

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

**бакалавр**

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технології вирощування люцерни на сіно  
з модернізацією комбінованого посівного агрегату

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГс-42  
спеціальності 208

**Агроінженерія**

(шифр і назва спеціальності)

Чомко В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Олексюк В.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Бабій А.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2024

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Бабій А.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« » 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Чомко Віктору Володимировичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології вирощування люцерни на сіно  
з модернізацією комбінованого посівного агрегату

Керівник роботи Олексюк Василь Петрович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 27 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Базова конструкція посівного агрегату, трактор Т-25А, продуктивність – 0,9 га/год,  
ширина захвату – 1,5 м, робоча швидкість – до 5,69 км/год.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Оглядова частина. 2. Проектування технології вирощування люцерни.

3. Проектна частина. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Аналіз посівних агрегатів. – 1А4. 2. Функціональна схема комбінованого посівного  
агрегату – 1А4. 3. Кінематична схема комбінованого посівного агрегату – 1А4.

4. Комбінований посівний агрегат. Складальне креслення – 2А4. 5. Апарат для висіву  
насіння трав. – 1А4. 6. Вал апарату для висіву насіння – 1А4.

7. Деталювання – 4А4.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., доцент		

7. Дата видачі завдання

24.01.2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Оглядова частина	02.02.2024 р.	
2	Проектування технології вирощування люцерни	10.02.2024 р.	
3	Проектна частина	05.06.2024 р.	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2024 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки	15.06.2024 р.	
6	Ілюстративна частина. Специфікації	20.06.2024 р.	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Чомко В.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Олексюк В.П.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Автор роботи** – Чомко Віктор Володимирович.

**Тема роботи** – «Удосконалення технології вирощування люцерни на сіно з модернізацією комбінованого посівного агрегату».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Керівник роботи** – Олексюк Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

### **Актуальність теми роботи**

Врожайність природних трав, як правило не висока, тому вирощування сіяних трав є важливим. Для одержання високих врожаїв трав, як на корм так і на насіння необхідно витримувати відповідну агротехніку, а при вирощуванні сіяних трав проводити якісний посів.

Крім того, насіння трав є досить вимогливим до вологості ґрунту під час посіву, тому розрив у часі між передпосівним обробітком і сівбою негативно відбивається на схожості і врожайності в цілому.

Спосіб підсіву трав до зернових культур менш енергоємний, але він вимагає додаткових проходів по полю при посіві, збиранні основної культури, та потребує підживлення мінеральними добривами.

Підживлення сіяних трав розкидним способом призводить до нерівномірного внесення добрив, їх перевитрат, змивання дощовою водою з пагорбів у долини, а значить і до нерівномірності росту рослин. Особливо цей момент необхідно враховувати при вирощуванні сіяних трав на насіння, оскільки від якості насіння залежить врожайність культури в подальшому.

Тому застосування сучасних технологій механізованого вирощування люцерни, а також розробка комбінованих посівних агрегатів для якісного виконання технологічного процесу поверхневого обробітку ґрунту на задану глибину з одночасним внесенням мінеральних добрив і висівом насіння трав є

актуальною науково-практичним завданням.

### **Мета роботи**

Основною метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології вирощування люцерни на сіно, шляхом застосування модернізованого комбінованого посівного агрегату.

### **Об'єкт, методи та джерела дослідження**

*Об'єкт дослідження.* Технологія вирощування люцерни.

*Предмет дослідження.* Комбінований посівний агрегат.

*Методи дослідження.* Економіко-статистичний, порівняльний, математичного моделювання, теоретико-емпіричний.

### **Отримані результати:**

- розглянуто характеристики та біологічні особливості люцерни;
- проведено аналіз технології вирощування цієї культури з метою використання її на сіно;
- проведено огляд агрегатів, що використовуються в господарствах для висіву насіння;
- здійснено аналіз вихідних даних для модернізації комбінованого посівного агрегату;
- проведено розрахунки експлуатаційно-технологічних параметрів модернізованого комбінованого посівного агрегату та ефективності його застосування;
- проведені обґрунтування конструкції та розрахунки параметрів комбінованого посівного агрегату;
- розглянуто вимоги техніки безпеки при експлуатації посівних машин;
- проведено аналіз заходів із захисту персоналу та навколишнього середовища від небезпечних виробничих факторів.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Удосконалено технологію механізованого виробництва люцерни на сіно та проведено вибір машин, необхідних для її реалізації.

Запропонований агрегат для висіву насіння трав дозволить якісно виконувати технологічні процеси із поверхневого обробітку ґрунту на задану

глибину з одночасним внесенням мінеральних добрив і висіванням насіння трав.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 61, додатки – 9 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 12 арк. формату А4.

**Ключові слова:** комбінований посівний агрегат, висівний апарат, технологія вирощування, агротехніка, насіння, люцерна.

## УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

### *Розділ 2:*

$B$  – фактична ширина захвату агрегату, м;

$K_m$  – величина питомого опору агрегату, Н/м;

$\sigma$  – маса агрегату, кг;

$\alpha$  – допустиме значення кута зміни рельєфу, град;

$\sigma_{mp}$  – маса енергозасобу, Н;

$f$  – коефіцієнт опору коченню;

$\eta_b$  – к.к.д. що враховує втрати від пробуксовання;

$\eta_{mp}$  – величина загального к.к.д. трансмісії;

$W$  – годинна продуктивність за основним часом, га/год;

$\tau$  – коефіцієнт використання робочого часу;

$K_{en}$  – експлуатаційної надійності;

$W_2$  – годинна продуктивність посівного агрегату, га/год;

$T$  – тривалість робочого дня, год;

$W_{zm}$  – продуктивність посівного агрегату за зміну, га/зм;

$t_p$  – річне завантаження посівного агрегату, год;

$D$  – максимально допустима кількість днів висіву насіння трав;

$L$  – кількість людей, що обслуговують посівний агрегат;

$V_{з.б}, V_{з.н}$  – затрати праці на посіві насіння трав відповідно базовим і новим посівними агрегатами, люд-год/га;

$Q$  – річний обсяг робіт, га.

### *Розділ 3:*

$\rho_n$  – густина насіння трав, г/см<sup>2</sup>;

$k_{po}$  – коефіцієнт, що враховує присутність тих робочих органів, що розміщені в

середині бункерів;

$m_1$  – показник ступеня, що визначають експериментально;

$R_3$  – коефіцієнт заповнювання жолобків;

$S_{жс}$  – площа перетину жолобків,  $m^2$ ;

$Z_{жс}$  – кількість жолобків;

$l_k$  – робоча довжина жолобків, м;

$\delta_{жс}$  – товщина перемичок поміж жолобками, м;

$l_{жс}$  – ширина жолобків, м;

$\mu$  – коефіцієнт опору;

$S$  – величина площі отвору,  $m^2$ ;

$h$  – значення висоти стовпа насінин над отворами, м;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $m/s^2$ ;

$Q$  – значення масової продуктивності т/год;

$K_n$  – величина коефіцієнта продуктивності гвинта;

$K_p$  – значення відношення кроку гвинта до величина його діаметра;

$\omega$  – величина кутової швидкості обертів гвинта,  $xv^{-1}$ ;

$d_e$  – величина діаметра вала, м;

$C_i$  – коефіцієнт заповнювання;

