від 1,4 до 2,1 м. Рама спирається на два опорні колеса, обладнані гвинтовими механізмами для регулювання глибини обробітку. На її кінцях встановлено односторонні полольні лапи, положення яких можна змінювати відповідно до вибраної ширини захвату. Зміщення рами відносно поздовжньої осі трактора на відстань до 1,5 м забезпечується гідроциліндром.

Фрезерний барабан машини може комплектуватися вісьмома, десятьма або дванадцятьма секціями. Кожна секція складається з двох жорстко з'єднаних дисків, на яких встановлено по три Г-подібні ножі. Привід барабана включає два редуктори: двоступінчастий, що містить конічну та циліндричну зубчасті передачі, і триступінчастий із трьома парами циліндричних зубчастих коліс. Особливістю двоступінчастого редуктора є наявність змінної циліндричної передачі, яка дозволяє залежно від характеристик ґрунту змінювати частоту обертання барабана. Передача

крутного моменту на робочий орган здійснюється від валу відбору потужності трактора через карданний вал, систему редукторів та фрикційну муфту.

Фреза забезпечує обробіток ґрунту на глибину від 6 до 13 см. Робоча швидкість агрегату перебуває в межах 1,6–5,6 км/год. Для її агрегування використовують трактори МТЗ-80, МТЗ-82 та Т-55У.

Фреза ФС-0,9 призначена для виконання ґрунтообробних робіт у садах. До її основних складових належать несуча рама, фрезерний барабан, механізм піднімання робочого органу, механізм щупа, привідна система та опорні колеса.

Фрезерний барабан складається з п'яти дисків, жорстко закріплених на трубчастому валу. На дисках розміщено тридцять Г-подібних ножів правого та лівого виконання. Несуча рама з одного боку спирається на самоустановлювальне колесо та шарнірно з'єднується із зовнішньою рамкою, закріпленою на правому лонжероні трактора. З іншого боку вона шарнірно приєднана до рамки фрезерного барабана, яка через механізм піднімання спирається на друге опорне колесо. Для регулювання глибини розпушування на верхній частині механізму передбачено спеціальний регулювальний гвинт.

Переведення фрезерного барабана в транспортне положення здійснюється за допомогою гідроциліндра підйому. На несучій рамі встановлено механізм щупа, який взаємодіє з гідравлічною системою та забезпечує автоматичне відведення барабана від стовбурів дерев під час роботи.

Обертання фрезерного барабана здійснюється від валу відбору потужності трактора через телескопічний карданний вал, конічний і циліндричний редуктори, а також фрикційну муфту, яка захищає привід від перевантажень під час експлуатації.

Глибина обробітку ґрунту фрезою ФС-0,9 становить до 10 см, а робоча швидкість агрегату досягає 2,8 км/год. Машина агрегується з тракторами МТЗ-80 та МТЗ-82.

Лісова фрезерна машина МЛФ-0,8 (рис. 1.6) призначена для підготовки смуг на вирубках під створення лісових культур. Під час роботи вона забезпечує розпушування ґрунту з одночасним подрібненням порубкових залишків діаметром до 12 см, деревної порослі та пеньків діаметром до 20 см. Машина виконана за напівпричіпною схемою та агрегатується з тракторами ДТ-75М і ЛХТ-100, оснащеними валом відбору потужності та ходозменшувачем.

До основних складових машини належать рама, фрезерний барабан із тарілчастими ножами, відбійна плита, опорні лижі та опорні колеса.

Фрезерний барабан являє собою порожнисту циліндричну конструкцію, на зовнішній поверхні якої закріплено державки для монтажу тарілчастих ножів. Ножі встановлюються з перекриттям 8 мм, а кут їх різання становить 40°. Привід барабана здійснюється від валу відбору потужності трактора через телескопічний карданний вал, конічний та циліндричний редуктори.

Для захисту робочих органів від пошкоджень і зменшення динамічних навантажень у приводі передбачено захисний механізм, до складу якого входять фрикційна муфта та пружні амортизувальні елементи. Регулювання глибини обробітку виконується шляхом зміни положення опорних лиж по висоті.

У задній частині рами встановлено проміжну рамку з пневматичними опорними колесами та гідроциліндрами, які забезпечують заглиблення і виглиблення фрезерного барабана. За барабаном розміщено грабельні ґрати, призначені для відокремлення великих частинок подрібненої деревини та спрямування їх на дно борозни під шар розпушеного ґрунту.

Під час роботи фрезерний барабан обертається у напрямку руху трактора, здійснюючи розпушування ґрунту за схемою «знизу вгору». Перед барабаном розташована відбійна плита, основним призначенням якої є притискання порубкових залишків до поверхні ґрунту та утримання їх у зоні подрібнення. Плита шарнірно закріплена на валу фрезерного барабана і з'єднана з рамою машини двома гідроциліндрами. Завдяки такій конструкції

вона здатна копіювати нерівності поверхні ґрунту, що забезпечує безперешкодне проходження машини через порубкові залишки та пеньки без необхідності виглиблення робочого органу.

До відбійної плити болтовим з'єднанням прикріплено протирізальний ніж, який забезпечує підтримання необхідного зазору між плитою та фрезерним барабаном, а також створює умови для ефективного притискання і подрібнення деревних залишків тарілчастими ножами. У місцях кріплення ножа передбачені спеціальні пази для його встановлення та регулювання.

Технологічний процес роботи машини полягає в одночасному розпушуванні ґрунту та подрібненні порубкових залишків, молоді деревної порослі й невеликих пеньків під час поступального руху агрегату та обертання фрезерного барабана. Відбійна плита під дією гідроциліндрів притискає залишки деревини до поверхні ґрунту, забезпечуючи їх якісне подрібнення. При зустрічі з пеньком плита відхиляється вгору навколо шарнірного кріплення, долаючи опір гідроциліндрів, тоді як барабан продовжує подрібнення без виходу із робочого положення.

Основними технічними характеристиками машини є: ширина захвату 0,8 м, максимальна глибина обробітку до 20 см, діаметр фрезерного барабана 800 мм, кількість тарілчастих ножів – 40 шт., частота обертання барабана – 250 хв^{-1} , маса машини – 2300 кг. Продуктивність агрегату за одну годину основного часу становить близько 0,58 км обробленої смуги.

Глибину розпушування регулюють зміною положення опорних лиж. Для подовження терміну служби тарілчастих ножів у міру їх зношування передбачено можливість повороту кожного ножа на 120° , що дозволяє раціонально використовувати його різальні кромки.

У лісогосподарському виробництві використовуються також інші різновиди фрезерних машин. До них належить болотна навісна фреза ФБН-1,5, яка призначена для обробітку пластів після оранки чагарниково-болотними плугами на осушених болотах і задернілих заболочених територіях. Для виконання робіт на вирубках із надмірно зволженими та

вологими ґрунтами застосовується шнековий плуг ПШ-1, що забезпечує підготовку очищених смуг шляхом формування борозен.

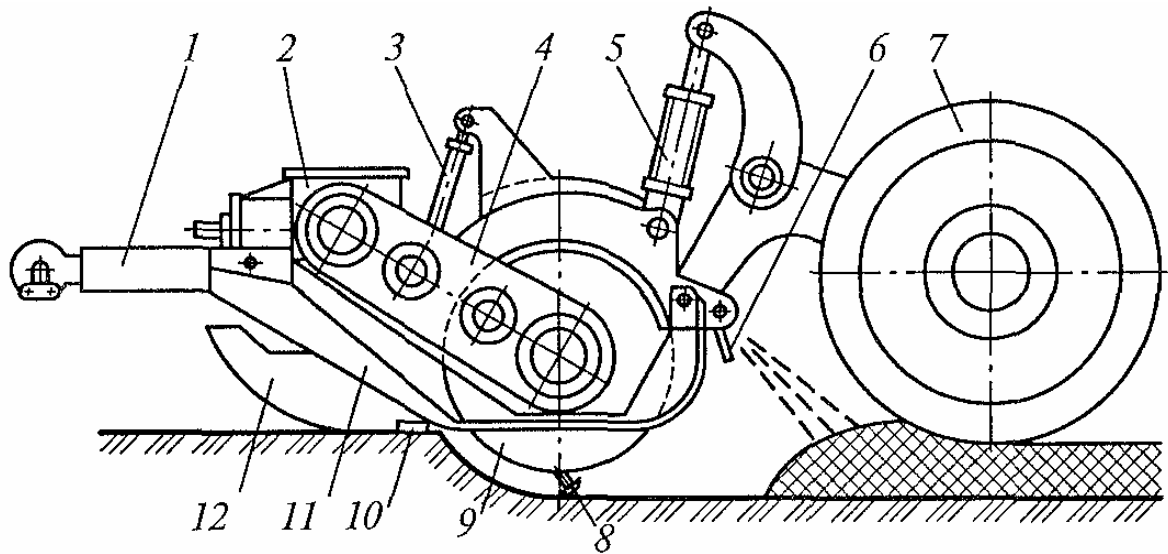


Рисунок 1.6 – Машина фрезерна лісова МЛФ-0,8: 1 – рама; 2 – редуктор конічний; 3 – гідроциліндр відбійної плити підтискання; 4 – редуктор циліндричний; 5 – гідроциліндр машини підйому; 6 – ґрати грабельні; 7 – колесо пневматичне опорне; 8 – ніж тарілчастий; 9 – барабан фрезерний; 10 – ніж протирізальний; 11 – лижа опорна; 12 – плита відбійна

