

**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»**

**Аналіз використання лісової мобільної сівалки для**  
**висівання насіння сосни звичайної та отримання**  
**сіянців з відкритою кореневою системою**

спеціальність 205 Лісове господарство

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Лісове господарство»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ЛГЗ-41

**МАТВІЙЧУК Михайло Миколайович**

\_\_\_\_\_  
(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

*Матвійчуку Михайлу Миколайовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

*Аналіз використання лісової мобільної сівалки для висівання насіння сосни звичайної та отримання сіянців з відкритою кореневою системою*

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. Базовий трактор –Т-16. 3. Ширина захвату сівалки – до 0,95 м. 4. Робоча швидкість машини – 7 км/год; 5. Продуктивність лісової сівалки – 0,4 га/год.

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 відносного запасу сили тяги трактора лісової сівалки від параметрів опорної поверхні*

*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>02.06.2026 р.</i>          |          |
|       |                                                                    |                               |          |
|       |                                                                    |                               |          |
|       |                                                                    |                               |          |
|       |                                                                    |                               |          |
|       |                                                                    |                               |          |
|       |                                                                    |                               |          |

Здобувач вищої освіти  
(підпис) (прізвище, ініціали)\_\_\_\_\_ Матвійчук М.М.Керівник кваліфікаційної роботи  
(підпис) (прізвище, ініціали)\_\_\_\_\_ Дацюк Л.М.

## АНОТАЦІЯ

Матвійчук М. М. Аналіз використання лісової мобільної сівалки для висівання насіння сосни звичайної та отримання сіянців з відкритою кореневою системою : кваліфікаційна робота бакалавра: 205 – Лісове господарство / наук. кер. Л. М. Дацюк. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 47 с.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків та пропозицій, списку використаних джерел і додатків. Робота викладена на 46 сторінках, містить 7 таблиць, 11 ілюстрацій, 10 джерел посилань і 1 додаток.

Кваліфікаційна робота, присвячена удосконаленню технології механізованого висівання насіння хвойних порід у лісових розсадниках, дозволила провести комплекс теоретичних, конструктивних та технологічних досліджень, спрямованих на підвищення ефективності процесу вирощування садивного матеріалу. У ході виконання роботи було проаналізовано сучасні технології висівання насіння хвойних порід у лісових розсадниках, що дало змогу встановити необхідність подальшого вдосконалення технічних засобів механізації посівних робіт, особливо в умовах невеликих ділянок і складного рельєфу місцевості.

У результаті проведених досліджень розроблено конструкцію проектованої лісової сівалки, яка забезпечує механізоване виконання основних технологічних операцій під час висівання насіння. Використання запропонованої машини дозволяє зменшити затрати праці та експлуатаційні витрати, підвищити якість виконання посівних робіт, забезпечити рівномірність висівання насіння та покращити умови формування садивного матеріалу.

Ключові слова: ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО, ЛІСОВА СІВАЛКА, ВИСІВАЮЧИЙ МЕХАНІЗМ, СОШНИК, РАМА, ҐРУНТ, СИЛА, ПОТУЖНІСТЬ.

## ABSTRACT

Matviychuk M. M. Analysis of the use of a forest mobile seeder for sowing Scots pine seeds and obtaining seedlings with an open root system: bachelor's qualification work: 205 – Forestry / scientific director. L. M. Datsyuk. Lutsk: LNTU, 2026. 47 p.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions and proposals, a list of sources used and appendices. The work is presented on 46 pages, contains 7 tables, 11 illustrations, 10 sources of references and 1 appendix.

The qualification work, dedicated to improving the technology of mechanized sowing of coniferous seeds in forest nurseries, allowed to conduct a complex of theoretical, constructive and technological research aimed at increasing the efficiency of the process of growing planting material. In the course of the work, modern technologies for sowing seeds of coniferous species in forest nurseries were analyzed, which made it possible to establish the need for further improvement of technical means of mechanization of sowing operations, especially in conditions of small areas and complex terrain.

As a result of the research, a design of a designed forest seeder was developed, which ensures mechanized execution of the main technological operations during sowing of seeds. The use of the proposed machine allows to reduce labor costs and operating costs, improve the quality of sowing operations, ensure uniformity of sowing of seeds and improve the conditions for the formation of planting material.

Keywords: FORESTRY, FOREST SEEDER, SEEDING MECHANISM, COOKER, FRAME, SOIL, FORCE, POWER.

## ЗМІСТ

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                   | 6  |
| 1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА.....                                                                                      | 8  |
| 1.1 Призначення машини та вихідні вимоги.....                                                                | 8  |
| 1.2 Технічне завдання на проектувану машину.....                                                             | 9  |
| 1.3 Вихідні дані для проектування і розробки конструкції<br>машини.....                                      | 12 |
| 1.3. 1 Відомості про природно-кліматичну зону.....                                                           | 12 |
| 1.3. 2 Відомості про технологічні процеси.....                                                               | 15 |
| 1.3. 3 Властивості матеріалу, що обробляється.....                                                           | 16 |
| 1.3. 4 Аналіз конструкцій машин-аналогів і машин, що взаємодіють з<br>машиною, яка проектується.....         | 18 |
| 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА.....                                                                                      | 21 |
| 2.1 Технологічний розрахунок.....                                                                            | 21 |
| 2.2 Кінематичний розрахунок.....                                                                             | 23 |
| 2.3 Енергетичний розрахунок.....                                                                             | 24 |
| 2.4 Розрахунок параметрів висіваючого апарата.....                                                           | 26 |
| 2.5 Дослідження відносного запасу сили тяги трактора лісової<br>сівалки від параметрів опорної поверхні..... | 28 |
| 2.6 Обґрунтування побудови схем машини.....                                                                  | 31 |
| 2.6. 1 Обґрунтування схеми функціональної.....                                                               | 31 |
| 2.6. 2 Обґрунтування схеми кінематичної.....                                                                 | 32 |
| 2.6. 3 Обґрунтування схеми принципової.....                                                                  | 33 |
| 3 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОЗРОБЛЕНОЇ МАШИНИ.....                                                        | 36 |
| 3.1 Заходи з підготовки машини до роботи.....                                                                | 36 |

|     |                                         |    |
|-----|-----------------------------------------|----|
| 3.2 | Правила експлуатації і регулювання..... | 38 |
| 3.3 | Технічне обслуговування машини.....     | 41 |
|     | ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....           | 44 |
|     | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....         | 46 |
|     | ДОДАТКИ.....                            | 47 |

## ВСТУП

У кваліфікаційній роботі бакалавра розглянуто можливість удосконалення технологічного процесу та підвищення ефективності технічного забезпечення шляхом використання модернізованої конструкції лісової сівалки, призначеної для механізованого висівання насіння хвойних деревних порід у лісових розсадниках.

Процес вирощування біологічно стійких і високопродуктивних лісових насаджень у сучасних умовах є складним та уповільненим, що значною мірою пов'язано з воєнним станом і наслідками бойових дій. Водночас важливу роль у забезпеченні ефективного лісовідновлення відіграє науково обґрунтований добір головних і супутніх деревних порід, а також урахування їх біологічної сумісності у складі мішаних насаджень відповідно до конкретних лісорослинних умов.

Ефективне вирощування лісових культур потребує належної підготовки насіннєвого матеріалу до висівання. Зростання обсягів робіт із лісовідновлення та створення нових лісових насаджень обумовлює необхідність удосконалення технологій вирощування якісного садивного матеріалу основних і супутніх лісоутворювальних порід.

Вирощування садивного матеріалу в умовах закритого ґрунту успішно здійснюється у весняно-літніх теплицях, вкритих поліетиленовою плівкою. При цьому важливого значення набуває правильний вибір місця розташування теплиць, особливості їх конструкції, дотримання умов експлуатації, забезпечення необхідного мікроклімату, формування субстрату та дотримання агротехнічних вимог вирощування сіянців.

Для приготування субстрату в тепличних умовах використовують ґрунтову масу зв'язно-піщаного або супіщаного гранулометричного складу, отриману з добре гумусованих шарів ґрунту під наметом лісових насаджень. Попередньо просіяний ґрунт восени завозять у теплицю та розрівнюють шаром товщиною 25–30 см. Навесні такий субстрат швидко відтає і

просихає, що створює можливість для більш раннього викопування сіянців і проведення повторного висівання насіння. Крім того, легкий гранулометричний склад сприяє кращому збереженню кореневої системи рослин під час їх підкопування.

У випадку відповідності субстрату встановленим вимогам процес його формування вважається завершеним. Суміш зазначених компонентів перемішують в осінній період, а для підтримання необхідних властивостей через кожні 2–3 роки на поверхню субстрату додають приблизно 5–8 см свіжого ґрунту.

Технологічні процеси повного циклу підготовки та висівання насіння відомі й широко застосовуються протягом тривалого часу, проте технічні засоби, що використовуються для виконання цих операцій, потребують подальшого вдосконалення та створення нових конструктивних рішень. Основною метою проектування є модернізація процесу висівання насіння хвойних порід. На сьогодні на основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблено значну кількість машин та пристроїв, які успішно застосовуються у виробничих умовах для реалізації зазначених завдань.

Беручи до уваги стан у лісових розсадниках беремо тему кваліфікаційної роботи бакалавра за таким варіантом: Аналіз використання лісової мобільної сівалки для висівання насіння сосни звичайної та отримання сіянців з відкритою кореневою системою. Тому пропонуємо механізоване висівання насіння хвойних порід у лісових розсадниках здійснювати лісовою сівалкою з трактором Т-16 що створює потрібний агрегат, розрахунок, опис та графічні рисунки якого показано нижче у пояснювальній записці кваліфікаційної роботи бакалавра.

# 1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

## 1.1 Призначення машини та вихідні вимоги

Машина призначена для висівання насіння хвойних деревних порід на невеликих земельних ділянках із крутизною схилів до  $8^\circ$ . Її використання передбачене переважно в умовах України, зокрема на території Волинської області. Орієнтовна потреба у таких машинах на перспективний період тривалістю сім років становить близько 3500 одиниць, при цьому річна потреба оцінюється на рівні 500 машин.

Експлуатація машини допускається на ділянках із максимально допустимим нахилом поверхні не більше  $8^\circ$ . Висівання насіння здійснюється рядковим способом із можливістю регулювання ширини міжрядь у межах від 20 до 70 см.