$C_e$  – значення коефіцієнта, що враховує величину кута нахилу жолоба відносно горизонту;

$\mu$  – величина коефіцієнта внутрішнього тертя насінин трав;

$\beta$  – величина кута нахилу механізму до горизонту, град;

$l$  – половина ширини захоплення агрегату, м;

$\psi$  – значення кута підйому гвинтових ліній гвинтів, град;

$\varphi$  – значення кута тертя для матеріалів, які переміщуються;

$P$  – величина кроку шнеків, м;

$g_e$  – значення ваги одного погонного метра шнеків, Н/м;

$\mu_1$  – величина коефіцієнта тертя в підшипниках;

$d_{cp}$  – величина середнього діаметра п'яти, м;

$d_e$  – величина діаметра валу шнека, м;



$k$  – коефіцієнт, котрий залежить від матеріалів, які переміщуються;

$G$  – величина сили ваги котків, Н;

$B$  – значення довжини котків, котра рівняється ширині захвату агрегату, м;

$q$  – величина коефіцієнта об'ємного зминання ґрунтів, Н/м<sup>3</sup>;

$D$  – діаметр котка, м;

$l$  – ширина плями контакту котків на ґрунті, м.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	11
<b>1. Оглядова частина</b> .....	12
1.1 Характеристика і біологічні особливості люцерни.....	12
1.2 Технологія вирощування люцерни .....	13
1.3 Аналіз вихідних даних для модернізації комбінованого посівного агрегату.....	15
<b>2. Проектування технології вирощування люцерни</b> .....	19
2.1 Розроблення технології вирощування люцерни на сіно.....	19
2.2 Розрахунок експлуатаційно-технологічних параметрів агрегату .....	22
2.3 Розрахунок ефективності застосування модернізованого посівного агрегату .....	24
<b>3. Проектна частина</b> .....	28
3.1 Аналіз посівних агрегатів .....	28
3.2 Обґрунтування конструкції комбінованого посівного агрегату .....	31
3.3 Розрахунки параметрів комбінованого посівного агрегату .....	33
3.3.1 Розрахунок кінематичних параметрів .....	33
3.3.2 Розрахунок маси насіння трав, яке розміститься в бункері.....	39
3.3.3 Визначення параметрів висівного пристрою .....	41
3.3.4 Розрахунок параметрів прикочуючого котка .....	50
<b>4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</b> .....	52
4.1 Вимоги техніки безпеки при експлуатації посівних машин.....	52
4.2 Захист персоналу та навколишнього середовища від небезпечних виробничих факторів .....	54
<b>Загальні висновки</b> .....	57
<b>Перелік посилань</b> .....	58
<b>Додатки</b> .....	61

## ВСТУП

Корми з рослинних матеріалів класифікують на грубі, такі як сіно та солома, соковиті, наприклад силос, і зелені, як-от трави. Їх отримують з культивованих або дикорослих трав, виробляючи з них розсипчасте та пресоване сіно, силос, сінаж і трав'яну муку. Ці продукти також використовують для виготовлення комбікормів у формі гранул і брикетів.

Природні трави зазвичай мають низьку урожайність, тому культивація сіяних трав важлива для отримання високих урожаїв як на корм, так і на насіння, дотримуючись відповідної агротехніки. Важливо також проводити якісний посів.

Глибина посіву насіння трав зазвичай становить 1,5-2 см, що ставить високі вимоги до якості підготовки ґрунту. Вологість ґрунту під час посіву також важлива для гарної схожості насіння і загалом для урожайності, тому затримки між обробітком ґрунту та посівом можуть негативно вплинути на ці процеси.

Метод підсіву трав у зернові культури є менш затратним з точки зору енергії, проте вимагає додаткових проходів через поле під час посіву та збору урожаю основної культури, а також потребує застосування мінеральних добрив.

Розкидання добрив для сіяних трав може призвести до їх нерівномірного розподілу, перевитрат, вимивання дощем із висот у низини, що спричиняє нерівномірний ріст рослин. Це особливо важливо при вирощуванні сіяних трав на насіння, адже якість насіння впливає на майбутній урожай.

Таким чином, у кваліфікаційній роботі поставлено завдання розробити сучасну технологію механізованого вирощування люцерни, а також модернізувати комбінований посівний агрегат для ефективного виконання технологічного процесу відповідного обробітку ґрунту з одночасним внесенням мінеральних добрив і посівом насіння трав.

## 1. ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

### 1.1 Характеристика і біологічні особливості люцерни

Люцерна є ключовою кормовою культурою в південних та південно-східних регіонах країни. Вона слугує високоцінним кормом, включно з зеленою масою, сіном, сінажем, трав'яним борошном та гранулами. Зелена маса містить 20,3% протеїну в перерахунку на абсолютно суху речовину, у сінні протеїну 18%, у силосі – 16,8%, а у сінному борошні – 19,2%. За кормовою цінністю, 2 кг сіна з люцерни прирівнюються до 1 кг зерна вівса; 100 кг сіна містить у середньому 53,4 кормових одиниці, зелена маса – 17,2, силос – 15,2 і борошно із люцерни – до 47,7 кормових одиниць.

В Україні особливо поширена люцерна синя, або посівна, відома своєю високою вимогливістю до вологи та ґрунту і меншою морозостійкістю порівняно з жовтою, або серповидною люцерною, яку зазвичай вирощують у посушливих південно-східних районах.

Гібридна люцерна, отримана шляхом схрещування синьої та жовтої, може бути схожою на синю (синьогібридна) чи на жовту (жовтогібридна). Синьогібридна широко розповсюджена в Лісостепу, а жовтогібридна зустрічається у більш сухих південних і південно-східних регіонах.

#### **Біологічні особливості.**

Люцерна синя відрізняється інтенсивним розвитком надземної частини і потребує значної кількості вологи. Ця рослина досягає найвищих урожаїв сіна за умови вологості ґрунту не менше 70-80% ПВ і добре реагує на зрошення. Завдяки сильно розвинутій кореневій системі, яка може проникати в ґрунт на глибину 4–6 м та глибше, вона ефективно переносить посуху.

Люцерна синя починає проростати при температурі 2–3 °С, а молоді сходи можуть витримувати заморозки до 4–5 °С. Дорослі рослини мають високу холодостійкість, вони спроможні пережити морози до 25 °С.

Рослина досить вибаглива до ґрунту: найкраще росте на чорноземах суглинкових, супіщаних, каштанових, які багаті на фосфор і кальцій. Вона стійка до високого рівня солонцюватості ґрунту, але оптимально розвивається на нейтральних ґрунтах. Ґрунти, які мають схильність до заболочування чи є кислими, не підходять для її культивування.

## **1.2 Технологія вирощування люцерни**

Люцерну сіють під покрив ярого ячменю, вико-вівса для сіна та менш часто під озимі, просо в широких рядах або суданську траву. Люцерново-злакові суміші часто вирощують у кормових сівозмінах із застосуванням на 2–3 роки та заходів з охорони ґрунтів [16, 19]. Покривні культури для таких сумішей такі ж, як і для чистої посівної люцерни.