Залежно від призначення фрезерні машини поділяються на садові, лісові, болотні, польові та просапні. За принципом виконання технологічного процесу розрізняють фрези поздовжнього, поперечного та вертикального фрезерування. Відповідно до конструкції робочих органів вони класифікуються на ножові та шнекові.

За способом агрегатування з тяговими засобами фрези можуть бути навісними, причіпними, напівпричіпними або самохідними. Самохідні машини найчастіше використовуються для виконання робіт з догляду за деревними та чагарниковими насадженнями.

У лісовому господарстві фрезерні машини застосовуються як для суцільного, так і для смугового або часткового обробітку ґрунту на вирубках, лісокультурних площах і в розсадниках. Для виконання цих робіт розроблено ряд спеціалізованих лісових фрез, серед яких найбільш поширеними є ФЛУ-0,8, ФЛШ-1,2, МЛФ-0,8, МФ-0,9 та інші моделі.

Проведений аналіз конструкцій, технологічних можливостей та експлуатаційних характеристик існуючих фрезерних машин дозволив обрати як базовий аналог для проєктованої машини лісову фрезу ФЛУ-0,8. Дана машина призначена для основного обробітку ґрунту, створення сприятливих умов для вирощування лісових культур, а також догляду за насадженнями, закладеними як висіванням насіння, так і висаджуванням садивного матеріалу. Конструктивні особливості та функціональні можливості фрези ФЛУ-0,8 найбільшою мірою відповідають вимогам, що ставляться до проєктованої лісової фрези зі збірним барабаном та механізмом додаткового притискання для роботи на твердих і задернілих ґрунтах.

2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок силових параметрів збірної фрези

Вибираємо за середовище робоче ґрунт III категорії, до якої відносяться супіски, суглинки, глини з пластичною густиною $1,65 \dots 1,95 \text{ г/м}^3$, маломіцний ракушняк:

- модуль деформації $E_d = 80 \text{ МПа}$;
- коефіцієнт поперечної деформації $\mu = 0,25$;
- питома вага ґрунту $\alpha = 16,5 \text{ кН/м}^3$;
- пористість ґрунту $n = 0,65$;
- вологість ґрунту $w = 15\%$;
- зчеплення ґрунту $c = 0,15 \text{ МПа}$;
- коефіцієнт зчеплення $K_z = 0,2$;
- швидкість подачі робочого органу $V_m = 0,05 \text{ м/с}$;
- кут сусідніми ріжучими елементами $\varphi = 90^\circ = 1,57 \text{ рад}$;
- радіус ріжучого елемента від вісі обертання $R = 0,35 \text{ м}$;
- кут тертя ґрунту по матеріалу ріжучого елемента $\beta = 20^\circ$.

Визначаємо коефіцієнт тертя ґрунту по матеріалу робочого органу:
 $f = \tan \beta = \tan 20^\circ = 0,36$.

Швидкість кутова робочого органу

$$\omega = 2\pi n = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,6 = 22,6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}. \quad (2.1)$$

Визначимо динамічну міцність ґрунту під час стискання за записом

$$\sigma_d = \frac{c}{K_z} = \frac{0,15 \cdot 10^6}{0,2} = 750000 \text{ Па}. \quad (2.2)$$

Відноснк деформацію визначаємо за записом

$$\varepsilon_d = \frac{\sigma_d}{E_d} \left(1 - \frac{2\mu}{1-\mu} \right) = \frac{0,75}{80} \left(1 - \frac{2 \cdot 0,25}{1-0,25} \right) = 0,03. \quad (2.3)$$

Визначаємо щільність ґрунту за записом:

$$I_0 = \frac{\gamma_y(1-n)(1+w)}{g} = \frac{16500(1-0,65)(1+0,15)}{10} = 664,13 \text{ кг/м}^3. \quad (2.4)$$

Швидкість деформації ґрунту за записом

$$u = \sqrt{\frac{E_x(1-\mu)}{I_0(1+\mu)(1-2\mu)}}; \quad (2.5)$$

$$u = \sqrt{\frac{80(1-0,25)}{664,13(1+0,25)(1-2\cdot 0,25)}} = 380,19 \text{ м/с}. \quad (2.6)$$

Опір питомий ґрунту руйнуванню

$$K_d = I_0 v^2 + \varepsilon_d \sigma_d, \quad (2.7)$$

де v – швидкість дії робочого органа на ґрунт визначаємо за записом

$$v = \sqrt{v_m^2 + R^2 + w^2} = \sqrt{0,05^2 + 0,35^2 + 22,6^2} = 7,9 \text{ м/с}. \quad (2.8)$$

Підставляючи отримане значення у запис формули отримаємо

$$K_d = \frac{\gamma_y}{g} (1-n)(1+w) v^2 + \sigma_d \varepsilon_d, \quad (2.9)$$

$$K_d = 664,4 \cdot 7,9^2 + 750000 \cdot 0,03 = 63948,4 \text{ Па}.$$

Глибину різання одним ножом визначаємо за записом

$$\Delta h = \frac{\varphi V_m R}{V} = \frac{1,57 \cdot 0,05 \cdot 0,35}{7,9} = 0,0035 \text{ м} = 3,5 \text{ мм}. \quad (2.10)$$

Площа контакту ножа з ґрунтом визначаємо за записом

$$S = B \cdot \Delta h, \quad (2.11)$$

де B – ширина ріжучого елемента, $B = 0,1 \text{ м}$.

$$S = 0,1 \cdot 0,0035 = 0,00035 \text{ м}^2.$$

Сила опору ґрунту руйнуванню

$$P_1 = \frac{u \cdot K_d \cdot S}{2 \cdot v \cdot K_a}, \quad (2.12)$$

де K_a – коефіцієнт гостроти робочого органа, $K_a = 1$.

$$P_1 = \frac{380,19 \cdot 63948,4 \cdot 0,00035}{2 \cdot 7,9 \cdot 1} = 538 \text{ Н.}$$

Показник питомого динамічного опору ґрунту визначаємо за записом

$$K_z = \frac{u \cdot K_z \cdot B \cdot h}{2f \cdot V \cdot K_z \cdot (B+2\Delta h)^2 m} = \frac{P_1}{f(B+2\Delta h)^2}; \quad (2.13)$$

$$K_z = \frac{538}{0,36 \cdot (0,1+2 \cdot 0,0035)^2} = 130531,83 \text{ Па.}$$

Додаткова спадаюча сила опору ґрунту руйнуванню визначаємо за записом

$$P_m = K_z \cdot \frac{m-1}{m} \cdot B \cdot h = 130531,83 \cdot 3 \cdot 0,0035 = 137 \text{ Н.} \quad (2.14)$$

Сила опору ґрунту руйнуванню диском збірної фрези

$$P = P_1 + P_m = 538 + 137 = 675 \text{ Н; } P = 0,7 \text{ кН.}$$

2.2 Розрахунок лісогосподарського агрегату на стійкість.

Під час експлуатації лісогосподарського агрегату можлива втрата його стійкості та виникнення небезпеки перекидання. Найбільш імовірною причиною такого явища є рух машини по схилу або під певним кутом до горизонтальної поверхні, коли відбувається зміщення центра мас відносно опорного контуру агрегату.