Якість обробітку ґрунту повинна відповідати встановленим агротехнічним вимогам. Ступінь розпушення ґрунту має бути не нижчим за 70 %, висота утворених ґрунтових гребенів не повинна перевищувати 2 см, а вміст ґрунтових частинок розміром 2–4 мм має знаходитися в межах 16–24 %. Допустимий рівень пошкодження насіння у висіяних рядках не повинен перевищувати 2 %.

Привід робочих органів машини здійснюється від ведучих коліс. Продуктивність за одну годину основного часу повинна становити приблизно 0,4 га/год, при цьому потужність, необхідна для виконання технологічного процесу, не має перевищувати 0,3 кВт. Робоча швидкість агрегату передбачена в межах від 3 до 8 км/год. Обслуговування машини здійснюється одним оператором.

До основних показників надійності та технічної експлуатації належать коефіцієнт технічного використання на рівні 0,95, коефіцієнт надійності технологічного процесу – 0,67, а коефіцієнт готовності машини – 0,98. Тривалість експлуатації машини до списання повинна становити не менше семи років.

Застосування машини має забезпечити скорочення трудових витрат щонайменше на 12 %, а також зменшення експлуатаційних витрат не менше ніж на 16 %.

## 1.2 Технічне завдання на проектувану машину

На основі завдання кафедри лісового господарства ЛНТУ тема роботи: «Аналіз використання лісової мобільної сівалки для висівання насіння сосни звичайної та отримання сіянців з відкритою кореневою системою».

Машина призначена для висівання насіння хвойних деревних порід у різних природно-кліматичних зонах України. Її застосування забезпечує виконання технологічного процесу висівання в умовах, характерних для різних регіонів країни, з урахуванням особливостей ґрунтово-кліматичних умов.

Основною метою розробки машини є підвищення продуктивності праці та покращення якості висівання насіння хвойних порід на невеликих земельних ділянках із крутизною схилів до 8°. Використання удосконаленої конструкції дозволяє підвищити ефективність виконання посівних робіт, забезпечити рівномірність висівання насіння та покращити умови формування якісного садивного матеріалу.

Під час експлуатації машини необхідно дотримуватись встановлених вимог безпеки. До роботи на тракторі допускаються лише особи, які пройшли відповідний інструктаж з охорони праці та техніки безпеки. Забороняється використовувати сівалку у випадку наявності несправностей або пошкоджень її вузлів і механізмів. У процесі роботи слід періодично перевіряти та підтягувати болтові з'єднання коліс і інших складальних одиниць. Також необхідно суворо виконувати вимоги пожежної безпеки під час експлуатації машини.

До машини висуваються відповідні естетичні та ергономічні вимоги. Конструкція повинна мати сучасний і привабливий зовнішній вигляд.

Фарбування виконується після попереднього очищення та шпаклювання поверхонь із використанням кольорів, визначених конструкторською документацією. Захисне покриття має забезпечувати надійний захист металевих поверхонь від корозійних процесів. Вибір кольорової гами здійснюється з урахуванням фізіологічних і санітарних вимог, що сприяють зменшенню зорової втоми та підвищенню працездатності обслуговуючого персоналу. Для фарбування рекомендується застосовувати оранжеві, оранжево-жовті та жовті кольори.

Конструкція машини повинна бути патентно чистою та мати відмінні конструктивні ознаки порівняно зі світовими аналогами. Під час проектування вузлів і деталей необхідно застосовувати коефіцієнт запасу міцності в межах 4–6. Конструктивні рішення мають забезпечувати мінімальне використання зварювальних робіт. Привід робочих органів повинен бути збалансованим та обладнаним захисними пристроями для запобігання поломкам у разі заклинювання механізмів. Для виготовлення машини передбачено використання сталевих круглого прокату, листового металу та полосового прокату. Під час роботи на глибині обробітку ґрунту не допускається наявність каменів або інших твердих предметів діаметром понад 50 мм.

Умови експлуатації повинні забезпечувати стабільну роботу машини відповідно до заданих технічних показників. Перед початком використання необхідно очистити машину, встановити всі деталі, які не були змонтовані під час транспортування, а також провести технічне обслуговування. Новозібрану машину потрібно обкатати. Обкатку слід починати на малих обертах, після перевірки правильної взаємодії всіх механізмів поступово збільшувати частоту обертання до номінальної та продовжувати обкатування протягом 20–30 хвилин. Після завершення обкатки необхідно повторно перевірити надійність усіх кріплень.

Перед виїздом у поле слід оглянути ділянку та визначити оптимальний напрямок руху агрегату для зменшення кількості холостих переїздів. Машина

повинна мати маркування заводу-виробника та бути упакованою відповідно до вимог безпечного транспортування.

Транспортування машини для висівання насіння хвойних порід допускається залізничним і автомобільним транспортом у зібраному стані в пакувальних ящиках. Інструменти, пристосування та запасні частини розміщують в інструментальному ящику або додають до комплекту машини. Технічна документація повинна бути упакована у водонепроникний папір відповідно до ГОСТ 8828-75 або поліетиленову плівку згідно з ГОСТ 10354-73. До кожного екземпляра машини додаються «Технічний опис та інструкція з експлуатації», паспорт виробу та супровідна документація. Пакувальні ящики повинні забезпечувати збереження машини під час перевезення.

Розміщення, завантаження та закріплення вантажу на залізничних платформах або автомобільному транспорті виконують відповідно до чинних технічних умов перевезення вантажів. Пакувальні ящики зв'язують між собою дротом за ГОСТ 3282-76 діаметром не менше 4 мм і закріплюють обв'язками, виготовленими з дроту відповідно до ГОСТ 21929-79. Завантаження та розвантаження здійснюють вручну на підставку, після чого за допомогою вантажопідіймального крана вантажопідйомністю не менше 2 т виконують переміщення стропами під основу ящика.

Монтаж машини проводиться згідно з вимогами технічного опису. Довготривале зберігання машини для висівання насіння хвойних порід здійснюється відповідно до вимог ГОСТ 7751-79 щодо правил зберігання техніки лісового господарства. Після завершення сезонних робіт виконують очищення робочих органів і вузлів машини, проводять виявлення несправностей та складають дефектну відомість із подальшим оформленням заявки на запасні частини. Приводні ланцюги демонтують з машини.

Після проведення поточного ремонту здійснюють мащення всіх вузлів згідно зі схемою мащення. Далі проводять консервацію машини відповідно до вимог ГОСТ 9.014-78. Місця пошкодження лакофарбового покриття

підфарбовують згідно з ГОСТ 5282-82. Для захисту металевих поверхонь від корозії нефарбовані частини покривають солідолом. Гумові елементи обробляють спеціальним розчином та алюмінієвою фарбою, а за її відсутності використовують крейдяно-казеїнову суміш, яку наносять у два шари на поверхню опорних коліс.

Втулково-роликові ланцюги після очищення занурюють у бак із підігрітим до температури 85–95 °С відпрацьованим мастилом і витримують у ньому протягом 10–20 хвилин. Після цього їх згортають у рулони або укладають у ящики та передають на склад для зберігання.

У період тривалого зберігання необхідно щомісячно перевіряти комплектність машини, стан антикорозійних покриттів, наявність захисного мастила, якість лакофарбового покриття та відсутність корозії. Виявлені дефекти повинні бути своєчасно усунені.

Економічні показники експлуатації машини мають перевищувати відповідні показники базової моделі.

### 1.3 Вихідні дані для проектування і розробки конструкції машини

#### 1.3.1 Відомості про природно-кліматичну зону.

Розроблена лісова сівалка може ефективно застосовуватись у різних природно-кліматичних зонах України. Для аналізу умов її експлуатації розглянуто природно-кліматичну зону західного регіону України, зокрема територію Волинської області (рис. 1.1).

Для даної місцевості характерний помірно континентальний клімат із м'якою зимою, значною кількістю опадів, частими відлигами, помірно теплим літом та тривалою теплою осінню. Найвищі показники сумарної сонячної радіації спостерігаються у червні, тоді як мінімальні значення припадають на грудень. Річний показник сумарної сонячної радіації становить приблизно 4186,8 МДж/м<sup>2</sup>, а радіаційний баланс – близько 184,06 МДж/м<sup>2</sup>.