На зрошуваних землях люцерну зазвичай висівають навесні під кукурудзу, просо або низькостеблову яру пшеницю. У вологих регіонах, як Лісостеп та Полісся, а також на зрошуваних землях Степу, використовують також літні або післяжнивні посіви люцерни без покривних культур. Методика обробітку ґрунту перед посівом, включаючи зяблеве та передпосівне культивування, залежить від попередньої культури та покривної культури. Для забезпечення рівномірного вкривання насіння і дружних сходів ґрунт перед посівом ущільнюють котком. На поливних ділянках виконують ретельне вирівнювання перед посівом. При вирощуванні люцерни на сильно засолених ґрунтах використовують гіпсування (3–5 тонн гіпсу на гектар), що підвищує урожайність на 20%. Для вапнування використовують кислі ґрунти.

Зазвичай органічні добрива вносять перед посівом попередньої культури, тоді як мінеральні добрива використовують безпосередньо для люцерни [19].

На чорноземних ґрунтах найбільшу ефективність показують фосфорні та фосфорно-калійні добрива, тоді як на каштанових ґрунтах використовують фосфорні добрива в дозах 45–60 кг/га активних речовин.

Важливе значення має використання фосфорних добрив у рядки, особливо при використанні молібденізованого суперфосфату, що сприяє активнішому розвитку бульбочкових бактерій та кореневої системи. Значне підвищення урожайності люцерни забезпечує підживлення на початку весни азотними добривами, після скошування – комплексними, та перед зимівлею – фосфорно-калійними (30–45 кг/га азоту, 45–60 кг фосфору, 30–45 кг калію). На солонцях калійні добрива не використовують.

Насіння очищують від бур'янів, зокрема повитиці, і воно повинно бути високої схожості (понад 90%). Якщо насіння включає 20–25% або більше твердого насіння, його піддають скарифікації. Для захисту від хвороб насіння обробляють 80%-ним ТМТД (3–4 кг/т), а в день посіву застосовують нітрагін або ризоторфін.

Люцерну сіють під покрив ранніх ярих культур на початку весни, що є одним із найраніших весняних термінів посіву. Під покривом озимих культур рекомендується висівати трави до посіву озимих, що в Україні відбувається у першій половині серпня. Після того як у люцерни сформується другий трійчастий листок, озимі культури можна сіяти дисковими сівалками. У роки, коли у серпні спостерігається нестача вологи в ґрунті, люцерна підсівається під озимі весною.

Норми висівання насіння визначаються на основі кліматичних умов та виду травосумішки, якщо вирощування ведеться у суміші з злаками. Оптимальною густиною люцерни в перший рік у Степу вважається 150–200 рослин на 1 м<sup>2</sup>, у Лісостепу – 180–220, а на Поліссі – 200–250. У Лісостепу під ячмінь висівають 15–16 кг/га насіння люцерни, а під кукурудзу та просо – 17–19 кг/га. У степових районах норма висіву подібна через нижчу схожість насіння, тоді як на Поліссі висівають 20–25 кг/га. Висів проводять при допомозі зернотрав'яних сівалок на глибину 3–4 см.

Догляд за люцерною розпочинається з усунення ґрунтової кірки, яка здійснюється за допомогою боронування мотиками ротаційного типу або кільчасто-шпоровими котками. Під час фази з одним-трьома листками на люцерні застосовують гербіцид 2,4-ДМ у кількості 1,5–3 кг/га.

Солому після жнив слід негайно вивозити з поля, оскільки її затримка спричиняє випадання та інтенсивне забур'янення. У випадку зрідження травостою проводять підсів. Для боротьби з повитицею застосовують обробку стерні та люцерни ДНОК у нормі 35–50 кг/га. Взимку вживають заходи для утримання снігу, а навесні знову проводять боронування. Збір люцерни здійснюють на початку її цвітіння, тоді як злакові травосуміші збирають у період колосіння. Перший збір косять на висоті 5–6 см, а останній, за 20–25 днів до кінця вегетаційного періоду, – на висоті 10 см.

### **1.3 Аналіз вихідних даних для модернізації комбінованого посівного агрегату**

Посівніагрегати для насіння трав призначені для застосування в усіх природно-кліматичних зонах України, включно з вологим регіоном Полісся.

Полісся відрізняється високою вологістю, що ускладнює проведення весняних польових робіт, таких як підсів і посів трав. Особливість посівних машин полягає у необхідності використання їх на достатньо дозрілих ґрунтах із певним рівнем вологості.

В зоні Полісся виділяють шість агроґрунтових районів з різними типами ґрунтів, включаючи дернові слабопідзолисті, сірі лісові, темно-сірі ґрунти, чорноземи, а також вилужені легкосуглинкові супіщані з мало ущільненим підґрунтям.

При вирощуванні трав на насіння або як кормову культуру не потрібно обирати спеціальні ділянки, але важливо враховувати тип ґрунту, рельєф, освітленість і захист від вітрів.

Оптимальні умови включають нейтральну або слабо кислу реакцію рН, рівнинний рельєф або з легкими ухілами до 3–4 градусів, відсутність ям та западин. Найкраще підходять південні, південно-східні та південно-західні схили, на яких земля добре прогрівається і швидше висихає у весняний період, що є ключовим для таких технологічних процесів як підготовка ґрунту з удобренням та наступне посів з прикочуванням насіння трав.

Посівний агрегат для насіння трав буде працювати у сполученні з трактором Т-25А. Ця машина є начіпною, а привід активних робочих органів відбувається через вал відбору потужності (ВВП) енергозасобу.

Наразі підсів насіння трав здійснюється за допомогою зернових сівалок моделі СЗТ-3,6 або весняним методом розкидання. Для стимулювання кращого росту трав у весняний період також застосовують розкидання мінеральних добрив.

Висів насіння трав на нових ділянках потребує підготовки ґрунту та висівання насіння на невелику глибину від 1 до 2 см. Ефективне прикочування насіння можна досягнути за допомогою катків після їх розсіювання.

Проведення посіву насіння трав важливо здійснювати у визначені агротехнічні терміни.

Активні робочі органи агрегата – фрези, обладнані жорстко або на шарнірах закріпленими прямими ножами чи гачками. Швидкість трактора не повинна перевищувати 6 км/год, а частота обертання фрези у машинах подібних конструкцій зазвичай становить 3,5...4,0 с-1. Важливо забезпечити таку ж частоту від ВВП трактора Т-25А, частота обертання якого становить 545 об/хв (9,08 с-1).

Оскільки комбінований посівний агрегат призначений для обробки ґрунту, внесення мінеральних добрив та посіву насіння трав, необхідно



враховувати властивості ґрунту, мінеральних добрив та насіння трав як єдиний комплекс.

Однією з ключових характеристик ґрунту, що впливає на роботу ножів фрез, є його "стиглість". У дерново-підзолистих ґрунтах "стиглість" досягається при вологості 12...22%, тоді як у чорноземах цей показник становить 17...30% [19].

Іншими важливими показниками структури ґрунту є його шпаруватість і густина. Шпаруватість варіюється в залежності від типу ґрунту: вона складає 40...50% у піщаних ґрунтах і доходить до 80...90% у торф'яних. Суглинки та глини мають проміжне значення шпаруватості, яке становить 50...60%.

Густина ґрунту залежить від його механічного складу, вмісту гумусу та шпаруватості, коливаючись від 0,9 до 1,6 г/см<sup>3</sup> в орному шарі, тоді як підорні горизонти мають густину 1,6...1,8 г/см<sup>3</sup>.