Оцінювання стійкості агрегату виконують у поздовжній вертикальній площині окремо для робочого та транспортного положень машини. Такий підхід дозволяє врахувати зміну розташування центра ваги та вплив робочого обладнання на рівновагу агрегату в різних режимах експлуатації.

Для робочого положення машини (рис. 2.1) під час розрахунку беруть до уваги основні сили, що впливають на її стійкість. До них належать сили взаємодії робочого органу з ґрунтом, які виникають у процесі заглиблення та розпушування ґрунтового середовища, а також сили тяжіння, зумовлені власною масою трактора, навісного обладнання та інших конструктивних

елементів агрегату. Врахування дії зазначених сил дає можливість визначити умови стійкої роботи машини та оцінити запас її безпеки під час виконання технологічних операцій.

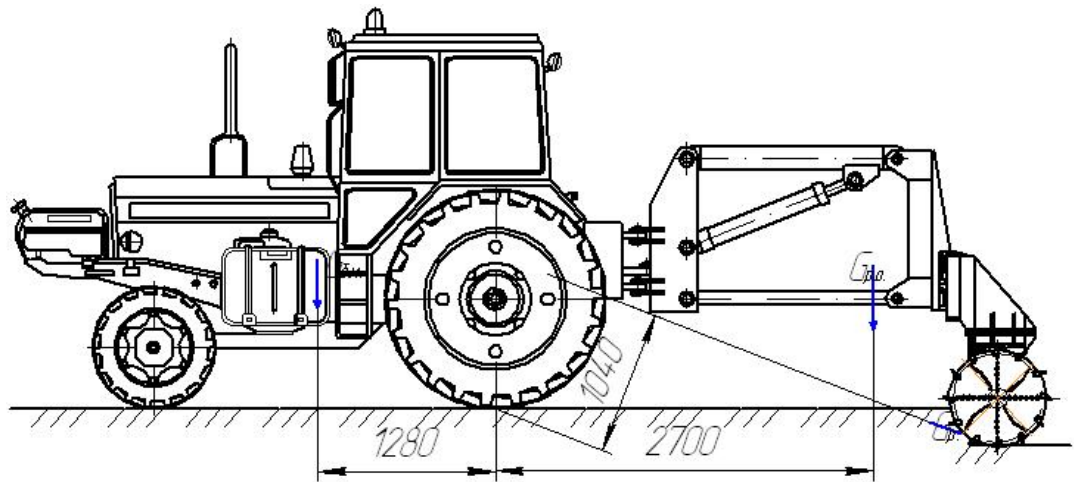


Рисунок 2.1 – Схема для визначення сил

Оцінювання стійкості агрегату виконують відносно осей можливого перекидання, які проходять через точки контакту коліс із опорною поверхнею. При русі трактора вгору схилом або під час роботи на горизонтальній ділянці в робочому положенні за вісь перекидання приймають лінію, що проходить через точки контакту задніх коліс із ґрунтом. У цьому випадку визначають умови, за яких агрегат зберігає рівновагу та не втрачає стійкості під дією зовнішніх навантажень.

Під час руху трактора вниз по схилу розрахунок виконують відносно осі, що проходить через точки контакту передніх коліс із поверхнею ґрунту. Такий підхід дає можливість оцінити вплив сил тяжіння та робочих навантажень на поздовжню стійкість машини й визначити граничні умови її безпечної експлуатації на похилих ділянках місцевості.

Під час розрахунку стійкості дотримуємось такої умови:

$$K_{ст} = \frac{M_{гтр}}{M_{пер}} \geq 1,15 \quad (2.15)$$

де $K_{ст}$ – коефіцієнт стійкості фрези

$M_{\text{утр}}$ – момент сил утримуючих;

$M_{\text{пер}}$ – момент сил перекидаючих.

Робоче положення.

де $M_{\text{утр}}$ – момент сил утримуючих;

$M_{\text{пер}}$ – момент сил перекидаючих.

$$M_{\text{утр}} = G_{\text{б.м}} l_1, \text{ кНм} \quad (2.16)$$

де $G_{\text{б.м}}$ – сила тяжіння агрегата, кН;

$G_{\text{р.о.}}$ – сила тяжіння диску, кН;

l_3, l_2 – плечі сил відповідних тяжіння, м.

l_1 – плече сил відповідних тяжіння, м.

$$G_{\text{б.м}} = 28,35 \text{ кН}; G_{\text{р.о.}} = 4,55 \text{ кН}; l_3 = 1,04 \text{ м}; l_2 = 2,7 \text{ м}; l_1 = 1,28 \text{ м}.$$

$$M_{\text{утр}} = 28,35 \cdot 1,28 = 36,28, \text{ кНм}$$

Тому, отримуємо момент $M_{\text{утр}} = 36,28 \text{ кНм}$.

$$M_{\text{пер}} = G_{\text{р.о.}} l_2 + G_{\text{р}} \cdot l_3, \text{ кНм} \quad (2.17)$$

де

$G_{\text{р}}$ – сила опору різання диска, кН;

$$G_{\text{р}} = 0,7 \text{ кН};$$

$$M_{\text{пер}} = 4,55 \times 2,7 + 0,7 \times 1,04 = 13,57 \text{ кНм}.$$

Отже, момент який перекидає рівний $M_{\text{пер}} = 13,57 \text{ кНм}$.

$$K_{\text{ст}} = \frac{36,28}{13,57} = 2,67$$

Тому, умова буде виконуватись $K_{\text{ст}} = 2,67 \geq 1,15$ і агрегат матиме абсолютну стійкість.

2.3 Розрахунок механізму підйому, опускання збірної фрези

Визначаємо потужність корисну, що витрачаємо на виконання роботи за записом

$$N_K = N_{\text{з}} \eta_{\text{пр.р.о.}} \quad (2.18)$$

де N_d – потужність двигуна, $N_d = 45,5$ кВт;

$\eta_{\text{пр.р.о}}$ – к.к.д. приводу і робочого обладнання, $\eta_{\text{пр.р.о}} = 0,6$.

$$N_K = 45,5 \cdot 0,6 = 27,3 \text{ кВт.}$$

Корисна потужність, споживана механізмом визначаємо за записом

$$N_2 = 0,3 N_K = 0,3 \cdot 27,3 = 8,19 \text{ кВт.} \quad (2.19)$$

Визначаємо потужність приводу насоса за максимальним числом суми усіх потужностей двигунів які одночасно діють

$$N_H = \frac{N_2}{\eta_{\text{гмн}} \cdot \eta_{\text{гмц}}}, \quad (2.20)$$

де $\eta_{\text{гмн}}$ – к.к.д. насоса гідромеханічного, $\eta_{\text{гмн}} = 0,9$;

$\eta_{\text{гмц}}$ – к.к.д. циліндру гідромеханічного, $\eta_{\text{гмц}} = 0,95$.

$$N_H = \frac{8,19}{0,9 \cdot 0,95} = 9,5 \text{ кВт.}$$

За потужністю насоса 9,5 кВт вибрано гідромеханічний шестеренчастий насос НШ-16-13. Тиск номінальний в гідросистемі $P_H = 20$ МПа. Подача насоса $Q_H = 45$ л/хв. Обертання частота валу насоса $n_H = 1750$ об/хв.

2.4 Розрахунок ефективної потужності збірної фрези

Потужність, яку використовуємо на здійснення процесу робочого ґрунтооброблюючого органа (потужність ефективна), є сумарна, яку використовуємо на різання і подачу

$$N_e = N_{\text{ер}} + N_{\text{ен}}. \quad (2.21)$$

Потужність ефективна різання визначаємо за записом

$$N_{\text{ер}} = M_p \cdot \omega, \quad (2.22)$$

де M_p – момент крутний на валу диска.

$$M_p = P \cdot R = 0,7 \cdot 0,35 = 0,245 \text{ кН} \cdot \text{м.} \quad (2.23)$$

Підставляємо отримане число у запис формули для визначення N_{ep} потужності різанню

$$N_{ep} = 0,245 \cdot 22,6 = 5,54 \text{ кВт.}$$

Ефективну потужність подавання знаходимо за записом

$$N_{en} = P \cdot V_m = 0,7 \cdot 0,05 = 0,035 \text{ кВт.} \quad (2.24)$$

Загальна ефективна потужність

$$N_e = 5,54 + 0,035 = 5,6 \text{ кВт.}$$

Енергоємність різання ґрунту без врахування втрат на опір у всіх вузлах передаточних механізмів, визначаємо за записом

$$\epsilon_F = \frac{N_e}{V_m \cdot B_T \cdot H_T} = \frac{5,6}{0,05 \cdot 0,7 \cdot 0,5} = 320 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^3/\text{с}} = 0,088 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3}. \quad (2.25)$$