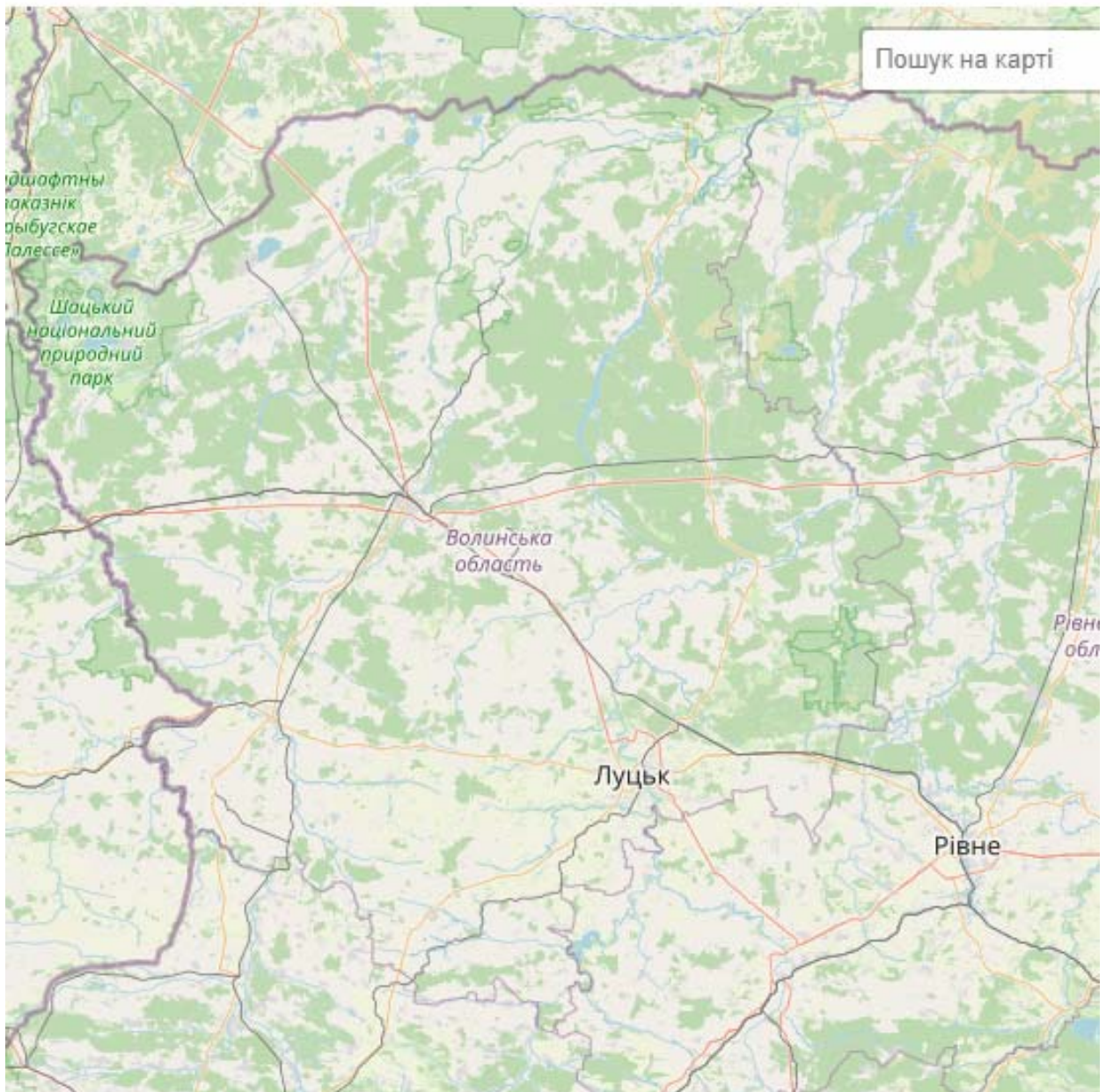


Рисунок 1.1 – Мапа Волинської області

Вологість повітря в регіоні значною мірою залежить від температурних умов, циркуляції атмосферних мас, а також температури й вологості ґрунту. Найвищі показники відносної вологості характерні для зимового періоду та досягають близько 80 %. У літній період відносна вологість знижується до 65–70 %. Середньорічна кількість атмосферних опадів перебуває в межах 550–600 мм.

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 |       |

У зимовий період середньомісячна температура повітря становить від – 2,6 до –5 °С. На території Полісся зима зазвичай розпочинається наприкінці листопада або на початку грудня та триває до березня. Стійкий сніговий покрив формується переважно наприкінці грудня і руйнується в лютому або на початку березня. Для цього періоду характерна нестійкість температурного режиму, коли потепління часто змінюються різким похолоданням.

Волинська область характеризується наявністю найбільших в Україні площ боліт і заболочених луків, загальна територія яких перевищує 350 тис. га. Лісові масиви регіону представлені переважно сосновими та березовими

насадженнями, а також дубово-сосновими й осиковими лісами, які займають понад чверть території області.

Південна частина області має хвилястий рельєф рівнинного типу та представлена смугою пагорбів і підвищень, розділених неглибокими западинами. Для цієї території характерний значний рівень лісистості. Південний район Волинської області належить до природної зони лісостепу.

### 1.3.2 Відомості про технологічні процеси.

Проектована машина призначена для виконання робіт як на відкритих, так і на закритих невеликих ділянках. Технологічний процес її функціонування полягає у виконанні комплексу операцій під час руху агрегату вздовж посівних рядків. Робочі органи машини здійснюють розпушування ґрунту та формування борозен для висівання насіння, одночасно виконуючи підрізання бур'янів.

Загальна схема технологічного процесу роботи розроблюваної машини наведена на рис. 1.2.

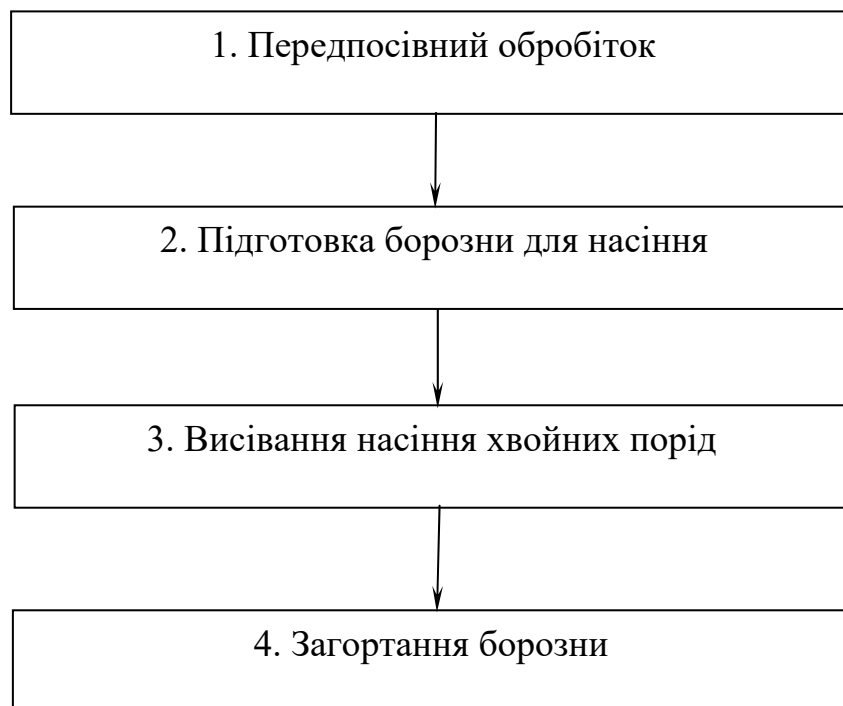


Рисунок 1.2. – Схема технологічного процесу висівання насіння

У процесі роботи рух машини необхідно здійснювати за напрямком сліду маркера, що забезпечує дотримання заданої схеми посіву та рівномірність розташування рядків.

Із приведених операцій машина виконує операції 2, 3, 4.

### 1.3.3 Властивості технологічного матеріалу, що обробляється.

У процесі роботи робочі органи машини безпосередньо взаємодіють із ґрунтом. Основні фізико-механічні властивості цього середовища суттєво впливають на вибір типу, конструктивного виконання та параметрів робочих органів проектованої машини. Характеристики ґрунту, що визначають умови роботи та особливості функціонування робочих органів, наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Фізико-механічні властивості ґрунту

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

Для формування ґрунтового середовища в розсадниках закритого та відкритого типу використовують субстрат на основі ґрунтової маси зв'язно-піщаного або супіщаного гранулометричного складу з добре гумусованими

шарами ґрунту. Попередньо просіяний ґрунт завозять у теплиці в осінній період та розрівнюють шаром товщиною 25–30 см.

У весняний період такий субстрат швидко відтає та просихає, що створює можливість для більш раннього викопування сіянців і проведення повторного висівання насіння. Легкий гранулометричний склад субстрату забезпечує краще збереження та утримання кореневої системи сіянців (рис. 1.3, 1.4), особливо під час їх викопування.



а



б

Рисунок 1.3 – Розсадники лісові для вирощування сіянців з відкритою кореневою системою: а) теплиця; б) відкрита ділянка



а



б

Рисунок 1.4 – Вирощування сіянців з відкритою кореневою системою: а) ялини; б) сосни

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

Аналогом проектованої машини є універсальна лісова сівалка СПП-3Ш (рис. 1.5). Її основні технічні характеристики наведені у таблиці 1.3. Лісова сівалка СПП-3Ш призначена для висівання дрібного, середнього та великого сипкого насіння на ґрунтах різних типів і механічного складу. Ефективна робота машини забезпечується за умови попереднього очищення ділянки від коренів, рослинних решток, каміння та інших сторонніх включень.

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика сівалки лісної СПП-3Ш

|                                                         |              |
|---------------------------------------------------------|--------------|
| Тип сівалки                                             | навісний     |
| Агрегатування: з тракторами                             | 0,9 – 1,4    |
| Робоча ширина захвату, м.                               | 1,5          |
| Кількість рядків, шт.                                   | 3            |
| Схема висіву сівалки, см.                               | 35 × 35 × 80 |
| Ширина борозни, см.                                     | 12           |
| Заглиблення сошників, см.                               | 1-10         |
| Місткість бункера:                                      |              |
| велике насіння, дмЗ.                                    | 150          |
| дрібне насіння, дмЗ.                                    | 60           |
| Швидкість трактора в агрегаті з сівалкою:               |              |
| Робоча, км.                                             | 4-6          |
| Транспортна, не більше, км.                             | 20           |
| Продуктивність агрегату за 1 годину основного часу, га. | 0,3...0,6    |
| Обслуговуючий персонал                                  | 1 тракторист |
| Норми висіву діапазон регулювання:                      |              |
| дрібне насіння, га/пог.м.                               | 0,5-5        |
| середнє насіння, га/пог.м.                              | 5-30         |

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| велике насіння, га/пог.м.      | 30-300 |
| Габаритні розміри сівалки, мм: |        |
| довжина                        | 2150   |
| ширина                         | 1750   |
| висота                         | 1200   |
| Маса сівалки, кг.              | 550    |

Проектована машина приводиться в рух трактором Т-16М. Самохідне шасі Т-16М віднесено до універсально-пропашних тракторів. Вироблено Харківським тракторним заводом самохідних шасі. Тяговий клас має 0,6. Може працювати в агрегаті з навісним обладнанням в овочівництві, садах, ягідниках та на заготівлі кормів. Під час встановлення самовикидного кузова використовується як фермерський транспорт.



Рисунок 1.5 – Машина аналог сівалка лісна СПП-3Ш

Проектована машина агрегатується із трактором Т-16М. Самохідне шасі Т-16М належить до класу універсально-просапних тракторів та виготовлялось Харківським заводом самохідних шасі. Трактор відноситься до тягового класу 0,6.

Машина може ефективно працювати у складі агрегатів із різним навісним обладнанням, що застосовується в овочівництві, садівництві, ягідництві, а також під час виконання робіт, пов'язаних із заготівлею кормів. У разі встановлення самоскидного кузова трактор використовується як транспортний засіб у фермерських господарствах.

## 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 2.1 Технологічний розрахунок.

На основі заданих вихідних даних визначаємо продуктивність машини за відповідною розрахунковою формулою:

$$W_m = 0,1 B_p V_m \tau, \text{ га/год} \quad (2.1)$$

де 0,1 – коефіцієнт перевідний;

$B_p$  – робоча ширина захвату максимально можлива,  $B_p = 0,85$  м;

$V_m$  – робоча швидкість висівання насіння,  $V_m = 5,5$  км/год;

$\tau$  – коефіцієнт використання робочого часу,  $\tau = 0,85$ .