Технологічні властивості міндобрив охоплюють такі показники як щільність, розмір гранул, сипучість, розсіюваність, в'язкість та гігроскопічність.

Щільність мінеральних добрив знаходиться в діапазоні від 0,8 до 1,7 т/м<sup>3</sup>, з розміром гранул від 1 до 5 мм. Інші властивості змінюються в залежності від умов та тривалості зберігання, а також від підготовки добрив до їх внесення [19].

Характеристики насіння, що впливають на взаємодію з робочими елементами посівного агрегату, включають вологість, гігроскопічність, форму, коефіцієнт тертя, щільність та кути природного схилу.

Оскільки агрегат для посіву травових насінь є комбінованим, необхідно провести аналіз конструкції його окремих частин, які займаються поверхневим обробітком ґрунту, висівом насіння та мінеральних добрив, а також коткуванням.

Активне перемішування ґрунту здійснюється за допомогою фрез, серед яких польові фрези вважаються найефективнішими для підготовки ґрунту під посів. Ці фрези обробляють ґрунт на глибину до 25 см. Більшість фрез мають ножі, які виконують коловий рух, займаючи при цьому різні кути відносно

горизонту. Ножі кріпляться до барабана жорстко, що є простим рішенням, але потребує наявності запобіжного механізму на приводі активних робочих органів для забезпечення безпеки.

Для висівання насіння трав використовують або розкидний метод, або сівалки. У конструкції сівалок встановлені катушкові висівні апарати для насіння та катушково-штифтові для мінеральних добрив. Основним недоліком використання катушкових висівних агрегатів є збільшення ваги, габаритів та тягового опору машини через необхідність додавання сошників та насінне- та тукопроводів. Відповідно до агротехнічних стандартів, висока точність висіву насіння трав не є критичною, основним вимогам є закладення насіння на глибину 1...2 см. Це можна досягти, якщо після висіву насіння прокочувати поверхню поля котками. Для вирівнювання поверхні ділянку з прикочуванням насіння найефективніше користуватися гладкими котками із питомим тиском 2,3...6,0 кН на метр ширини захвату.

Конструкція посівних агрегатів для насіння трав включає фрезу, механізми висіву мінеральних добрив та насіння, а також елементи для їх прикочування. Привід фрези забезпечується від валу відбору потужності трактора. Усі компоненти агрегату розташовані на рамі, яка має пристрій для з'єднання з навісками тракторів Т-25А та Т-40, що відносять до універсально-просапних із тяговим класом 6 кН.

На схилах з крутизною понад 3° для забезпечення стійкості трактора Т-25А, передній міст довантажують баластом.

Технічні характеристики трактора Т-25А забезпечують ефективне провадження технологічного процесу із висівання насіння трав.

## **2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ**

### **2.1 Розроблення технології вирощування люцерни на сіно**

На ранню весну, коли талі води відступають і вологість ґрунту досягає приблизно 85%, проводять процедуру закриття вологи. Повна культивування здійснюється після того, як ґрунт досягає стану повної стиглості, на глибини 12 см.

При передпосівній підготовці обробляють ґрунт на глибину, необхідну для загортання насіння люцерни, використовуючи борони або культиватори. Після цього обробітку поверхня ґрунту має бути рівною, з висотою гребенів не більше 15 мм та кількістю грудок з діаметром понад 20 мм не більше 10% від загального числа.

Посів люцерни проводять на глибину до 2 см з одночасним внесенням аміачної селітри у дозі 80 кг/га. На кінець червня здійснюють підживлення посівів трав аміачною селітрою нормою 100...120 кг/га.

Перший укіс люцерни зазвичай проводять у фазі бутонізації, перед початком цвітіння, що сприяє отриманню високої якості сіна. Висота скошування становить 5 см. На наступний день після скошування сіно ворують для забезпечення його рівномірного висушування, а стеблову масу розподіляють по полю рівномірно, уникаючи утворення куп та валків.

При зниженні вологості сіна до 40...50%, виконується його згрібання у валки, за яким слідує перевертання валків. Валки збирають за допомогою волокуші начіпної ВНШ-3, яка також формує з них копиці. Після формування копиці транспортують до місця зберігання.

Така ж технологія використовується для другого укусу.

Для збільшення прибутковості виробництва сіна рекомендується внести деякі зміни у наявну технологію.

Особлива увага має бути приділена посівному матеріалу. Під час підготовки насіння важливо враховувати, що у люцерни та інших багаторічних

трав насіння має оболонки, які утруднюють проникнення вологи та повітря. Тому важливо звертати увагу на присутність бурого та коричневого насіння, яке має нижчу схожість порівняно з жовтим насінням.

За 2-3 місяці до посіву насіння необхідно обробити захисними речовинами, мікроелементами та полімерами, що формують плівку. Проведення такого комплексного обробітку може підвищити урожайність сіна на 8-10%.

Оптимальне значення густоти травостою люцерни у лісостеповій зоні складає 220 рослин на квадратний метр. Враховуючи показники схожості в полі та зрідження посівів, для отримання 200-250 рослин на квадратний метр потрібно висіювати 14-15 кг насіння на гектар.

Рекомендується проводити передпосівний обробіток ґрунту за допомогою культиватора в один прохід, враховуючи, що розроблюваний посівний агрегат також оснащений функцією передпосівної обробки ґрунту.

Висівання люцерни слід проводити використовуючи розроблюваний посівний агрегат за одночасного внесення мінеральних добрив.

Заготівлю сіна пропонується здійснювати у вигляді тюків для зниження витрат на транспортування та збільшення термінів зберігання. Для ефективної роботи прес-підбирача важливо сформувувати валок з мінімальною масою 2,5 кг на метр довжини та максимальною шириною 1,2 м. Втрати сіна при згрібанні не мають переважати 2,5%. Далі слідує обертання валків та їх пресування в тюки, причому щільність сіна у тюках має бути рівномірною. Прес-підбирач не повинен перетирати сіно або пошкоджувати листя під час підбирання валка. Втрати сіна при підбиранні та пресуванні не повинні переважати 2%.

Технологія механізованого виробництва сіна з люцерни та необхідне обладнання детально описані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологія механізованого вирощування люцерни на сіно

Найменування операції	Марка трактора	Марка с-г машини
1	2	3
Лущення стерні в два сліди	Т-150К	БДТ-7
Навантаження мінеральних добрив	МТЗ-80	ПЭ-0,8
Транспортування мінеральних добрив	МТЗ-80	2ПТС-4
Розкидання мінеральних добрив	Т-150К	РУМ-8
Навантаження органічних добрив	ДТ-75	ПБ-35
Транспортування і розкидання органічних добрив	Т-150К	ПРТ-10
Оранка на зяб на глибину 25 см	Т-150	ПЛН-5-35
Суцільна культивуація на глибину 10 см	Т-150	КПС-4
Передпосівна культивуація	Т-70С	КПС-4
Протруювання насіння	-	ПСШ-5
Навантаження насіння і мінеральних добрив	МТЗ-80	ПЭ-0,8
Транспортування насіння і мінеральних добрив	МТЗ-80	2ПТС-4
Посів люцерни із внесенням мінеральних добрив	Т-25А	Посівний агрегат
Навантаження мінеральних добрив	МТЗ-80	ПЭ-0,8
Транспортування мінеральних добрив	МТЗ-80	2ПТС-4
Підживлення люцерни	Т-150К	РУМ-8
Перший укіс люцерни	Т-25А	КС-2,1
Перше ворущіння маси	МТЗ-80	ГВР-6
Друге ворущіння маси	МТЗ-80	ГВР-6
Згрібання сіна у валки	МТЗ-80	ГВК-6
Обертання валків	МТЗ-80	ГВК-6
Підбирання валків і пресування тюків	МТЗ-80	ПС-1,6
Транспортування тюків	КАМАЗ 5511	-

Кінець таблиці 2.1.