Загальна потужність робочого процесу буде така

$$N_x = \frac{N_{ep}}{\eta_p} + \frac{N_{en}}{\eta_n}, \quad (2.26)$$

де η_p – к.к.д. передаючих механізмів ґрунтообробного органу,

$$\eta_p = 0,82;$$

η_n – к.к.д. передаточних механізмів трансмісії, $\eta_n = 0,85$.

$$N_x = \frac{5,54}{0,82} + \frac{0,035}{0,85} = 6,8 \text{ кВт.}$$

Дійсна енергоємність процесу розробки ґрунту визначаємо записом

$$\epsilon_x = \frac{N_x}{V_m \cdot B_m \cdot H_T} = \frac{6,8}{0,05 \cdot 3600 \cdot 0,7 \cdot 0,5} = 0,108 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3}. \quad (2.27)$$

Продуктивність дискової фрези визначаємо за записом

$$\Pi = 3600 \cdot V_m \cdot H_T \cdot B_T = 3600 \cdot 0,05 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 63 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}. \quad (2.28)$$

Нормальне зусилля різання ґрунту визначаємо за записом:

$$N = P_1 \cdot \text{ctg}(\alpha + \beta), \quad (2.29)$$

де α – кут різання.

$$N = 538 \cdot \text{ctg}(30 + 20) = 451,4 \text{ Н.}$$

Розрахувавши потужність робочого процесу $N_d = 6,8$ кВт, виберемо гідромотор 309.32 регульований, аксіально-поршневий.

2.5 Дослідження процесу роботи лісового агрегату з фрезою

Згідно стандартів, основними показниками роботи лісового агрегату з фрезою що враховують і витрату пального: $G_{10\text{ км}}$ – витрата пального під час проходження 10 км, л/100 км; $G_{1\text{ км}}$ – витрата пального під час проходження 1 км, л/100 км; G_{60} – середня витрата пального до моменту досягнення трактором швидкості 6 км/год, л/мг.

Нижче подані залежності графічних змін часу роботи і витрати пального від зміни потужності $N_{e\text{ max}}$ (рис. 2.2) та зміни величини передатного числа головної передачі u_0 (рис. 2.3).

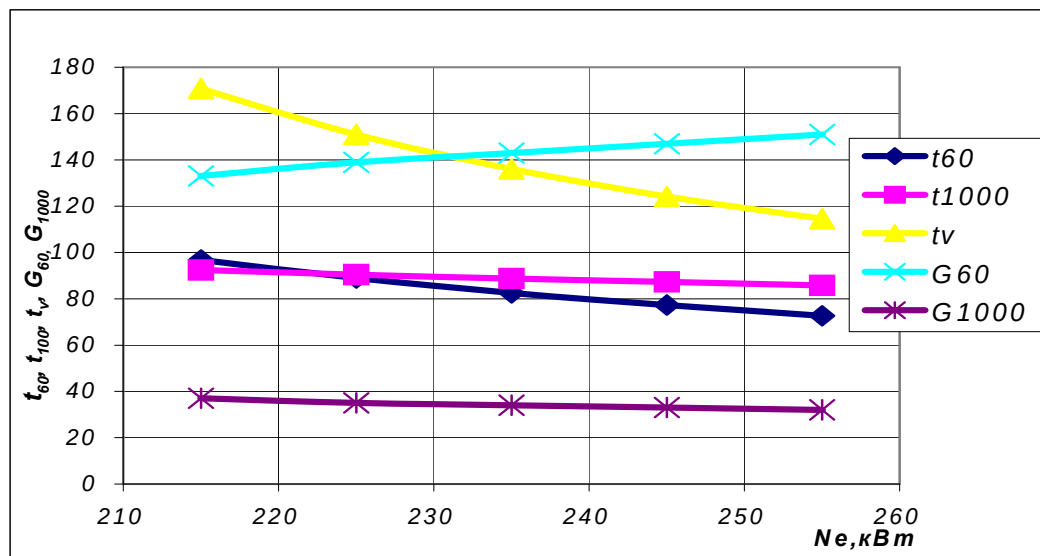


Рисунок 2.2 – Результати розрахунку показників роботи за допомогою імітаційної моделі (зміна потужності)

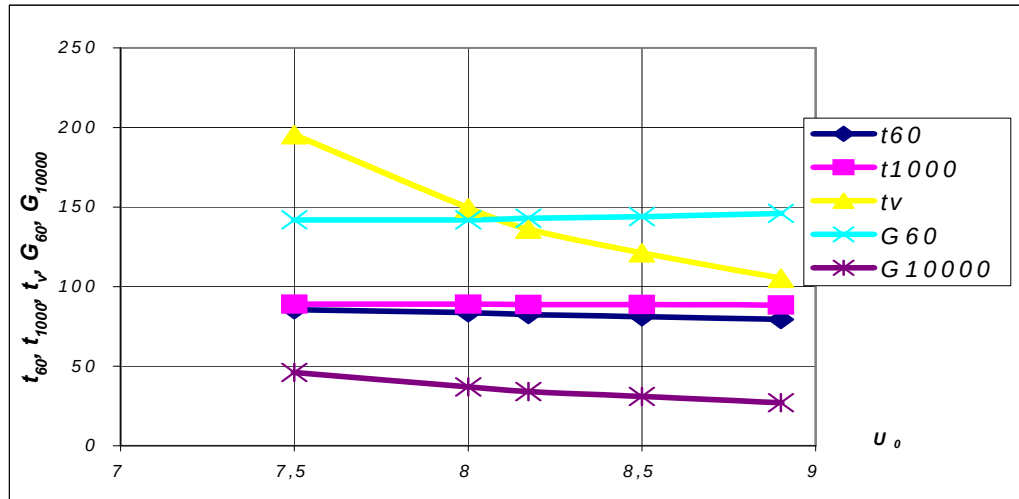


Рисунок 2.3 – Результати розрахунку показників роботи за допомогою імітаційної моделі (зміна передатного числа головної передачі)

Проаналізувавши залежності зміни часу роботи і витрати пального від зміни потужності (рис. 2.2), можна зробити висновок, що витрата пального є прямо пропорційною потужності, а час роботи – обернено пропорційний. Тому на практиці шукають оптимальний варіант їх поєднання.

Як видно з рис. 2.3, потрібно шукати оптимальне значення передатного числа головної передачі u_0 для застосування під час роботи.

2.6 Обґрунтування побудови схем машини

2.6.1 Обґрунтування схеми функціональної

Функціональна схема розроблена для наочного відображення процесів, що відбуваються під час розпушування ґрунту за допомогою технологічного обладнання лісогосподарського агрегату. Вона дає можливість детально вивчити принцип роботи машини, взаємодію її основних вузлів і механізмів, а також використовується під час налагодження, технічного обслуговування та виконання ремонтних робіт.

Лісогосподарський агрегат призначений для механізованого розпушування важких, ущільнених і задернілих ґрунтів. Під час роботи енергія від двигуна базового трактора передається на робочі органи машини через відповідні механізми приводу, забезпечуючи виконання технологічного процесу обробки ґрунту. Робочий орган, взаємодіючи з ґрунтовим середовищем, здійснює його розпушування, подрібнення та перемішування, створюючи сприятливі умови для подальших лісогосподарських робіт.

Структурна схема функціонування агрегату наведена на рис. 2.4. На ній відображено взаємозв'язок основних елементів машини, послідовність передачі енергії та керуючих впливів, а також взаємодію робочого обладнання з ґрунтом під час виконання технологічного процесу.