Підставивши у формулу (2.1) числа отримаємо:

$$W_m = 0,1 \cdot 0,85 \cdot 0,55 \cdot 0,85 = 0,4 \text{ га/год.}$$

Визначимо тяговий робочий опір лісової сівалки:

$$R = R_\delta + R_c + R_a, \text{ кН} \quad (2.2)$$

де  $R_\delta$  – опір обертання під час руху робочого, кН;

$R_c$  – опір деформації ґрунту сошниками під час руху, кН;

$R_a$  – опір приводу від приводного колеса всіх механізмів, кН.

Опір обертання під час руху:

$$R_\delta = \delta_o \cdot G_m, \text{ кН} \quad (2.3)$$

де  $\delta_o$  – коефіцієнт опору обертанню під час робочого руху;

$G_m$  – загальна вага, кН.

Опір від деформації ґрунту сошниками під час рівномірного руху машини:

$$R_c = \kappa' \cdot B_p, \text{ кН} \quad (2.4)$$

де  $\kappa'$  – питомий опір ґрунту від деформації сошниками під час роботи машини, кН/м;

$B_p$  – робоча максимальна ширина захвату машини, м.

Опір приводу від приводного колеса механізмів буде такий:

$$R_a = \frac{\kappa''}{\eta_m} B_p, \text{ кН} \quad (2.5)$$

де  $\kappa''$  – питомий опір елементів висіваючих апаратів від обертання, кН/м;

$\eta_m$  – загальний механічний коефіцієнт корисної дії (ККД).

З урахуванням того, що другий член виразу (2.3) є пропорційним максимальній робочій ширині захвату машини, його можна подати у такому вигляді.  $R_\delta = \delta_o \cdot g_m \cdot B_p$ , де  $g_m$  – вага машини, яка розподіляється на одиницю захвату, Н/м.

Якщо підставимо вирази (2.3), (2.4), (2.5) у вираз (2.2), отримаємо:

$$R = (g_m \cdot B_p + \kappa' + \frac{\kappa''}{\eta_m}) \cdot B_p, \text{ кН} \quad (2.6)$$

Замінюючи суму коефіцієнтів на сумарний коефіцієнт  $\kappa$ , будемо мати кінцевий запис робочого опору сівалки:

$$R = \kappa \cdot B_p, \text{ кН} \quad (2.7)$$

де  $\kappa$  – питомий опір на 1 м посіву робочого захвату, виражене в Н, тобто Н/м.

Запис (2.7) дійсний на рівному рельєфі під час роботи. На схилі також присутній опір додатковий від схилю:

$$R_{\text{дод}} = G_m \cdot i, \text{ кН} \quad (2.8)$$

де  $i$  – схил, визначаємо як відношення висоти схилю до його довжини,  $i = \sin \alpha$ .

У загальному вигляді весь загальний тяговий опір сівалки можна записати таким виразом:

$$R = \kappa \cdot B_p \pm G_m \cdot \sin \alpha, \text{ кН} \quad (2.9)$$

Згідно з даними Б. С. Свірцевського [ ], значення коефіцієнта  $\kappa$  за найбільшої маси сівалки змінюється в межах від 100 до 1400 Н/м. Величина питомого опору процесу сівби залежить від ряду факторів, серед яких основними є маса самої машини, об'ємна маса насіння, завантаженого в

насіннєвий ящик, тип застосованих сошників, глибина їх заглиблення у ґрунт, а також стан поверхні ґрунту.

Підставивши значення у рівняння (2.9) такі дані:  $\kappa = 195 \text{ Н/м}$ ;  $B_p = 0,85 \text{ м}$ ;  $G_m = 120 \text{ Н}$ ;  $\alpha = 11^\circ$ , отримаємо:  $R = 165,8 \pm 22,8 \text{ Н}$ .

Отримане загальне значення тягового опору сівалки, дає можливість конструктивного рішення на використання спеціального засобу для керування лісовою сівалкою.

Визначимо можливу кількість годин роботи лісової сівалки за рік:

$$T = \frac{W_p}{W_m}, \text{ год} \quad (2.10)$$

де  $W_p$  – річний об’єм виробітку сівалки,  $W_p = 24,5 \text{ га}$

За описом (2.10) отримаємо такий результат:

$$T = 24,55/0,4 = 61,25 \text{ год.}$$

## 2.2 Кінематичний розрахунок.

Привод висівного апарата здійснюється від барабана борозноутворювача сівалки. Передаточне число другої ланцюгової передачі визначається за такою залежністю:

$$U = \frac{n_\delta}{n_k}, \quad (2.11)$$

де  $n_k$  – кількість обертань приводного колеса, об/хв;

$n_\delta$  – кількість обертань барабана,  $n_\delta = 61 \text{ об/хв}$ ;

Кількість обертань приводного колеса визначимо так:

$$n_k = \frac{1000 \cdot V_i}{60 \cdot \pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (2.12)$$

де  $V_m$  – швидкість сівалки,  $V_m = 7 \text{ км/год}$ ;

$D$  – діаметр колеса,  $D = 0,61 \text{ м}$ .

Отже, будемо мати

$$n_K = \frac{1000 \times 7}{60 \times 3.14 \times 0.61} = 61 \text{ об/хв.}$$

Передатне число ланцюгової передачі рівним буде:

$$U = \frac{n_{\delta}}{n_K} = \frac{61}{61} = 1.$$

### 2.3 Енергетичний розрахунок.

Потужність, необхідна для роботи лісової сівалки, визначається як сума окремих складових потужності, що витрачаються на перекочування машини по поверхні поля, деформацію ґрунту сошниками, а також на приведення в обертальний рух робочих органів.

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \text{ кВт} \quad (2.13)$$

де  $N_1$  – потужність перекочування сівалки, кВт;

$N_2$  – потужність деформації ґрунту сошником, кВт;

$N_3$  – потужність на обертання, кВт.

Потужність для перекочування сівалки:

$$N_1 = f \cdot m \cdot g \cdot V_{\text{м}}, \text{ кВт} \quad (2.14)$$

де  $f$  – коефіцієнт перекочування лісової сівалки;

$m$  – маса лісової сівалки;

$g$  – прискорення падіння вільного.

З джерел літературних  $f = 0,2$ ,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ,

$m = 350 \text{ кг}$ . Коли  $V_{\text{м}} = 1,4 \text{ м/с}$ . Звідси обрахунок  $N_1 = 0,24 \text{ кВт}$ ,  $N_2 = 0,68 \text{ кВт}$ .

Проведемо визначення потужності барабана висіваючого з щіточками за записом:

$$N_3 = \frac{N_{B1} + N_{B2}}{\eta}, \text{ кВт} \quad (2.15)$$

де  $N_{B1}$  – потужність ходу холостого барабана, кВт;

$N_{B2}$  – потужність для переміщення матеріалу маси насіннєвого, кВт;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії щітки (ККД) опор вала,  $\eta = 0,98$ .

Потужність холостого ходу барабана складає десь 15% від загальної потужності, або

$$N_{B_1} = 0,15 \cdot N_3, \text{ кВт} \quad (2.16)$$

Підставивши, таким чином (2.16) в (2.15) і необхідно перетворити:

$$N_3 = \frac{N_{B_2}}{(1 - 0,15)\eta} = \frac{N_{B_2}}{0,85 \cdot \eta}; \text{ кВт} \quad (2.17)$$

Потужність, на переміщення маси насіння буде таке:

$$N_{B_2} = M_{KP} \cdot \omega, \text{ Вт} \quad (2.18)$$

де  $M_{KP}$  – момент крутний валу барабана, Н·м;

$\omega$  – кутова швидкість барабана,  $\omega=7,18$  рад/с.

Крутний момент вала барабана визначається таким чином. Під час поступального руху універсальної лісової сівалки на щітку барабана подається насіннєвий матеріал масою  $m$ . У процесі роботи машини насіння одночасно розміщується на шести щітках барабана. Враховуючи це, максимальне значення крутного моменту визначається за такою залежністю:

$$M_{KP} = 6 \cdot m \cdot g \cdot \frac{d}{2}, \text{ Н·м} \quad (2.19)$$

де  $m$  – маса матеріалу насіння на одній щітці, кг;

$g$  – прискорення падіння вільного,  $\text{м/с}^2$ ;

$d$  – діаметр барабану,  $d=0,09$  м.

Маса на одній щітці матеріалу буде такою:

$$m = Q \cdot t, \text{ кг} \quad (2.20)$$

де  $Q$  – секундна подача насіннєвого матеріалу,  $Q=0,04$  кг/с;

$t$  – час, за який поступає матеріал на одну щітку барабана,  $t=0,75$  с.

А за записом (2.20)

$$m = 0,03 \text{ кг}; M_{KP} = 0,08 \text{ Н·м}$$

А за записом (2.18)

$$N_{B_2} = 0,57 \text{ кВт.}$$

Тоді за записом (2.17) потужність на приводі висіваючого апарату буде такою:

$$N_3 = \frac{0,57}{0,85 \cdot 0,98} = 0,68 \text{ кВт.}$$

Таким чином потужність загальна повна на роботу сівалки буде:

$$N = 0,24 + 1,2 + 0,68 = 2,52 \text{ кВт.}$$

Повна потужність машини залежить від ряду факторів, серед яких основними є маса самої машини, об'ємна маса насіння, завантаженого в насіннєвий бункер, тип застосованих сошників, глибина їх заглиблення у ґрунт, а також стан поверхні ґрунту.

## 2.4 Розрахунок параметрів висіваючого апарата.

Основним робочим органом сівалки є висівний апарат. Конструкція механізму висівного апарата включає такі складові елементи: бункер, щітковий барабан, поворотний диск, анкерний сошник, а також механізм клапана сошника з приводом.

Відповідно до рекомендацій щодо проектування робочих органів лісових сівалок, зовнішній діаметр щіткового барабана приймають рівним 56 мм, а разом із подавальними щітками – 96 мм. З урахуванням розмірів насіння та його сипкості діаметри отворів поворотного диска висівного апарата проектують відповідно до характеристик насіннєвого матеріалу та заносять у таблицю 2.1. Поворотний диск виготовляють із листового металу товщиною 2 мм.

Таблиця 2.1 – Діаметри отворів на диску поворотному

| №з/п□ | Діаметр отвору□ | №з/п□ | Діаметр отвору□ |
|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 1.□   | 3,8·мм□         | 7.□   | 10·мм□          |
| 2.□   | 4,8·мм□         | 8.□   | 12·мм□          |
| 3.□   | 5,8·мм□         | 9.□   | 14·мм□          |
| 4.□   | 6,3·мм□         | 10.□  | 16·мм□          |
| 5.□   | 7,8·мм□         | 11.□  | 18·мм□          |
| 6.□   | 9·мм□           | □     | □               |

Анкерний сошник має класичну конструктивну форму, тому його основні геометричні параметри визначаються за відомими розрахунковими залежностями та з урахуванням схеми осипання ґрунту під час проходження сошника (рис. 2.1).