1	2	3
Штабелювання тюків	МТЗ-80	ПФ-0,5
Другий укіс люцерни	Т-25А	КС-2,1
Перше ворущіння маси	МТЗ-80	ГВР-6
Друге ворущіння маси	МТЗ-80	ГВР-6
Згрібання сіна у валки	МТЗ-80	ГВК-6
Обертання валків	МТЗ-80	ГВК-6
Підбирання валків і пресування тюків	МТЗ-80	ПС-1,6
Транспортування тюків	КАМАЗ 5511	-
Штабелювання тюків	МТЗ-80	ПФ-0,5

## 2.2 Розрахунок експлуатаційно-технологічних параметрів агрегату

Ключовими параметрами, що гарантуватимуть належне проведення технологічних процесів, є швидкість переміщення, розмір тягового опору та потужність двигуна [3].

Враховуючи агротехнічні вимоги та технічні параметри, оберемо швидкості пересування для енергозасоба Т-25А на другій та третій передачах [2].

Так  $V_{II}=2,58$  км/год;  $V_{III}=5,69$  км/год., при таких швидкостях тягові зусилля на гаку будуть рівні  $P_r^{II} = 5,10$  кН;  $P_r^{III} = 4,20$  кН.

Значення продуктивності агрегату (га/год) визначимо так:

$$W = 0.1 \cdot B \cdot V_m, \quad (2.1)$$

де  $B=1,5$  м (згідно заданих вимог).

Тоді

$$W_{II} = 0.1 \cdot 1,5 \cdot 2,58 = 0,39 \text{ га/год};$$

$$W_{III} = 0.1 \cdot 1,5 \cdot 5,69 = 0,85 \text{ га/год}.$$

Знайдемо значення опору комбінованого агрегату для посіву з рівняння [3]:

$$R_m = K_m \cdot B_p + \sigma_m \cdot \sin \alpha, \quad (2.2)$$

$$R_m = 1000 \cdot 1,5 + 4000 \cdot 0,0523 = 1700 \text{ Н}.$$

Опір, який створює енергозасіб при русі по полю, може бути розрахований з допомогою наступної формули:

$$R_{mp} = \sigma_{mp} \cdot f, \quad (2.3)$$

$$R_{mp} = 17650 \cdot 0,15 = 2647,5 \text{ Н}.$$

Споживана потужність для пересування машинно-тракторного агрегату, що включає енергозасіб Т-25А та комбінований посівний агрегат, визначається як [3]:

$$N_n = \frac{(R_{mp} + R_m) \cdot V_p}{3,6 \cdot \eta_{mp} \cdot \eta^{\sigma}}, \quad (2.4)$$

$$N_n^{II} = \frac{(1,7 + 2,7) \cdot 2,58}{3,6 \cdot 0,95 \cdot 0,6} = 5,53 \text{ кВт};$$

$$N_n^{III} = \frac{(1,7 + 2,7) \cdot 5,69}{3,6 \cdot 0,95 \cdot 0,6} = 12,2 \text{ кВт.}$$

Отже, на підставі здійснених розрахунків, потужність двигуна енергозасобу Т-25А достатня для виконання технологічних процесів на другій та третій передачах.

### **2.3 Розрахунок ефективності застосування модернізованого посівного агрегату**

Розроблені посівні агрегати призначені для поверхневих обробітків ґрунту, внесення мінеральних добрив, посіву насіння та його прикочування. Його використання дозволяє об'єднати дві технологічні операції — передпосівну обробку та сівбу з прикочуванням — в одну, виключивши з технології вирощування люцерни передпосівну обробку ґрунту, тобто боронування. Таким чином, ефективність його використання буде порівнюватися з двома іншими машинно-тракторними агрегатами: МТЗ-80+СЗТ-3,6+СКГ-2-2 та Т-70С+С-11У+БЗТС-1,0 [1].

Враховуючи, що базова технологія передбачає використання двох тракторів, для розрахунків взято їхню загальну потужність.

В базовому варіанті технології, який включає два агрегати з продуктивністю приблизно 2,88 га на годину, їхню спільну продуктивність становить 1,44 га на годину.

Для машинно-тракторного агрегату МТЗ-80+СЗТ-3,6+СКГ-2-2 потрібні два оператори, тоді як для Т-70С+С-11У+БЗТС-1,0 — лише один, тому базова технологія потребує трьох людей для обслуговування агрегатів. Для нового агрегату потрібен один тракторист-машиніст.



Значення продуктивності посівного агрегату за одну годину зміни можна визначити з формули:

$$W_z = W \cdot \tau \cdot K_{ен}, \text{ га/год.} \quad (2.5)$$

Новий посівний агрегат:

$$W_{zн} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = 0,68 \text{ га/год.}$$

Базовий посівний агрегат:

$$W_{zб} = 0,85 \cdot 1,44 \cdot 0,95 = 1,16 \text{ га/год.}$$

Значення продуктивності посівного агрегату за зміну:

$$W_{зм} = W_z \cdot T, \text{ га/год.} \quad (2.6)$$

Новий посівний агрегат:

$$W_{зм.н} = 0,68 \cdot 8 = 5,44 \text{ га/зм.}$$

Базовий посівний агрегат:

$$W_{зм.б} = 1,16 \cdot 8 = 9,28 \text{ га/зм.}$$

Обсяги посівних робіт за рік

$$Q = W_{зм} \cdot t_p, \text{ га/рік.} \quad (2.7)$$

$$t_p = T \cdot D, \text{ год.} \quad (2.8)$$

$$t_p = 8 \cdot 15 = 120 \text{ год.}$$

Отже, новий посівний агрегат:

$$Q_n = 0,68 \cdot 96 = 81,6 \text{ га.}$$

Базовий посівний агрегат:

$$Q_b = 1,16 \cdot 120 = 139,2 \text{ га.}$$

Прийmemo, що річні обсяги робіт будуть

$$Q = Q_n = Q_b = 81,6 \text{ га.}$$

Витрати праці для посіву насіння трав визначаються за формулою

$$V_z = \frac{L}{W}, \text{ люд} - \text{год/га.} \quad (2.9)$$

Отже, новий посівний агрегат:

$$V_{z.n} = \frac{1}{0,68} = 1,47 \text{ люд} - \text{год/га.}$$

Базовий посівний агрегат:

$$V_{z.b} = \frac{3}{1,16} = 2,58 \text{ люд} - \text{год/га.}$$

Щорічна економія трудових ресурсів за допомогою використання нового посівного агрегату.