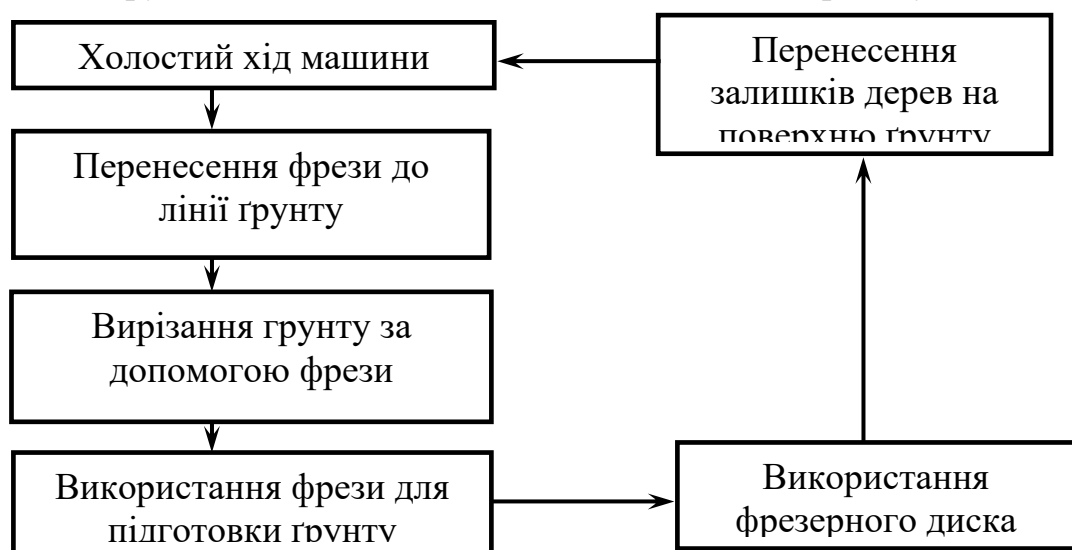


Рисунок 2.4 – Структурна схема роботи лісогосподарського агрегату

Технологічний процес роботи лісогосподарського агрегату на розкорчованій ділянці здійснюється в певній послідовності. Перед початком виконання робіт оператор-тракторист встановлює машину в такому положенні, яке забезпечує добру видимість напрямку руху та робочої зони. Після цього робочий орган – фреза – за допомогою гідросистеми опускається до контакту з поверхнею ґрунту та заглиблюється на необхідну глибину.

У разі наявності перед агрегатом порубкових залишків, гілок або інших деревних решток їх переміщують убік за допомогою відвала, очищаючи смугу для подальшого проходження машини. Під час поступального руху агрегату робочий орган здійснює розпушування та подрібнення ґрунту. Залежно від умов роботи та характеристик ділянки оператор регулює положення фрези, виконуючи її додаткове заглиблення або піднімання для забезпечення необхідної якості обробітку.

Зазначені операції послідовно повторюються на кожній робочій смузі до повного завершення розпушування запланованої ділянки. Така організація технологічного процесу забезпечує ефективне використання машини, рівномірний обробіток ґрунту та створення належних умов для виконання подальших лісогосподарських робіт.

На основі розробленої структурної схеми роботи агрегату (рис. 2.4) побудовано функціональну схему, яка наведена в графічній частині кваліфікаційної роботи (рис. 2.5). Функціональна схема відображає взаємодію основних вузлів і механізмів машини, а також послідовність виконання технологічних операцій під час її роботи.

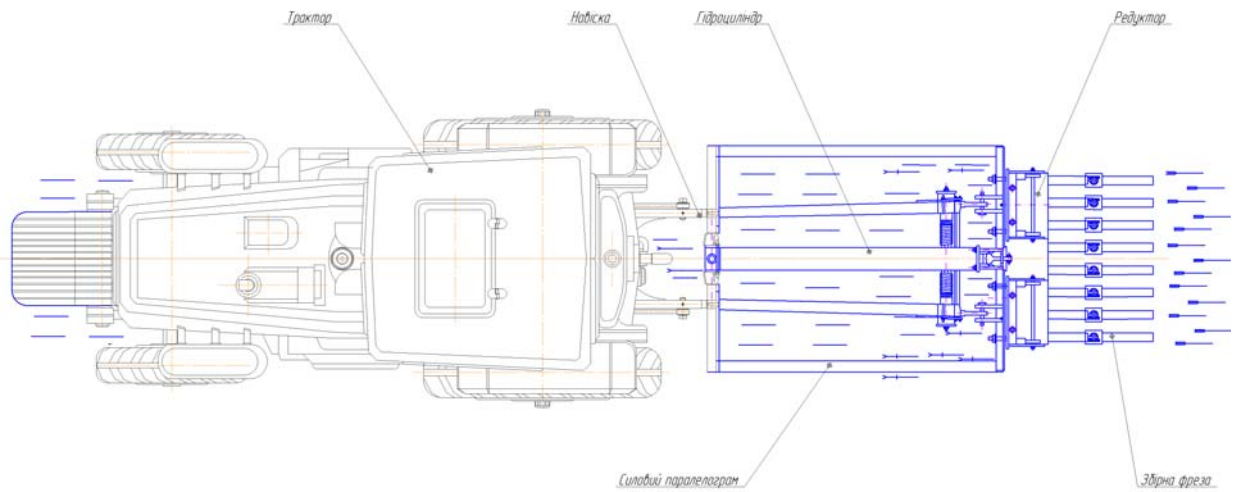


Рисунок 2.5 – Функціональна схема лісогосподарського агрегату

2.6.2 Обґрунтування схеми гідравлічно кінематичної

Піднімання та опускання розпушувального обладнання здійснюється парою гідроциліндрів, які встановлені по діагоналі в паралелограмному механізмі навісного пристрою штоками догори. Гідроциліндри мають діаметр поршня 120 мм і робочий хід 500 мм. У вушку штока змонтовано шарнірний підшипник типу ШС-50, який компенсує незначні перекоси, що можуть виникати під час монтажу та експлуатації обладнання. За допомогою рукавів високого тиску гідроциліндри підключені до гідросистеми трактора з розімкненим контуром циркуляції робочої рідини (рис. 3.3). До складу цієї системи входять гідробак, шестеренчастий насос НШ-98, трисекційний гідророзподільник із блоком запобіжних клапанів та система фільтрації. Конструкція гідросистеми забезпечує незалежне керування гідроциліндром збірної фрези, обладнаним гідрозамком, що підвищує надійність фіксації робочого органу в заданому положенні.

Гідропривід навісного технологічного обладнання (рис. 2.6) включає шестеренчастий насос НШ-98, гідророзподільник Р-75-150, гідроциліндри керування відвалом і розпушувальним обладнанням, бак для робочої рідини, фільтрувальні елементи та запобіжно-регулювальну арматуру.

Привід насоса НШ-98 здійснюється безпосередньо від двигуна трактора. Насос встановлений на лівому боці роздавальної коробки та з'єднаний трубопроводами з гідробаком і гідророзподільником. На його шліцьовому валу передбачена кулачкова муфта, яка забезпечує ввімкнення та вимкнення насоса залежно від режиму роботи агрегату.

Гідробак із фільтром розташований над насосом. Для спрощення заправлення системи робочою рідиною заливна горловина винесена у зручне для обслуговування місце. Контроль рівня рідини здійснюється через оглядове вікно, встановлене у верхній частині бокової стінки бака.

Після проходження через виконавчі механізми навісного обладнання робоча рідина надходить до гідророзподільника, а далі через фільтр, розташований у зоні заливної горловини, повертається до бака. Для компенсації зміни об'єму рідини та підтримання нормального тиску повітря бак обладнаний сапуном із фільтрувальним елементом. У нижній частині бака передбачена зливна пробка, яка використовується для видалення робочої рідини під час технічного обслуговування або ремонту гідросистеми.