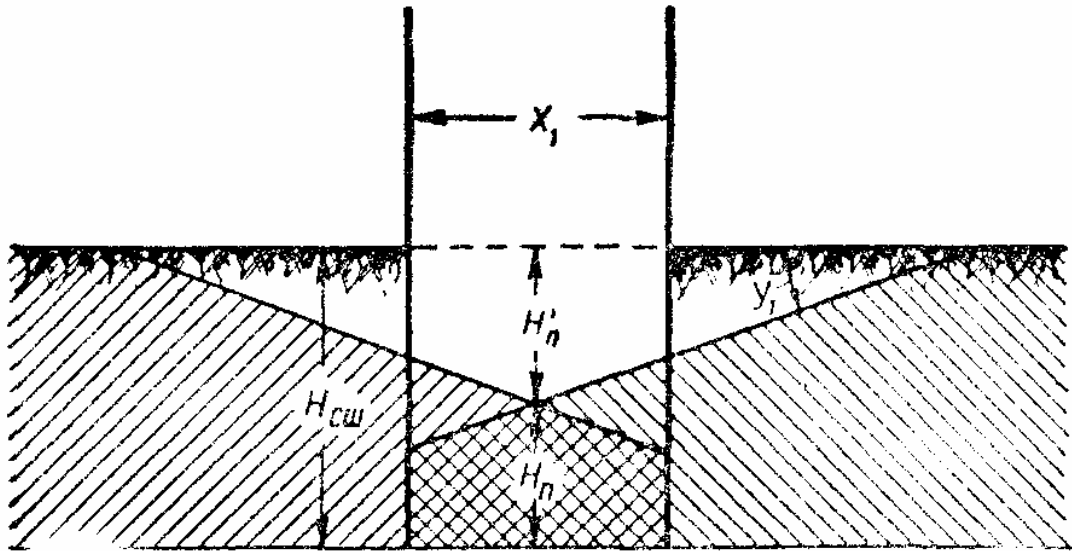


Рисунок 2.1 – Схема осипання ґрунту після проходження сошника

Горизонтально-поперечний розмір сошника визначаємо за таким записом:

$$X_1 = \frac{(H_{су} - H_n)^2}{f \cdot H_{су}}, \text{ м} \quad (2.21)$$

де  $H_{су}$  – глибина повного ходу сошника в ґрунті, м;

$H_n$  – глибина вкладання насіння в борозні утвореній сошником, м;

$f$  – кут звичайного відкосу ґрунту за  $f = \text{tg} \varphi = 0,8$ , що має  $39^\circ$ .

Максимальна глибина ходу сошника, має бути за агротехнікою 0,05 м, глибина вкладання насіння – біля 2/3 глибини ходу сошника,  $f = 0,8$ , звідси

$$X_1 = \frac{(0,05 - 0,65 \cdot 0,05)^2}{0,8 \cdot 0,05} = 0,01 \text{ м.}$$

Кут нахилу стінок боковин сошника підраховують за формулою:

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{(H_{\text{сш}} - H_n)^2}{f \cdot H_{\text{сш}}^2} - \frac{X_1}{H_{\text{сш}}}. \quad (2.22)$$

Підрахувавши значення параметрів у формулу, отримаємо:

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{(0,05 - 0,65 \cdot 0,05)^2}{0,8 \cdot 0,05} - \frac{0,01}{0,05} = 0; \quad \psi = 0^\circ, \quad \text{то стінки боковин сошника вертикальні та паралельні.}$$

Відстань від зрізу щок верхньої частини сошника до рівня дна борозни повинна бути не меншою за максимальну глибину ходу сошника, що необхідно для запобігання пересипанню ґрунту через щок.

## 2.5 Дослідження відносного запасу сили тяги трактора лісової сівалки від параметрів опорної поверхні

Покращення прохідності трактора, агрегатованого з лісовою сівалкою, може бути досягнуте шляхом зниження коефіцієнта опору коченню, підвищення коефіцієнта зчеплення рушіїв із поверхнею ґрунту, а також збільшення коефіцієнта зчіпної ваги.

За окремих умов незначне зменшення швидкості руху трактора сприяє підвищенню прохідності агрегату. Водночас короткі важкопрохідні ділянки доцільно долати на підвищених швидкостях, використовуючи запас кінетичної енергії агрегату.

Для визначення відносного запасу тягового зусилля трактора з лісовою сівалкою за умовами зчеплення з ґрунтом, а також встановлення взаємозв'язку між коефіцієнтом опору руху та коефіцієнтом зчеплення рушія з опорною поверхнею, була розроблена розрахункова програма в середовищі Excel. Результати проведених розрахунків наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку відносного запасу тягової сили трактора з лісовою сівалкою за зчепленням з ґрунтом

| $f \backslash \varphi$ | 0,05 | 0,1  | 0,15 | 0,2   | 0,25  | 0,3   |
|------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 0,4                    | 0,74 | 0,48 | 0,22 | -0,05 | -0,31 | -0,57 |
| 0,5                    | 0,79 | 0,58 | 0,37 | 0,16  | -0,05 | -0,26 |
| 0,6                    | 0,83 | 0,65 | 0,48 | 0,30  | 0,13  | -0,05 |
| 0,7                    | 0,85 | 0,70 | 0,55 | 0,40  | 0,25  | 0,10  |
| 0,8                    | 0,87 | 0,74 | 0,61 | 0,48  | 0,35  | 0,22  |

На рис. 2.2 та 2.3 наведені графічні залежності відносного запасу тягового зусилля трактора, агрегатованого з лісовою сівалкою, за умовами зчеплення з ґрунтом від коефіцієнта опору руху та коефіцієнта зчеплення рушіїв з опорною поверхнею.

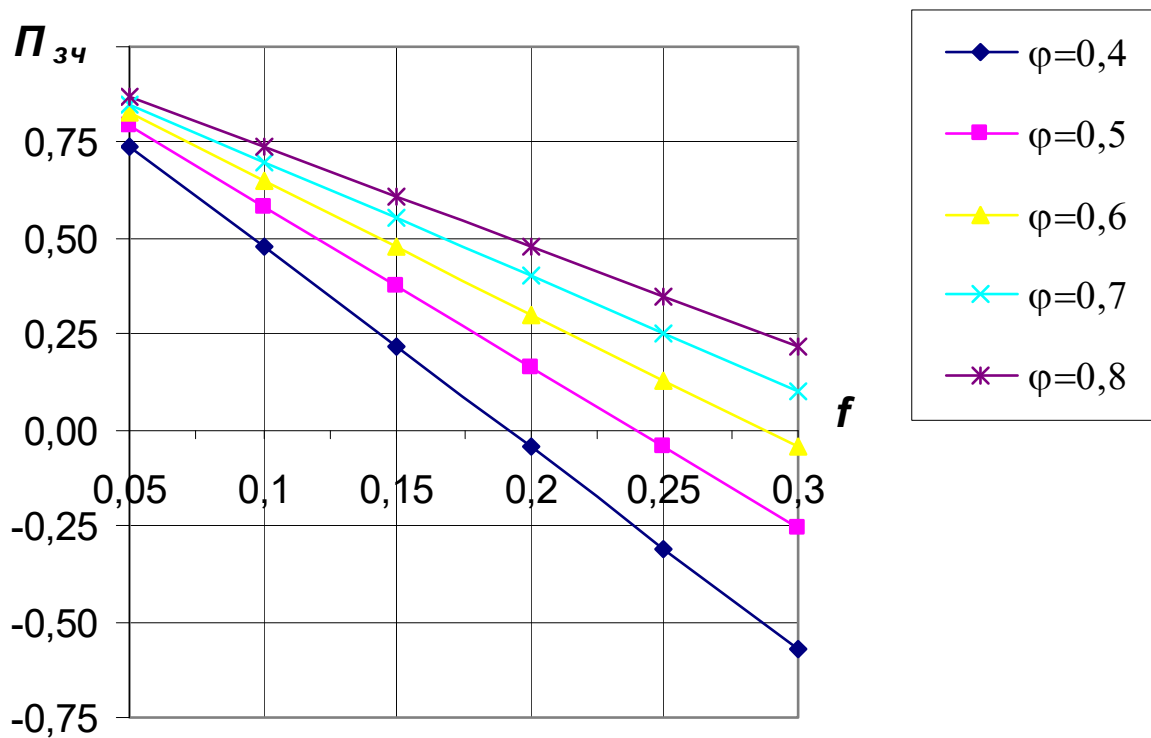


Рисунок 2.2 – Залежність відносного запасу тягової сили за зчепленням з ґрунтом від коефіцієнта руху опору

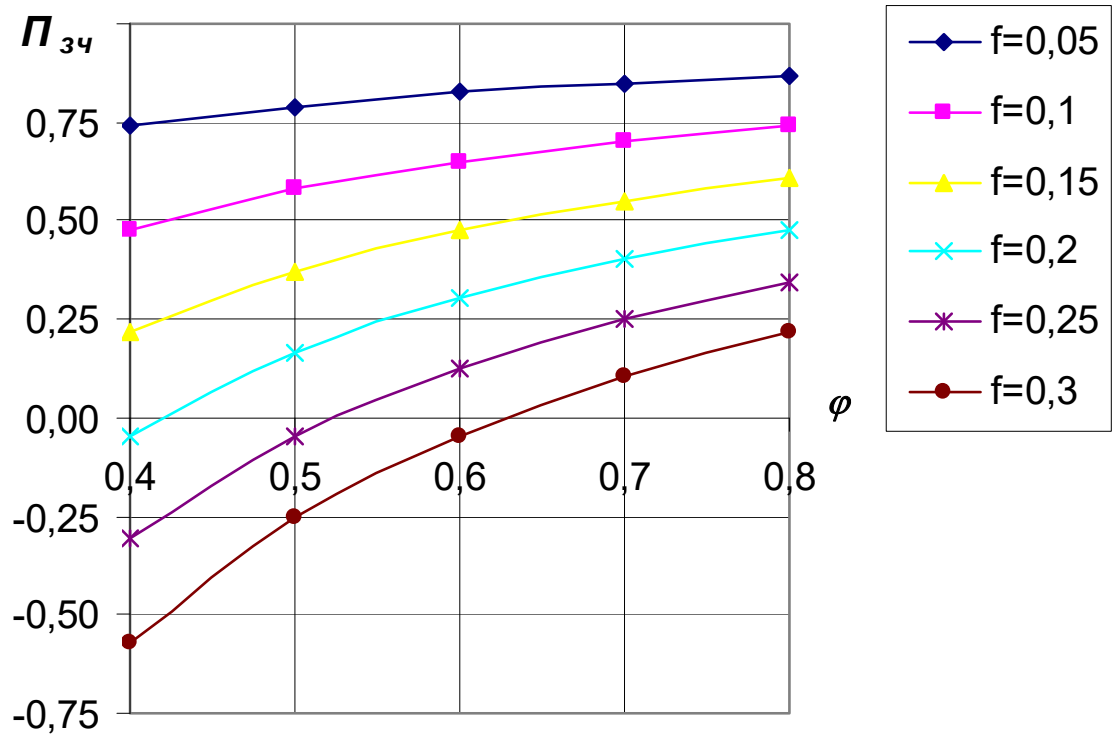


Рисунок 2.3 – Залежність відносного запасу тягової сили за зчепленням з ґрунтом від коефіцієнта зчеплення рушіїв з поверхнею опорною

Наведені залежності свідчать про те, що збільшення опору руху трактора з лісовою сівалкою призводить до суттєвого зменшення відносного запасу тягового зусилля, особливо за умов зниження коефіцієнта зчеплення рушіїв з опорною поверхнею. Водночас підвищення коефіцієнта зчеплення рушіїв із поверхнею руху сприяє збільшенню відносного запасу тягової сили трактора з лісовою сівалкою за умови зменшення опору руху агрегату.