$$V_{з.сн} = (V_{з.б} - V_{з.н}) \cdot Q, \text{ люд-год.} \quad (2.10)$$

Отже,

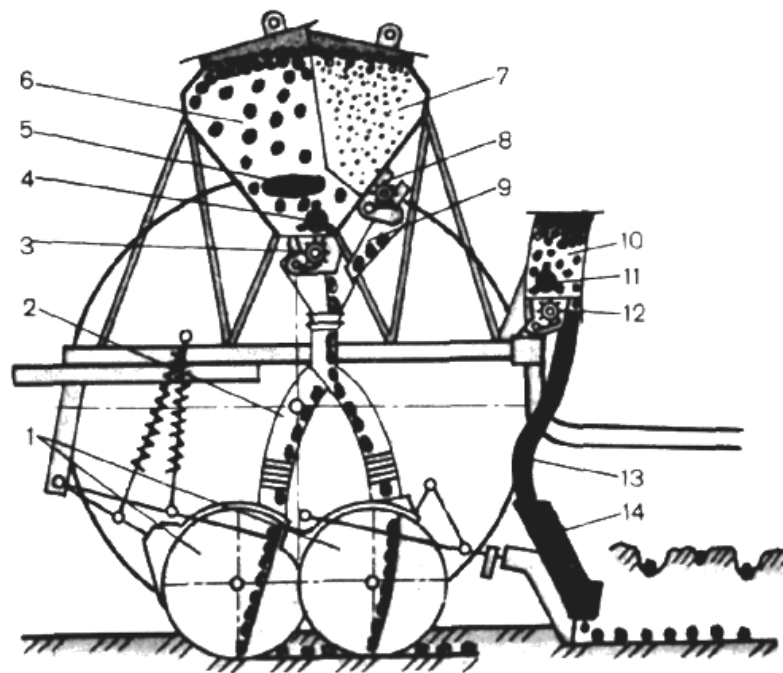
$$V_{з.сн} = (2,58 - 1,47) \cdot 81,6 = 91,1 \text{ люд-год.}$$

### 3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Аналіз посівних агрегатів

Для рядкового висівання різних культур застосовують комбіновані сівалки таких типів: зернові, зернотрав'яні, льняні, рисові та стерньові [1, 4, 16]. Ознайомимося з характеристиками декількох із них.

Зернотрав'яна сівалка СЗТ-3,6 (рис. 3.1) використовується для висіву насіння зернових і дрібного сипкого насіння бобових трав з одночасним внесенням добрив у вигляді гранул. Зернове насіння може бути замінене на несипке насіння злакових трав.



- 1 – дискові сошники; 2 – насінепровід; 3 – зернотрав'яний висіваючий апарат;  
4 і 11 – нагнітачі; 5 – ворошилки; 6 – зернове відділення ящика; 7 – тукове відділення ящика; 8 – туковисіваючий апарат; 9 – лоток; 10 – трав'яний ящик;  
12 – апарат для висіву дрібного насіння трав; 13 – спірально-стрічковий насінепровід; 14 – кильовидний сошник.

Рисунок 3.1 – Робочий процес зернотрав'яної сівалки СЗТ-3,6

На цих сівалках монтують зернотукові та трав'яні бункери. В зернотукових відділах над катушковими дозаторами працюють трилопатеві нагнітачі 4 та дволопатеві розворушувачі 5, що запобігають ущільненню під час висіву несипких насін'я трав.

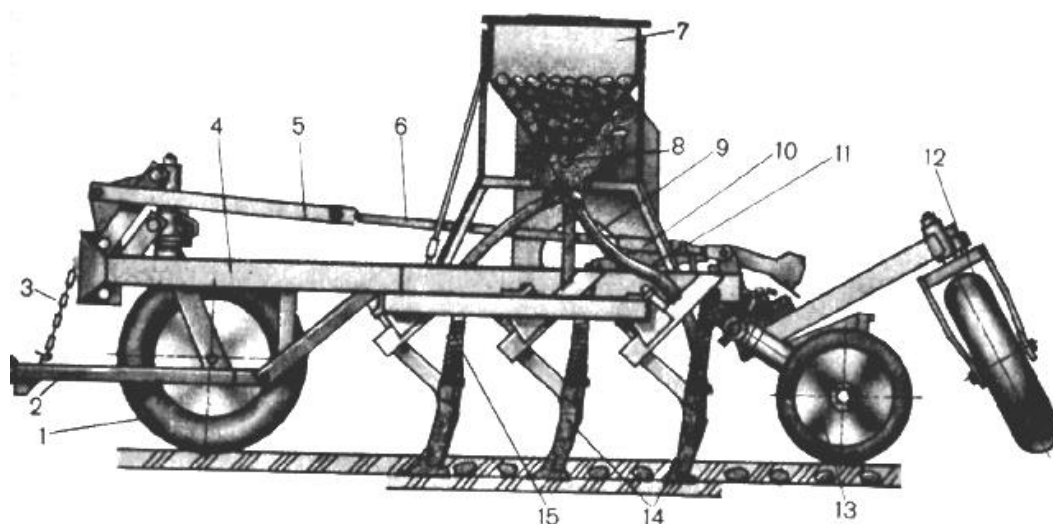
Під час висівання зернових культур розворушувачі та нагнітачі рекомендується вимикати, аби уникнути пошкодження насіння і поломок висівних механізмів.

Дрібніші та середньосипучі насіння трав висіваються з ящиків 10, які оснащені катушковими апаратами 12 спеціального (трохи меншого від звичайних) розміру. Трав'яні ящики мають спеціальні нагнітачі 11, що дозволяє апаратам 12 ефективно висівати також середньосипучі насіння, як-от житник і вівсяниця. Насіння трави та удобрення транспортуються через насінепроводи 2 до дискових сошників, а удобрення через лотки 9 попадають у насінепроводи. Насіння трави доставляється спіралью-стрічковими насінепроводами 13 до кілеподібних сошників 14.

Сошники дискового типу розташовуються у два ряди з міжряддям 15 см. До кожного корпусу сошників заднього ряду прикріплено шарнірні поводки кілевидних сошників, які формують борозни між рядами дискових сошників. Дискові сошники забезпечують заглиблення насіння на 6-8 см за допомогою пружин, тоді як легкі кілевидні сошники закладають насіння трави на глибину 2-3 см. Глибину кілевидних сошників можна регулювати, додаючи вантажі. Підняття та опускання сошників виконується за допомогою гідроциліндрів сівалки.

*Стерньові сівалки-культиватори.* У регіонах, схильних до вітрової ерозії ґрунтів, агротехнічні заходи зосереджені на забезпеченні швидких та дружніх сходів зернових культур. Важливо рівномірно розміщувати насіння на ущільнені вологі підшви борозен, зберігаючи при цьому у міжряддях рештки стерні та закриваючи борозни, де проводиться посів. Збереження стерні допомагає знижувати швидкість вітрів над полями та утримувати переміщені частки ґрунту.

Сівалки СЗС-6 і СЗС-12, які складаються з трьох та шести модулів СЗС-2 відповідно (див. рис. 3.2), призначені для рядкового посіву зернових культур. Ці сівалки також здійснюють перерізання коренів вже пророслих бур'янів, внесення добрив у вигляді гранул безпосередньо у рядки та прикочування посівних рядків.