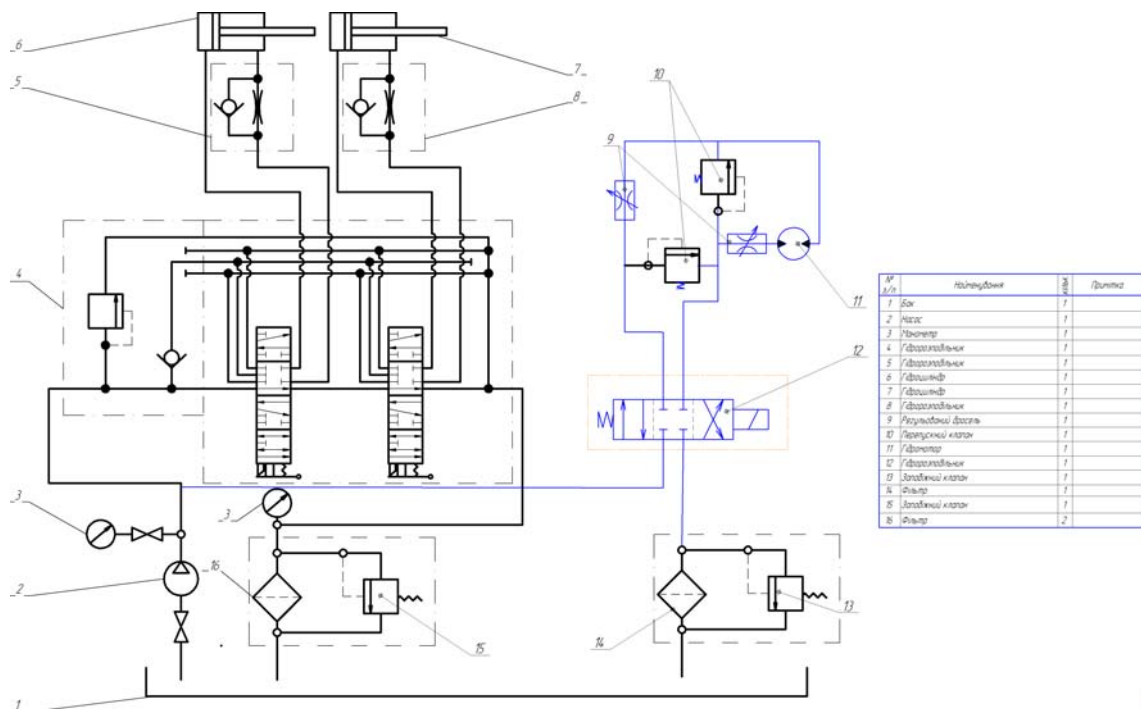


Рисунок 2.6 – Схема гідравлічна лісогосподарського агрегату

Переміщення фрези здійснюється за допомогою поршневого гідроциліндра двосторонньої дії, який забезпечує її піднімання та опускання відповідно до вимог технологічного процесу. Зміна просторового положення робочого органу виконується механізмом повороту, привід якого здійснюється від гідромотора. Така конструкція дозволяє регулювати кут нахилу фрези та забезпечує ефективне виконання робіт у різних виробничих умовах.

Для керування виконавчими механізмами навісного обладнання застосовується трисекційний гідророзподільник Р-75-150. Його конструкція передбачає кулькову фіксацію золотників у всіх робочих положеннях, а також автоматичний механізм повернення золотників у нейтральне положення після завершення робочої операції. Керування золотниками здійснюється за допомогою важелів, розташованих у кабіні трактора, що забезпечує зручність роботи оператора.

Для контролю технічного стану системи очищення робочої рідини між гідробаком і гідророзподільником встановлюється індикатор забруднення фільтра. Збільшення рівня рідини в індикаторі свідчить про зростання опору фільтрувального елемента та необхідність його очищення або промивання.

У гідросистемі навісного технологічного обладнання як робочу рідину використовують моторні мастила, вибір яких залежить від пори року та температурних умов експлуатації. У теплий період рекомендується застосовувати мастила марок М10Г (ТУ 38-1-211-68) або М10В (ТУ 38-1-210-68). У зимовий період використовують мастило М8Г (ТУ 38-1-01-46-70) або дизельне мастило ДС-8 (М8В) відповідно до вимог ГОСТ 8581-78. Використання зазначених робочих рідин забезпечує надійну роботу гідросистеми та збереження її експлуатаційних характеристик у різних кліматичних умовах.

2.6.3 Обґрунтування схеми принципової

Принципова схема є базовим конструкторським документом, на основі якого виконують подальшу розробку технічної документації. Її створення здійснюється з використанням інформації, отриманої під час розроблення функціональної та гідравлічної схем машини.

Конструктивне компоновання агрегату виконане з урахуванням вимог технологічності виготовлення, зручності технічного обслуговування та ремонту, можливості контролю технічного стану вузлів, забезпечення вільного доступу до основних елементів, простоти приводу і систем керування. Крім того, конструкція забезпечує необхідний рівень надійності, безпеки експлуатації, захисту від впливу зовнішніх чинників та придатність до транспортування.

Лісогосподарський агрегат призначений для механізованого розпушування щільних і важких ґрунтів. Робоче обладнання представлене збірною фрезою, оснащеною зубами, ножами та подрібнювальними елементами, які забезпечують ефективне руйнування і розпушування ґрунтового шару.

Як силову установку використано двигун Д-65. Це чотиритактний восьмициліндровий двигун із V-подібним розташуванням циліндрів. Його максимальна потужність становить 44,5 кВт. Для підтримання оптимального температурного режиму роботи передбачена рідинна система охолодження. Двигун відповідає екологічним вимогам стандарту Євро-3.

Електрообладнання трактора виконане за однопровідною схемою та працює на постійному струмі напругою 12 В. Захист електричних кіл від перевантажень і коротких замикань забезпечується блоком плавких запобіжників.

У передній частині машини встановлено додатковий паливний бак, що сприяє збільшенню запасу пального та тривалості безперервної роботи агрегату. Збірна фреза приєднується до трактора за допомогою навісного

кронштейна, а її робоче положення змінюється за допомогою гідроциліндра, який входить до складу системи керування.

Кабіна оператора виконана суцільнометалевою, одномісною та герметизованою. Для підвищення безпеки праці вона обладнана каркасом захисту, що забезпечує необхідний рівень безпеки під час виконання технологічних операцій.

На основі функціональної та гідравлічної схем, а також з урахуванням встановлених габаритних розмірів агрегату, розроблено принципову схему машини, яка наведена на рис. 2.7.

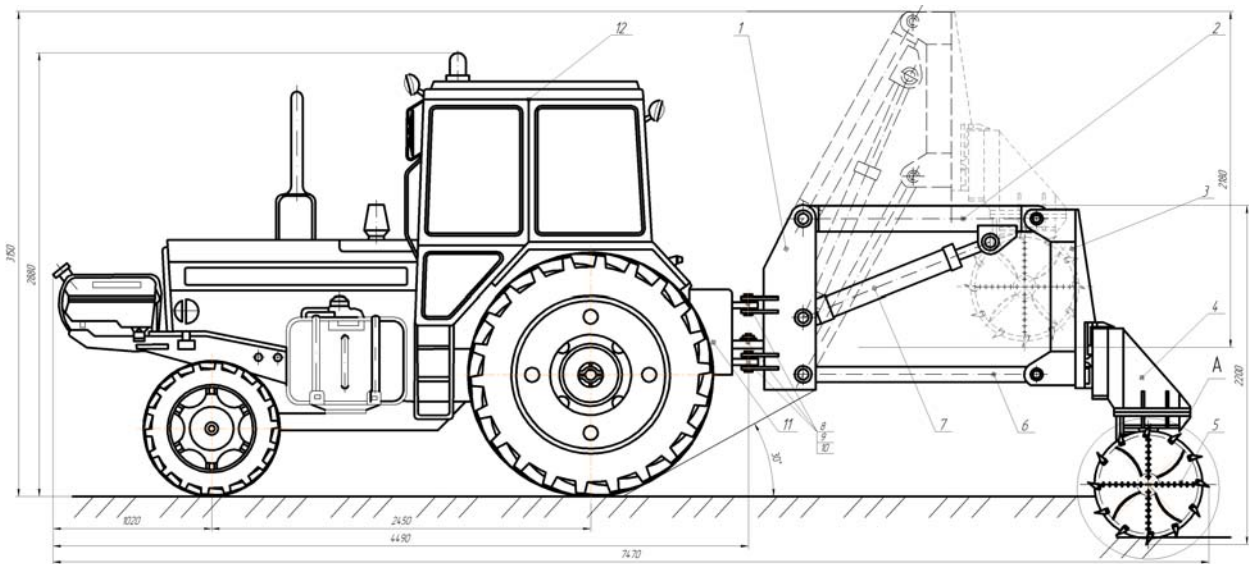


Рисунок 2.7 – Принципова схема машини: 1 – балка; 2 – верхня тяга; 3 – поворотна колона; 4 – редуктор; 5 – збірна фреза; 6 – нижня тяга; 7 – вісь; 8 – вушко; 9 – шпилька; 10 – гідроциліндр; 11 – навіска; 12 – трактор

Принципову схему машини розроблено на основі компоувальної схеми з урахуванням взаємного розташування основних вузлів, механізмів та систем агрегату. Схема наведена у графічній частині кваліфікаційної роботи та відображає конструктивну будову машини, принцип взаємодії її елементів і послідовність передачі зусиль та енергії між окремими вузлами.