## 2.6 Обґрунтування побудови схем машини

### 2.6.1 Обґрунтування схеми функціональної

Виконання функції висівання насіння хвойних порід проектуємо лісову сівалку універсальну. Багаторядна сівалка призначена для пунктирного та гніздового посіву насіння лісових порід, таких як сосна, листвиниця і ін.

Проектування машини починаємо з рами, до якої закріплюємо за допомогою болтів крипильних робочі органи. Розміщуємо на рамі висіваючий апарат з бункером для насіння, анкерний сошник з клапаном та приводом. В кінці рами розташовуємо загортач насіння в борозні та кронштейн закріплення маркера, який дозволить мати сівалку з різною шириною міжрядь для висівання насіння. Розміщуємо раму сівалки на двох швелерах. Сівалка буде закріплена на самохідному шасі Т-16М.

Машина виконувати буде такі функції: підготовка для насіння борозни; висівання; загортання борозни; часткове ущільнення ґрунту. Під час виконання таких функцій сівалка досить зручна і проста в експлуатації. Виконання усіх функцій машиною вимагає для персоналу спеціальної підготовки та слід мати на увазі, що під час висівання кожної нової породи необхідна переустановка висівного диска за певними навиками.

Всі періоди, що проводяться з насіннєвим матеріалом позначаються відповідно умовними значками на схемі функціональній. Розшифровка умовних значків, приводиться обов'язково на листі функціональної схеми в нижньому правому куті над штампом.

На основі розглянутого матеріалу вище складаємо схему функціональну. Схема функціональна лісової сівалки показана на рис. 2.4.

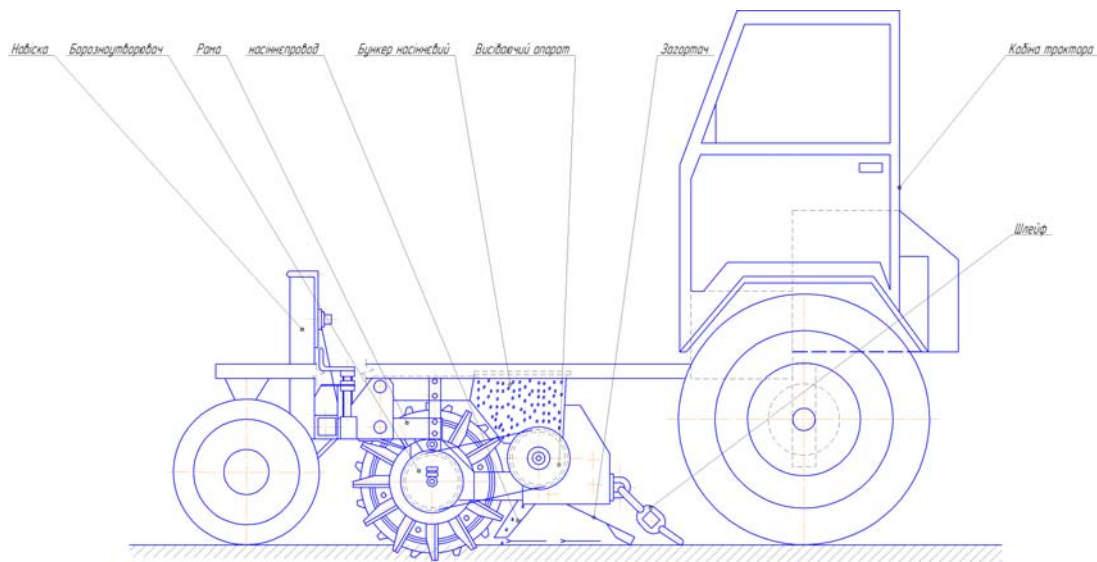


Рисунок 2.4 – Функціональна схема лісової сівалки

### 2.6.2 Обґрунтування схеми кінематичної

Вихідними даними для побудови кінематичної схеми машини є результати, отримані під час проведення кінематичних та енергетичних розрахунків. До таких даних належать геометричні параметри робочих органів, режими їх роботи та взаємне розташування в конструкції машини.

Лісову сівалку умовно можна віднести до навісних машин. Під час передавання руху від джерела енергії до робочих органів необхідно сформувати таку послідовність кінематичних ланок, яка забезпечувала б роботу як основних, так і допоміжних механізмів із мінімальною кількістю передавальних елементів. У зв'язку з цим привід робочих органів, зокрема вала щіткового барабана та механізму клапанів, здійснюється від борозноутворювача.

Передача обертального руху відбувається від опорно-приводного колеса через зірочку за допомогою ланцюгової передачі на вал щіткового барабана. На валу опорно-приводного колеса встановлюється зірочка діаметром 82 мм із кількістю зубців  $Z=19Z = 19Z=19$ . Аналогічна зірочка з такими ж параметрами монтується з правого боку вала висівного барабана. Обидві зірочки з'єднуються втулково-роликівим ланцюгом 19.05-3180 відповідно до

ГОСТ 13568-75. Таким чином, передаточне число ланцюгової передачі дорівнює одиниці.

З іншого боку вала розміщений пальцевий диск, який з одного боку має чотири пальці, а з іншого – два, що дозволяє змінювати крок висівання насіння. Пальцевий диск приводить у дію важіль клапана анкерного сошника. У випадку необхідності дотримання певної технології висівання клапан повинен залишатися відкритим, для чого важіль фіксують у відповідному положенні.

До системи приводу включено фрикційну муфту, яка автоматично роз'єднує вал у разі виникнення граничного перевантаження. Муфта налаштовується на передачу необхідного крутного моменту.

На основі наведених даних розроблено кінематичну схему машини. Кінематична схема лісової сівалки наведена на рис. 2.5.

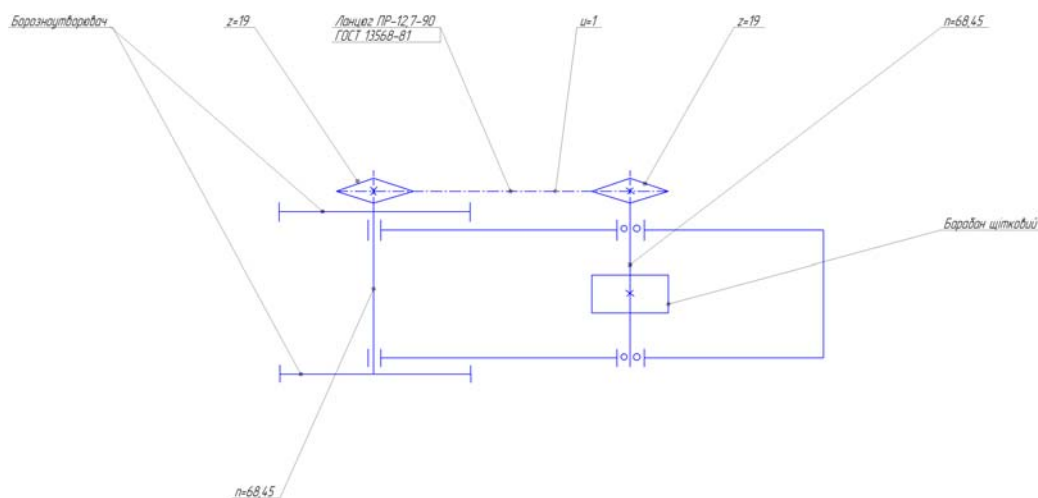


Рисунок 2.5 – Кінематична схема лісової сівалки

### 2.6.3 Обґрунтування схеми принципової

На базі функціональної і кінематичної схеми а також габаритних розрахунків складаємо схему принципову машини.

Показано приблизну схему принципову лісової сівалки (рис. 2.6) проектуємо та доповнюємо, як сівалку лісову багаторядну, яка складається з

рами несучої 6, що має два паралельних швелера, на якій закріплено: попереду – борозноутворювач 1; у середній частині – барабан щітковий апарату висіваючого 4 з насіннєвим бункером 2 для насіння, сошником 5 та шлейфом 12; у позаду, який за допомогою болтового з’єднання приєднаний до рами. Також у задній частині рами розміщено маркер.

Апаратом висіваючим є корпус, на якому змонтовано: бункер для насіння 2 із диском поворотним в задній частині, сошник 5 із насінєпроводом, механізм щітковий з приводом клапана сошника 5, загортач із шлейфом 12.