1 і 12 – колеса; 2 – причіпний пристрій; 3 – ланцюг; 4 – рама; 5 – рамка;  
6 – тяга; 7 – бункер; 8 – висіваючий апарат; 9 – насінепроводи; 10 – стягнута гайка;  
11 – гідроциліндр; 13 – катки; 14 – лапи-сошники; 15 – пружина.

Рисунок 3.2 – Сівалка-культиватор СЗС-6

Рами модулів СЗС-2 (їх передня частина) під час висіву опирається на саморегульовальні пневматичні колеса 1, а для прикочування на задніх опорних рамах використовуються катки 13. Для переведення сівалок в транспортний стан, опорні колеса 1 і 12 підтягуються до рам за допомогою гідроциліндрів 11.

Висівні апарати здійснюють посів насіння за допомогою катушкових механізмів, тоді як туковисівні апарати — катушково-штифтового типу. Сошник 14 трубчастого типу використовується разом з культиваторною лапою або круглим наральником. Кожен сошник підтримується двома амортизаційними пружинами 15, які здійснюють захист від поломок і дозволяють самоочищуватись. Сошники розташовані в три ряди з інтервалами міжрядь 22,8

см. Клиновидні катки 13, діаметром 55 см, призначаться для ущільнювання ґрунту після проходу сошників і формування борозен над рядами насіння. При застосовуванні комбінованих передач, катки також рухають туко- та насіневисівні апарати.

Причіпні пристрої 2 підвішені до рам 4 за використання ланцюгів 3. Регулювання глибини занурення сошників 14 здійснюється шляхом переміщення упорів на штоках гідроциліндрів та застосування стягуючих гайок 10, які з'єднують тяги 6 з кулаками механізмів підняття.

Ширина захвату сівалки СЗС-6 становить 6 м, СЗС-12 — 12 м, глибина занурення сошників варіюється від 4 до 12 см, при робочих швидкостях до 9 км/год. Значення продуктивності сівалок СЗС-6 досягає 4,55 га/год.

### **3.2 Обґрунтування конструкції комбінованого посівного агрегату**

Посівний агрегат є частиною комплексу агротехнічного обладнання для рослинництва, зокрема, призначений для вирощування однорічних кормових і насіннєвих трав.

Комбінований посівний агрегат для трав — це начіпна машина, яка в процесі вирощування трав замінює машини для внесення мінеральних добрив, поверхневого обробітку ґрунту із заробленням мінеральних добрив, висіву насіння та їх прикатування.

Цей агрегат дозволяє виконувати поверхневу обробку ґрунту з одночасним внесенням мінеральних добрив і висівом насіння переважно однорічних трав у пухкий шар ґрунту на початку весни.

Посівні агрегати для трав об лаштовані такими основними вузлами: апарати для висіву насіння трав і мінеральних добрив, пристрої для їх прикочування, активні робочі органи для розпушування ґрунту з приводами від валу відбору потужності тракторів, рами для розміщення згаданих вузлів, а

також механізми для з'єднання агрегатів з тракторами.

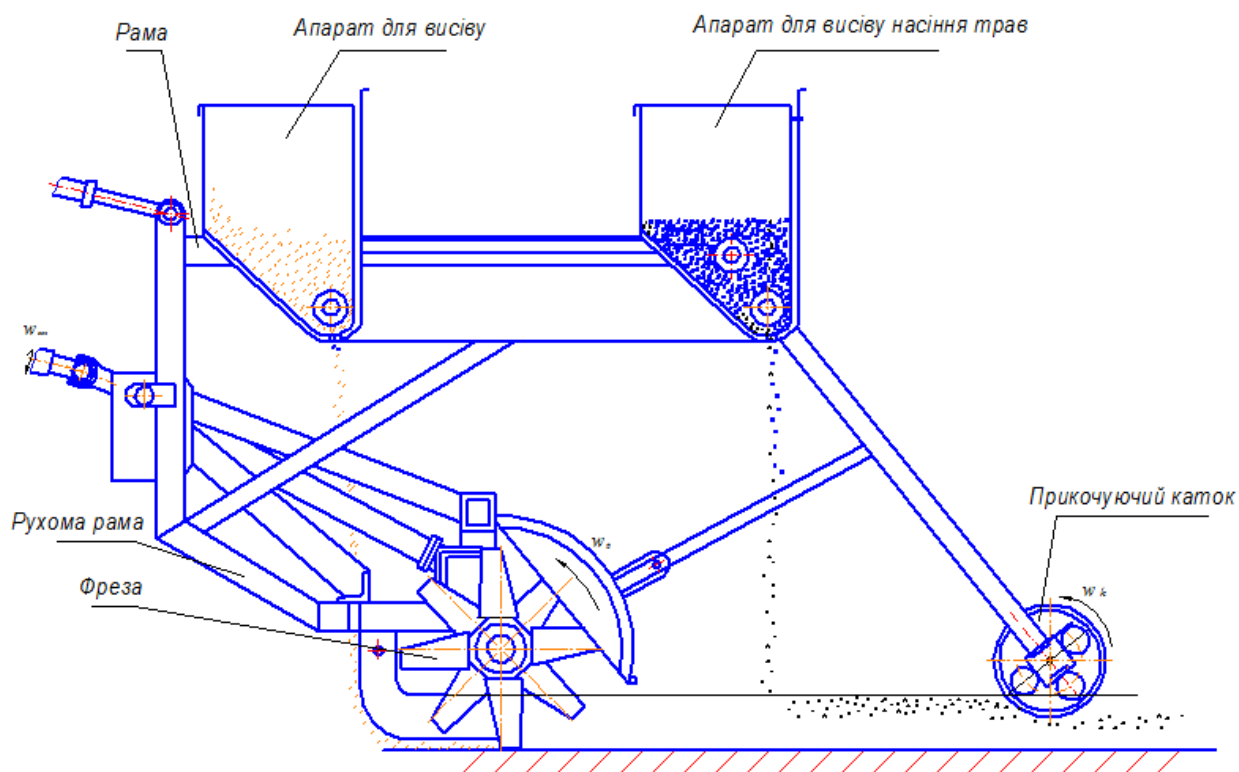


Рисунок 3.3 – Функціональна схема комбінованого посівного агрегату

### Основні технічні характеристики комбінованого посівного агрегату

Тип агрегату.....начіпний;

Ширина захоплення, м.....1,5;

Обслуговуючий персонал, чол .....1;

Привід робочих органів..... від ВВП енергозасобу;

Габаритні розміри агрегату не більш як, мм:

- довжина .....2000;

- ширина .....1800;

- висота .....1200;