Після визначення основних конструктивних і технологічних параметрів збірної фрези та її встановлення на базову машину сформовано лісогосподарський агрегат, який відповідає поставленим технічним вимогам. Запропонована конструкція забезпечує ефективне розпушування щільних і задернілих ґрунтів, надійну роботу робочих органів, достатню продуктивність, зручність керування та безпечні умови експлуатації. Виконані конструктивні рішення дозволяють використовувати агрегат у різних виробничих умовах, забезпечуючи необхідну якість обробітку ґрунту та підвищення ефективності виконання лісогосподарських робіт.

3 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОЗРОБЛЕНОЇ МАШИНИ

3.1 Заходи з підготовки машини до роботи

Перед введенням нової машини в експлуатацію необхідно виконати комплекс підготовчих операцій, спрямованих на забезпечення її надійної та безпечної роботи. Насамперед проводять розконсервацію відповідно до вимог ГОСТ 9.014-78. Для цього із зовнішніх поверхонь видаляють консерваційне мастило, захисні плівки, чохла та інші елементи, що використовувалися під час зберігання і транспортування.

Після розконсервації виконують огляд машини, перевіряють стан кріпильних елементів і, за необхідності, здійснюють регулювальні роботи. Усі передбачені конструкцією ємності заповнюють відповідними робочими рідинами та паливом. Контакти електрообладнання очищають від забруднень і окиснень, після чого підключають акумуляторну батарею.

Для підготовки пускового двигуна до роботи в його циліндр заливають близько 50 г суміші бензину з мастилом і прокручують колінчастий вал доти, доки через зливний краник не буде повністю видалене консерваційне мастило з картера. Після цього вмикають приводну шестерню редуктора та муфту зчеплення пускового двигуна. Колінчастий вал дизельного двигуна прокручують на декілька обертів і, переконавшись у відсутності сторонніх опорів та вільному обертанні, вимикають муфту зчеплення.

Запуск двигуна виконують у визначеній послідовності. Спочатку важіль перемикання передач встановлюють у нейтральне положення, після чого відкривають паливні крани дизельного та пускового двигунів. Для видалення повітря з паливної системи проводять її прокачування. Важіль керування паливним насосом переводять у крайнє переднє положення, що відповідає повному припиненню подачі палива. Після ввімкнення електроживлення повинна засвітитися контрольна лампа. Далі частково закривають повітряну заслінку карбюратора і запускають пусковий двигун.

Пусковий двигун повинен працювати протягом 1,5–2 хвилин до досягнення стабільного тиску мастила в системі дизельного двигуна не менше 0,05 МПа. Після цього вмикають муфту зчеплення редуктора та протягом приблизно однієї хвилини прокручують колінчастий вал дизеля без подачі палива. Лише після попереднього прокручування вмикають подачу палива та запускають дизельний двигун. Після успішного запуску дизеля пусковий двигун вимикають.

На завершальному етапі підготовки перевіряють герметичність гідравлічної та пневматичної систем, усувають можливі підтікання робочих рідин, виконують змащування всіх вузлів відповідно до карти мащення та проводять обкатку технологічного обладнання. Обкатування починають з роботи механізмів на холостому ході з поступовим переходом до робочих режимів. Після завершення обкатки повторно контролюють рівень мастила в баку гідросистеми та за потреби доливають його до нормативного значення.

Експлуатація машини повинна здійснюватися з дотриманням установлених вимог безпеки. Запуск дизельного двигуна без попереднього прокручування колінчастого вала не допускається. Робота двигуна за тиску мастила нижче 0,1 МПа на мінімальній частоті обертання також забороняється, оскільки це може призвести до прискореного зношування деталей та виходу силової установки з ладу.

3.2 Правила експлуатації та регулювання

У процесі експлуатації лісогосподарського агрегату під дією різноманітних зовнішніх і внутрішніх факторів можуть виникати несправності окремих вузлів та механізмів. Наслідком таких відмов є погіршення експлуатаційних показників машини, зниження потужності двигуна, збільшення витрат палива та мастильних матеріалів, а також зменшення загальної надійності агрегату.

Основними причинами виникнення несправностей є порушення правил експлуатації, недостатня якість виготовлення або ремонту деталей і вузлів, а також наявність конструктивних недоліків окремих елементів машини.

Обсяг розбирально-складальних робіт під час ремонту технологічного обладнання визначають залежно від характеру пошкодження, технічного стану агрегатів та прийнятого способу відновлення працездатності машини.

Демонтаж і встановлення зубів робочого органу необхідно виконувати із застосуванням вантажопідіймальних механізмів, що забезпечують безпечне проведення ремонтних операцій та запобігають травмуванню обслуговуючого персоналу.

Для повного розбирання гідроциліндра з метою очищення його деталей від забруднень виконують послідовність операцій. Спочатку шток висувають приблизно на половину робочого ходу. Після цього відкручують кріпильний гвинт і знімають гайку. Далі зі циліндра виймають шток у зборі з поршнем та втулкою. Потім витягують штифт і демонтують провушину.

Наступним етапом є зняття зі штока гайки, втулки з ущільнювальним гумовим кільцем, захисного кільця та ущільнення штока. Після цього видаляють стопорне кільце, відкручують гайку і демонтують поршень разом із напрямними та ущільнювальними кільцями. Із поршня знімають усі кільця та напрямні елементи, а зі штока демонтують ущільнювальне кільце.

Далі виконують зняття манжет і стопорних кілець із провушин. Із втулки видаляють ущільнювальні кільця, демонтують кільце ущільнення та ущільнення штока. З гайки знімають стопорне кільце і брудочисник.

Після завершення розбирання всі деталі гідроциліндра транспортують до місця очищення, де виконують їх ретельне очищення від бруду, залишків мастила та інших забруднень. Після перевірки технічного стану деталей здійснюють складання гідроциліндра у зворотній послідовності та його подальший монтаж на машину.

3.3 Технічне обслуговування

Під час експлуатації лісогосподарського агрегату необхідно систематично виконувати технічне обслуговування відповідно до встановленого регламенту. До складу обслуговування входять щоденне технічне обслуговування (ЩТО), технічне обслуговування №1 (ТО-1), яке проводять через кожні 60 мотогодин роботи, технічне обслуговування №2 (ТО-2) через 240 мотогодин, технічне обслуговування №3 (ТО-3), а також сезонне обслуговування.

Перед початком будь-якого виду технічного обслуговування машину необхідно очистити від бруду, пилу, рослинних решток та гілок. Особливу увагу слід приділити очищенню місць, що підлягають контролю та перевірці.

Щоденне технічне обслуговування передбачає перевірку рівня мастила в картері двигуна та охолоджувальної рідини в системі охолодження з подальшим доливанням за необхідності. Одночасно контролюють роботу двигуна, органів керування, гальмівної системи, світлової та звукової сигналізації. Перевіряють стан кріплення горизонтального шарніра та мостів, а в разі послаблення виконують підтягування кріпильних елементів.

Проводять зовнішній огляд агрегатів і вузлів технологічного обладнання, оцінюють стан гідравлічних рукавів і повітряних магістралей. Виконують змащування елементів підвіски, пальців тяг та шарнірних з'єднань корпусу захвата. Через оглядове скло контролюють рівень робочої рідини в баку гідросистеми. Додатково перевіряють надійність кріплення кронштейнів рами та за необхідності усувають послаблення з'єднань.

Після запуску двигуна здійснюють перевірку роботи технологічного обладнання без навантаження. Контролюють комплектність інструментів та їх правильне розміщення в інструментальному ящику. Особливу увагу приділяють роботі захватного пристрою та технічному стану трубопроводів гідросистеми. Стан двигуна оцінюють візуально та за характером його роботи. Також перевіряють справність гідроциліндрів розпушувального

обладнання та роботу розподільного крана гідросистеми під час переведення його в різні положення. Після завершення огляду технологічне обладнання очищають від бруду, мастила та порубкових залишків.

Шляхом огляду й легкого обстукування перевіряють стан зовнішніх кріплень надрамника, направляючих зубів, пальців кронштейнів та інших відповідальних з'єднань. Додатково контролюють відсутність підтікання мастила з агрегатів і вузлів технологічного обладнання та витоків повітря з пневматичної системи.