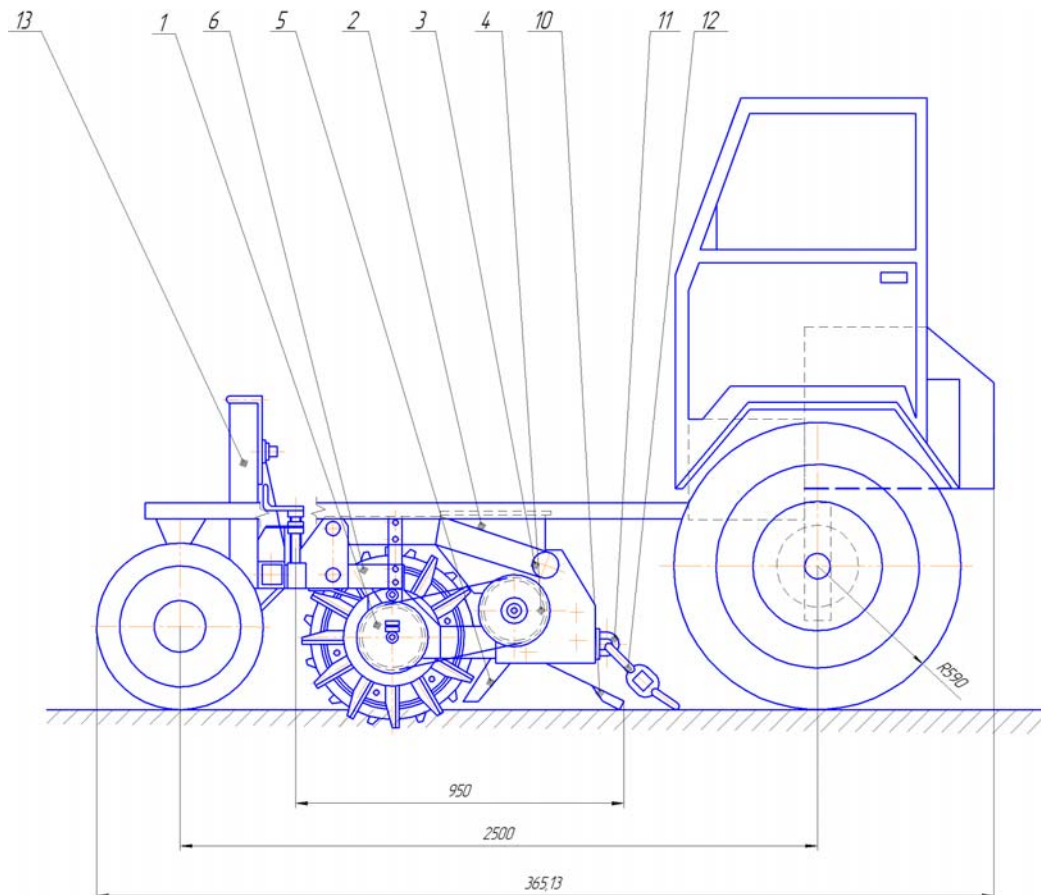


Рисунок 2.6 – Принципова схема лісової сівалки: 1 – борозноутворювач; 2 – бункер насіннєвий; 3 – ворушилка; 4 – апарат висіваючий; 5 – анкерний сошник; 6 – рама; 7 – передача ланцюгова; 10 – загортач; 11 – вушко; 12 – шлейф; 13 – навіска НЗ-2А; 14 – трактор Т-16

Висівний апарат приводиться в дію від борозноутворювача за допомогою ланцюгової передачі 7. Під час руху сівалки щітки разом із

барабаном здійснюють обертальний рух, унаслідок чого висівний апарат захоплює насіння та через отвір у бункері 2, розташований на регульовальному поворотному диску, подає його до насіннєпроводу.

Насіння накопичується на клапані сошника, який закріплений на двоплечому важелі. Важіль взаємодіє з пальцевим диском, установленим на валу висівного апарата з лівого боку сівалки. Через визначені проміжки часу, залежно від положення пальцевого диска, здійснюється укладання насіння у борозну, сформовану анкерним сошником. При цьому забезпечується висівання 4 або 2 гнізд на один метр рядка. Після висівання борозна загортається загортачем, а ґрунт ущільнюється прикочувальним колесом. Маркер, встановлений на необхідну ширину міжряддя, формує слід для подальшого проходження сошника.

У разі необхідності виконання пунктирного висівання клапан фіксується у відкритому положенні за допомогою спеціального упора. Підготовка сівалки до роботи включає налаштування норми висівання насіння, кількості гнізд на одному метрі рядка, глибини ходу сошника та ширини міжрядь.

Для встановлення необхідної норми висівання залежно від розміру насіння та агротехнічних вимог поворотний диск у задній частині бункера фіксують у відповідному положенні. Кількість гнізд на одному метрі рядка регулюється встановленням пальцевого диска приводу клапана у потрібне положення. Для забезпечення пунктирного способу сівби клапан фіксують у відкритому стані за допомогою упора.

Регулювання норми висівання насіння здійснюється шляхом вибору отвору необхідного діаметра на поворотному диску.

На основі наведених конструктивних і технологічних матеріалів розробляється принципова схема сівалки. Над основним написом креслення розміщують технічну характеристику машини та технічні вимоги до її експлуатації.

### 3 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОЗРОБЛЕНОЇ МАШИНИ

#### 3.1 Заходи з підготовки машини до роботи

Перед початком виконання робіт ділянку необхідно очистити від сторонніх предметів та небажаних елементів. Підготовленою відповідно до технологічних вимог сівалкою виконують перший прохід за попередньо визначеним орієнтиром, наприклад натягнутим шнуром або іншим направляючим елементом. У випадку висівання кількох деревних порід ділянку поділяють на окремі загінки, які позначаються віхами. Зазвичай ширина однієї загінки відповідає одноденній нормі виробітку або наявному запасу насіння. У даному випадку ширина загінки становить 14 м, що відповідає двадцяти проходам сівалки. Наприкінці загінок передбачають поворотні смуги або технологічні стежини. Їх ширина повинна бути кратною ширині захвату сівалки і в даному випадку становить 0,7 м, що відповідає одному проходу машини.

Перед початком складання сівалку розпаковують, а всі деталі та складальні одиниці розміщують у зручній послідовності для подальшого монтажу. Збирання машини виконують на рівному майданчику. Раму сівалки встановлюють на дві підставки висотою 310 мм у спеціально позначених місцях «ДК».

Робочі органи сівалки приєднують до середньої частини швелерів рами за допомогою болтових з'єднань. На бокових частинах рами монтують осі коліс та закріплюють їх гайками. В отвір цапфи встановлюють вісь борозноутворювача, після чого її розміщують у пазах рами та фіксують гайками з шайбами. Аналогічно встановлюють ущільнювальне колесо, однак у цьому випадку отвір цапфи попередньо суміщають з отворами рами, після чого монтують вісь.

Регулювання поворотного диска здійснюють відповідно до розмірів насіння. Налаштування глибини обробітку виконують шляхом послаблення

та переміщення болтів тримача у пазах рами до необхідного положення сошника. Після завершення регулювання сошник надійно фіксують.

Після завершення монтажу та регулювання проводять експлуатаційну обкатку машини. Підготовка сівалки до обкатки передбачає очищення складових частин від пилу, бруду та консерваційного мастила. Після цього оглядають і, за необхідності, підтягують кріплення робочих органів, а також опорних та ущільнювальних коліс.

Під час проведення обкатки перевіряють правильність усіх регулювань механізмів сівалки та правильність агрегування машини з енергетичним засобом. Додатково контролюють надійність кріплення складових частин і, у разі необхідності, підтягують різьбові з'єднання. Особливу увагу приділяють перевірці працездатності та надійності роботи механізмів лісової сівалки, зокрема важільного механізму керування клапаном сошника та приводу висівного апарата.

Після завершення обкатки машину очищають від бруду, пилу та рослинних залишків. Далі проводять повторну перевірку регулювань і, за потреби, підтягують кріплення робочих органів та механізмів сівалки, зокрема висівного апарата та опорних коліс. Після цього виконують мащення втулок кронштейнів секцій робочих органів. Усі виявлені під час перевірки недоліки повинні бути усунуті.

### 3.2 Правила експлуатації та регулювання

Таблиця 3.1 – Перелік робіт, що виконуються за відповідним технічним обслуговуванням

| Зміст робіт і план їх проведення                                                                                                               | Технічні вимоги до сівалки                                                                | Прилади, інструменти, матеріали                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                              | 2                                                                                         | 3                                                                 |
| Щозмінне технічне обслуговування (ЩТО)                                                                                                         |                                                                                           |                                                                   |
| 1. Помити сівалку від пилу, бруду, рослинних залишків.                                                                                         | Сівалка, а особливо висіваючий апарат має бути ретельно чистий та видалено залишки бруду. | Щітка, ганчірка.                                                  |
| 2. Загвинчування різьбових з'єднань у вузлах сівалки обов'язково проводити перші десять змін роботи після проведення технічного обслуговування | Різьбові з'єднання повинні бути затягнуті відповідним крутним моментом затяжки.           | Ключі:<br>8 × 10;<br>10 × 12;<br>12 × 13;<br>13 × 14;<br>17 × 19. |
| 3. Усунути всі виявлені під час огляду неполадки.                                                                                              |                                                                                           |                                                                   |
| Перше технічне обслуговування (ТО-1)                                                                                                           |                                                                                           |                                                                   |
| 1. Очистити сівалку від бруду, пилу, рослинних залишків.                                                                                       | Сівалка має бути чистою.                                                                  | Щітка, ганчірка                                                   |
| 2. Загвинчування різьбових з'єднань у вузлах сівалки обов'язково проводити                                                                     | Різьбові з'єднання повинні бути затягнуті відповідним крутним моментом затяжки.           | Ключі                                                             |

Продовження таблиці 3.1

| 1                                                                                          | 2                                                              | 3                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Змазування робочих втулок.                                                              | Солідол нагнітати до моменту появи із зазору свіжої змазки.    | Солідол УС-3<br>ГОСТ 1033-79,<br>або Літол – 24<br>ГОСТ 21150-75.<br>Шприц, ганчірка. |
| 4. Перевірити осьовий зазор вала висіваючого апарату, розшпінтувати гайку та усунути люфт. | Осьовий зазор в підшипниках вала має бути в межах 0,08...2 мм. | Ключі:<br>8 × 10;<br>10 × 12;<br>12 × 13;<br>13 × 14.                                 |

Розробка таблиці переліку можливих несправностей та способи і варіанти їх усунення.

У процесі експлуатації сівалки можуть виникнути можливі неполадки, зумовлені порушенням регулювань, спрацюванням деталей і неправильної експлуатації.