Під час виконання ТО-1, окрім операцій щоденного обслуговування, перевіряють і за потреби регулюють натяг приводних пасів вентилятора, генератора та компресора. Контролюють тиск повітря в шинах, рівень мастила в коробці передач, редукторі валу відбору потужності та баку гідросистеми рульового керування. Також здійснюють огляд акумуляторної батареї, очищають її поверхню та вентиляційні отвори, а за необхідності доливають дистильовану воду.

Технічне обслуговування ТО-2 включає весь перелік робіт ЩТО та ТО-1, а також додаткові операції. Перевіряють і регулюють теплові зазори між клапанами та коромислами газорозподільного механізму двигуна, а також муфту зчеплення редуктора пускового двигуна. З паливного бака і фільтра грубого очищення видаляють відстій, промивають перший ступінь фільтра тонкого очищення палива. Очищають клеми акумуляторної батареї та наконечники проводів від окислення. Виконують контроль і підтягування різьбових з'єднань, а також перевіряють роботу і хід штоків гідроциліндрів.

ТО-3 виконують у спеціалізованих ремонтних майстернях. До його складу входять усі роботи попередніх видів обслуговування та додаткові операції. Якщо машина відпрацювала близько 2000 мотогодин, проводять комплексне діагностування основних вузлів і систем. Перевіряють та за необхідності регулюють стоянкові гальма, підшипники ведучих шестерень головних передач мостів і колісних редукторів.

Під час обслуговування системи живлення замінюють фільтрувальні елементи та елементи тонкого очищення палива з обов'язковим промиванням внутрішніх порожнин. За необхідності регулюють паливний насос і форсунки, після чого перевіряють кут випередження впорскування палива та правильність під'єднання трубопроводів високого тиску. Також промивають кришку й фільтр паливного бака. Стартер демонтують та передають у ремонтну майстерню для проведення профілактичного обслуговування.

Контролюють ступінь зарядженості акумуляторної батареї, а за потреби виконують її заряджання або заміну. Проводять огляд електропроводки, відновлюють пошкоджену ізоляцію та очищають стічні отвори в кришках генератора. Крім того, перевіряють зазор між електродами свічок і контактами переривника магнето та виконують їх регулювання.

Сезонне технічне обслуговування виконують одночасно з черговим плановим ТО під час переходу до літнього або зимового режиму експлуатації. Умовною межею між сезонами прийнято температуру навколишнього середовища $+5^{\circ}\text{C}$. Окрім робіт, передбачених черговим технічним обслуговуванням, здійснюють заміну мастильних матеріалів і палива на марки, рекомендовані для відповідного сезону.

Щільність електроліту акумуляторної батареї доводять до значень, що відповідають кліматичним умовам експлуатації. Перед початком зимового періоду воду в системі охолодження замінюють антифризом, встановлюють і перевіряють роботу передпускового підігрівача. Додатково контролюють технічний стан шарнірних з'єднань навісного обладнання.

Під час сезонного обслуговування також демонтують маточини разом із гальмівними барабанами, виконують їх очищення та перевіряють стан гальмівних колодок, накладок і підшипників коліс. За необхідності регулюють зазори між гальмівними колодками та барабанами. Перевіряють надійність кріплення гальмівних камер до кронштейнів і виконують змащування всіх поверхонь тертя та рухомих з'єднань машини.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Кваліфікаційна робота бакалавра, присвячена удосконаленню лісової фрези зі збірним барабаном та механізмом додаткового притискання для роботи на твердих і задернілих ґрунтах, підтвердила доцільність застосування запропонованих конструктивних рішень та їх ефективність у процесі механізованого обробітку ґрунту. У ході виконання роботи проведено комплекс теоретичних, конструктивних, технологічних та експлуатаційних досліджень, за результатами яких сформульовано такі висновки:

1. Проведено аналіз сучасних технологій механізованого обробітку ґрунту в лісовому господарстві та встановлено перспективність використання фрезерних робочих органів для підготовки ділянок із твердими та задернілими ґрунтами: супіски, суглинки, глини з пластичною густиною $1,65 \dots 1,95 \text{ г/м}^3$.

2. Досліджено конструкції існуючих лісових фрез і машин-аналогів, що дозволило визначити основні напрями вдосконалення робочого обладнання, сила опору ґрунту руйнуванню диском збірної фрези $P=0,7 \text{ кН}$ та обґрунтувати вибір конструктивної схеми проєктованої машини.

3. Розроблено конструкцію лісової фрези зі збірним барабаном та механізмом додаткового притискання, яка забезпечує ефективніше заглиблення робочих органів у щільні ґрунти та підвищує стабільність технологічного процесу умова стійкості буде виконуватись $K_{\text{ст}} = 2,67 \geq 1,15$ і агрегат матиме абсолютну стійкість.

4. Обґрунтовано використання трактора ЮМЗ-6АКЛ як базової машини для агрегування фрези, що забезпечує необхідні тягові та експлуатаційні характеристики агрегату за потужністю насоса $9,5 \text{ кВт}$ вибрано гідромеханічний шестеренчастий насос НШ-16-13. Тиск номінальний в гідросистемі $P_H = 20 \text{ МПа}$. Подача насосу $Q_H = 45 \text{ л/хв}$. Обертання частота валу насосу $n_H = 1750 \text{ об/хв}$.

5. Виконано інженерні розрахунки основних параметрів лісогосподарського агрегату, робочого органу, навісного обладнання та елементів гідравлічної системи $N_d = 6,8$ кВт, вибрали гідромотор 309.32 регульований, аксіально-поршневий, що підтвердило роботоздатність запропонованої конструкції.

6. Встановлено, що застосування механізму додаткового притискання сприяє покращенню якості розпушування ґрунту, підвищенню ефективності використання потужності трактора та зниженню втрат робочого часу.

7. Розроблено структурну, функціональну та принципову схеми машини, які відображають взаємодію її основних вузлів і забезпечують реалізацію заданого технологічного процесу.

8. Розглянуто організацію виконання робіт із використанням проєктованого агрегату та визначено раціональні режими його експлуатації, що дозволяє підвищити продуктивність і зменшити експлуатаційні витрати.

9. Розроблено систему технічного обслуговування лісогосподарського агрегату, яка включає щоденні, періодичні та сезонні заходи, спрямовані на підтримання його роботоздатності та надійності.

10. Запропоновано комплекс заходів з охорони праці та безпеки експлуатації, що забезпечує безпечні умови роботи оператора, підвищує надійність функціонування машини та відповідає чинним нормативним вимогам можна зробити висновок, що витрата пального є прямо пропорційною потужності, а час роботи – обернено пропорційний.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білик Б.В., Адамовський М.Г. Проектування самохідних лісових машин: Вибір параметрів, компоновання і тяговий розрахунок: Навч. посібник. – Львів ЗУКЦ, 2014. – 160 с.: іл. 94, табл. 55.
2. Білоус М. М., Виговський А. Ю. Лісові дороги і транспорт лісу : підручник. К. : ПЦ «КОМПРИНТ», 2023. 436 с.
3. Виговський А.Ю., Білоус М.М. Механізація лісогосподарських робіт : навч. посібник. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2020. 576 с.
4. Гірс О.А., Новак Б.І., Кашпор С.М. Лісовпорядкування.– К: Арістей, 2005.-380 с.
5. Гриб В. М., Сендонін С. Є. та ін. Основи лісоексплуатації : навч. посібник. Ч. 2. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2021. 288 с.
6. Гусаренко М.П. Механізація лісогосподарських робіт: навч. посібник / М.П. Гусаренко, С.О. Дьяконов, А.М. Пахучий. – Х.:ФОП Бровін О.В., 2016. – 166 с.
7. Зима І.М., Малюгін Т.Т. Механізація лісогосподарських робіт: Підручник. 4-е вид., перероб. і доп. К. Фірма «ІНКОО. 2006. 488 с.
8. Кравчук В.І. Машини і обладнання для лісового господарства. Дослідницьке. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. 92 с.
9. Механізація лісогосподарських робіт: навч. посібник / Леонід ДАЦЮК, Олександр ГЕРАСИМЧУК. – Луцьк: ЛНТУ, 2025. – 184 с.
10. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Трактори і автомобілі” для студентів спеціальності 6.090200 “Обладнання лісового комплексу” Л.М. Дацюк, В.М. Вржещ – Луцьк: ЛДТУ, 2006. – 84 с.
11. Методичні вказівки до виконання випускної роботи бакалавра для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання / уклад. В.С. Пуць, О.П.Герасимчук, М.М. Толстушко. – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. – 48 с.

ДОДАТКИ