Перелік можливих поломок і методи їх усунення наведенні в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Перелік можливих поломок і методи їх усунення

| Неполадка, зовнішня проява                                  | Методи усунення.<br>Необхідні випробування і регулювання            | Застосовуваний інструмент           |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                                                           | 2                                                                   | 3                                   |
| 1. Невідповідне заглиблення сошника:                        | Закріпити сошник;                                                   | Ключі: 8 × 10; 10 × 12;<br>12 × 13. |
| 2. Зсування ґрунту рядка.<br>Забиті робочі органи бур'яном. | Своєчасно робочі органи очищати<br>Працювати на понижений передачі. | Очищувач.                           |

Продовження таблиці 3.2

| 1                                                                                                                | 2                                                                                                                          | 3                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Утворення гребінок поверхні:<br>а) робочі органи залипли;<br>б) сошник занадто заглиблюються                  | Періодично чистити землю.<br><br>Встановити сошник в горизонтальній площині.                                               | Очищувач.<br><br>Ключі:<br>$8 \times 10$ ;<br>$10 \times 12$ ;<br>$12 \times 13$ .         |
| 4. Сошник погано заглиблюється:<br>а) встановлення робочого органу “на п’яту”;<br>б) підвищена твердість ґрунту. | Встановити сошник в горизонтальній площині.<br><br>Збільшити навантаження на сівалку.                                      | Ключі:<br>$8 \times 10$ ;<br>$10 \times 12$ ;<br>$12 \times 13$ .                          |
| 5. Робочі органи забиті.                                                                                         | Очистити робочі органи при зупинках.                                                                                       | Очищувач                                                                                   |
| 6. Поломка робочих органів.                                                                                      | Звільнити гайки бокових тримачів, вийняти поломані робочі органи і встановити нові, що входять в комплект запасних частин. | Ключі:<br>$8 \times 10$ ;<br>$10 \times 12$ ;<br>$12 \times 13$ .                          |
| 7. Розрив ланцюгової передачі.                                                                                   | Звільнити гайки вийняти ланцюг встановити новий.                                                                           | Ключі:<br>$10 \times 12$ ;<br>$12 \times 13$ .                                             |
| 8. Спрацювання втулки колеса.                                                                                    | Зняти втулку і встановити нову.                                                                                            | Ключ $17 \times 19$ .<br>$M_{кр.} - 68.9-106 \text{ Н}\cdot\text{м}$<br>(6,89-10,6 кгс·м). |

### 3.3 Технічне обслуговування

Відповідно до встановлених норм і вимог, передбачених правилами експлуатації лісогосподарської техніки, у господарствах застосовується планово-запобіжна система технічного обслуговування машин. Для лісової сівалки передбачено проведення щозмінного та післясезонного технічного обслуговування, а також виконання поточного і капітального ремонтів.

Технічне обслуговування охоплює обслуговування трактора Т-16, лісової сівалки та навісного технологічного обладнання. Проведення комплексу технічних заходів забезпечує підтримання машини у справному технічному стані, сприяє економічній роботі агрегатів та запобігає передчасному зношуванню і виходу з ладу вузлів та механізмів.

Система технічного обслуговування лісової сівалки має планово-попереджувальний характер і включає обслуговування під час транспортування, після проведення експлуатаційної обкатки, у процесі виробничої експлуатації, а також у період зберігання. Під час виробничої експлуатації виконують щозмінне технічне обслуговування (ЩТО), технічне обслуговування №1 (ТО-1) та технічне обслуговування №2 (ТО-2).

Під час усіх видів технічного обслуговування виконують очисно-мийні, перевірочні та мастильні роботи, а також усувають несправності, виявлені у процесі огляду машини. Після транспортування перевіряють комплектність сівалки, її технічний стан, надійність зовнішніх кріплень і, за необхідності, виконують підтягування різьбових з'єднань та усувають виявлені дефекти.

Під час проведення ТО-1 виконують повний комплекс робіт щозмінного обслуговування та додатково перевіряють стан шпильок кріплення коробки відбору потужності і болтів карданного валу, за потреби здійснюючи їх підтягування. Особливу увагу приділяють контролю відсутності підтікання мастильних матеріалів. У разі виявлення витоків встановлюють причину несправності та усувають її. Під час огляду також контролюють стан зовнішніх кріплень, регулюють осьовий зазор у підшипниках коліс та

перевіряють справність електропроводки з обов'язковою ізоляцією пошкоджених ділянок.

Після завершення технічного обслуговування лісову сівалку випробовують на холостому ходу з метою перевірки взаємодії всіх складових частин та виконують остаточне регулювання механізмів машини.

Під час ТО-2 проводять увесь комплекс робіт, передбачених ТО-1, а також додатково перевіряють технічний стан усіх вузлів технологічного обладнання та виконують їх змащування відповідно до встановлених вимог.

Технічне обслуговування в період зберігання включає зовнішній огляд машини, оцінювання її технічного стану та визначення можливості подальшої експлуатації без проведення ремонту. Якщо необхідність ремонту відсутня, машину готують до консервації.

Сезонне технічне обслуговування передбачає виконання комплексу робіт під час переходу від зимового періоду експлуатації до літнього та у зворотному напрямку. Такі роботи виконуються водієм спільно з ремонтною бригадою у спеціалізованій майстерні з тимчасовим виведенням машини з експлуатації.

Сезонне обслуговування поєднується з ТО-2 та додатково включає заміну мастильних матеріалів відповідно до сезону, перевірку електропроводки та підтягування клемних з'єднань, промивання картерів двигуна, коробки передач, ведучих мостів і рульового механізму. Крім того, промивають радіатор, систему охолодження двигуна та систему підігріву, після чого заповнюють їх відповідною охолоджувальною рідиною. Залежно від пори року встановлюють або демонтують утеплювальні пристрої акумуляторних батарей.

Технічне обслуговування вузлів і навісного обладнання лісової сівалки виконують у спеціалізованих майстернях. Усі технологічні операції розподіляють між окремими постами, призначеними для миття, очищення, сушіння, виконання кріпильних, регулювальних, електротехнічних, мастильних та шиномонтажних робіт.

Для підвищення продуктивності праці під час проведення технічного обслуговування і ремонту лісової сівалки застосовують підйомно-оглядове та транспортне обладнання, що забезпечує можливість одночасного виконання робіт у верхній, нижній та бокових частинах машини. До такого обладнання належать оглядові канали, естакади, підйомники, перекидачі, домкрати та інші види гаражного оснащення.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Кваліфікаційна робота бакалавра, присвячена удосконаленню технології механізованого висівання насіння хвойних порід у лісових розсадниках, дозволила виконати комплекс теоретичних, конструктивних та технологічних досліджень, спрямованих на підвищення ефективності вирощування садивного матеріалу. У результаті проведеної роботи сформульовано такі висновки:

1. Проведений аналіз існуючих технологій висівання насіння хвойних порід у лісових розсадниках показав необхідність удосконалення технічних засобів механізації посівних процесів, особливо для роботи на невеликих ділянках та в умовах складного рельєфу.
2. Встановлено, що використання механізованого способу висівання насіння дозволяє значно зменшити трудомісткість технологічних операцій, підвищити продуктивність праці та забезпечити більш рівномірне розміщення насіння у рядках.
3. У кваліфікаційній роботі розроблено конструкцію універсальної лісової сівалки з шириною захоплення 0,7 м, призначеної для висівання насіння хвойних порід у різних природно-кліматичних умовах України.
4. Виконані технологічні, кінематичні та енергетичні розрахунки дали можливість обґрунтувати основні параметри та режими роботи проекрованої машини, а також визначити необхідні характеристики її робочих органів.
5. Розроблено функціональну, кінематичну та принципову схеми лісової сівалки, що забезпечують ефективне виконання операцій формування борозни, висівання насіння, загортання ґрунту та його часткового ущільнення.
6. Запропонована конструкція висівного апарата зі щітковим барабаном та регульованим поворотним диском забезпечує можливість висівання насіння різних хвойних порід із дотриманням необхідної норми та кроку висіву.

7. Використання анкерного сошника у конструкції машини сприяє якісному формуванню борозни, стабільному розміщенню насіння на заданій глибині та зменшенню пошкодження насіннєвого матеріалу під час роботи.
8. Проведений аналіз тягово-зчіпних показників трактора у складі агрегату з лісовою сівалкою підтвердив можливість ефективної роботи машини за умови дотримання встановлених режимів руху та експлуатації.
9. Розроблена система приводу робочих органів із використанням ланцюгових передач і фрикційної муфти забезпечує надійність роботи механізмів та захист елементів приводу від перевантажень і можливих поломок.
10. У роботі передбачено комплекс заходів щодо технічного обслуговування, монтажу, транспортування та довготривалого зберігання машини, що сприяє підвищенню надійності та довговічності її експлуатації.
11. Значну увагу приділено питанням охорони праці та безпеки під час експлуатації лісової сівалки. Розроблено вимоги щодо безпечної роботи обслуговуючого персоналу, технічного стану машини, пожежної безпеки та ергономічних характеристик конструкції.
12. Використання проектованої лісової сівалки дозволяє знизити затрати праці та експлуатаційні витрати, підвищити якість виконання посівних робіт і створити передумови для ефективного вирощування високоякісного садивного матеріалу хвойних порід у лісових розсадниках.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Виговський А.Ю., Білоус М.М. Механізація лісогосподарських робіт : навч. посібник. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2020. 576 с.
2. Білик Б.В. Проектування самохідних лісових машин: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1998. – 140с.
3. Гриб В. М., Сендонін С. Є. та ін. Основи лісоексплуатації : навч. посібник. Ч. 2. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2021. 288 с.
4. Механізація лісогосподарських робіт: навч. посібник / Леонід ДАЦЮК, Олександр ГЕРАСИМЧУК. – Луцьк: ЛНТУ, 2025. – 184 с.
5. Норми виробітку, часу та витрат палива на виконання лісозаготівельних робіт підготовлені Українським державним проектно-вишукувальним інститутом Укрдніпроліс. – К.: 2004. – 156 с.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Трактори і автомобілі” для студентів спеціальності 6.090200 “Обладнання лісового комплексу” Л.М. Дацюк, В.М. Вржеш – Луцьк: ЛДТУ, 2006. – 84 с.
7. 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. Толстущко. – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. – 48 с.
8. Хайліс Г.А. Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин : Навч. Посбник.-К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.
9. Плоткін Я.Д., Янушевич О.К. Організація і планування виробництва на машинобудівному підприємстві: Навчальне видання. – Львів: Світ, 1996.
10. Технологія та технологічне обладнання лісозаготівлі [Текст] : Методичні вказівки до лабораторних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня, освітньої програми Лісове господарство, галузь знань Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина, спеціальності Н4 Лісове господарство денної та заочної форм навчання / уклад. Леонід ДАЦЮК, Володимир БОНДАР. – Луцьк: Луцький НТУ, 2014. – 84 с.

## ДОДАТКИ