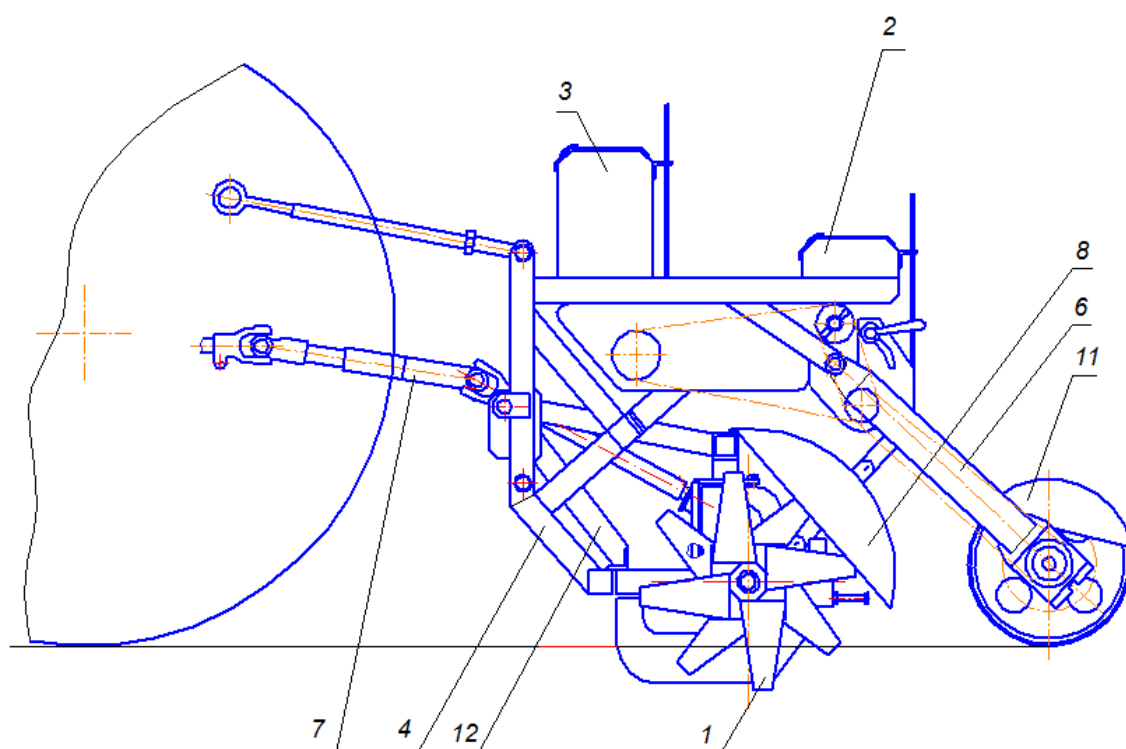
Маса не більша, кг .....400 кг.

Розглянутий агрегат для посіву насіння трав забезпечує високу якість



технологічних процесів з поверхневої обробки ґрунтів на потрібну глибину, одночасно вносячи мінеральні добрива та висіваючи насіння.

Завдяки особливостям технологічного процесу висіву насіння трав, використання типових сошників та тукопроводів не потрібне, що надає конструкції агрегату певні унікальні характеристики порівняно зі стандартними агрегатами.



1 – фреза; 2 – апарат для висіву насіння; 3 – апарат для висіву мінеральних добрив; 4 – рама; 6 – коток; 7 – вал карданний; 8, 11 – кожухи; 12 – рухома рама

Рисунок 3.4 – Комбінований посівний агрегат

Висіваючий апарат розташований у бункері довжиною 1,50 м. Дно бункера прикріплене до корпусу за рахунок болтів і виготовлене з алюмінієвих сплавів або сталі із антикорозійним покриттям для підвищення корозійної стійкості. В днищі бункерів зроблені отвори, які закриваються за рахунок

рухомих пластин. Пластини керуються через рукоятку та важільну систему, що дозволяє змінювати розміри отворів для регулювання норм висіву насіння трав.

Зміна глибин розпушування ґрунту здійснюється шляхом зміни положення прикочуючого котка щодо фрези, фіксуючи рухому раму в певних пазах основної рами. Контроль за висівом насіння трав та добрив можливий через зміну розміру відкритих отворів на днищі бункерів за допомогою заслінок.

Бункери разом із прикочуючим котком конструктивно монтовані на окремій рамі, яка може бути демонтована з агрегату, перетворюючи його на начіпну фрезу. До допоміжних елементів відносяться рухома рама фрези, карданна передача зі перемінною робочою довжиною та захисні щитки.

Загальна якість технологічних процесів, зокрема операції висіву насіння трав, залежить від ефективності роботи робочих органів. Це забезпечує високі врожаї трав, як для зеленого корму, так і для сіна та насіння. Для уникнення злежування та залягання насіння, у висівному апараті модернізованих комбінованих посівних агрегатів використовується пристрій для розпушування насіння.

Розпушувач насіння, зроблений у формі шнека, інтегрований у корпус бункера разом із механізмом висіву, який забезпечує подачу насіння до отворів у днищах бункерів.

Привід цих двох елементів активується за допомогою ланцюгових передач.

Комбіновані посівні агрегати розраховані для сполучення з тракторами Т-25А. Агрегат є начіпним, його активні робочі органи приводяться в дію від валу відбору потужності застосовуваних з ним тракторів.

Посівний агрегат насіння трав складається з компонентів різних машин, включаючи знаряддя для обробки ґрунту, машини для висіву добрив і насіння трав, а також котки. Ця конфігурація відповідає встановленим стандартам уніфікації. У посівному агрегаті також застосовані стандартні вузли та деталі.

Основні компоненти посівного агрегату включають фрезу — активний

робочий орган, висівні апарати для мінеральних добрив та насіння трав, дві рами, каток, карданні передачі, щитки, серед інших складових.

Переміщення посівного агрегату між транспортним і робочим положенням відбувається за допомогою гідравлічної системи підвіски циліндра трактора.

Посівний агрегат оснащений гідравлікою і керується трактористом-машиністом прямо з кабіни трактора. Тракторист відповідає за контроль над процесом виконання робіт.

Конструкція та розташування вузлів і механізмів агрегату сприяють зручності в обслуговуванні, безпеці під час монтажу, експлуатації та ремонту. Усі рухомі обертові частини агрегату інтегровані в конструкцію або захищені захисними кожухами для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу.

Огорожі небезпечних зон, що потребують періодичного огляду протягом зміни, можуть легко відкриватися або зніматися. Конструкція також передбачає механізми фіксації рами в транспортному положенні за допомогою фіксаторів, що дозволяє зменшити габарити агрегату під час транспортування.

### **3.3 Розрахунки параметрів посівного агрегату**

#### **3.3.1 Розрахунок кінематичних параметрів**

Комбіновані посівні агрегати оснащені чотирма робочими органами: активними фрезами, апаратами для висіву мінеральних добрив, апаратами для висіву насіння трав, а також прикочувальними пристроями. Для оптимізації габаритів агрегатів і ефективного використання потужностей тракторів, привід робочих органів фрез здійснюється від валу відбору потужності (ВВП) енергозасобу, а механізми висіву насіння трав і міндобрив— від прикочуючих котків.

Сформовано два різних варіантів кінематичних схем приводу робочих

органів посівних агрегатів (див. рис. 3.5 і рис. 3.6).

За стандартними рядами взято розміри труб і діаметр барабанів прикочуючих котків Ø270 мм та привідний ланцюг ПРЛ-19,05-2950 згідно ГОСТ 13568-75. Зважаючи на швидкість руху трактору на третій передачі VIII = 5,69 км/год [2], обертання барабана визначаються як  $n = V/\pi d$ . Перерахувавши швидкості в м/с та діаметр барабану в метри, отримуємо наступні значення:

$$n = \frac{1,58}{3,14 \cdot 0,27} = 1,86 \text{ c}^{-1}$$

З метою спрощення розрахунків, значення частот обертання барабанів визначимо як  $n = 112$  об/хв.

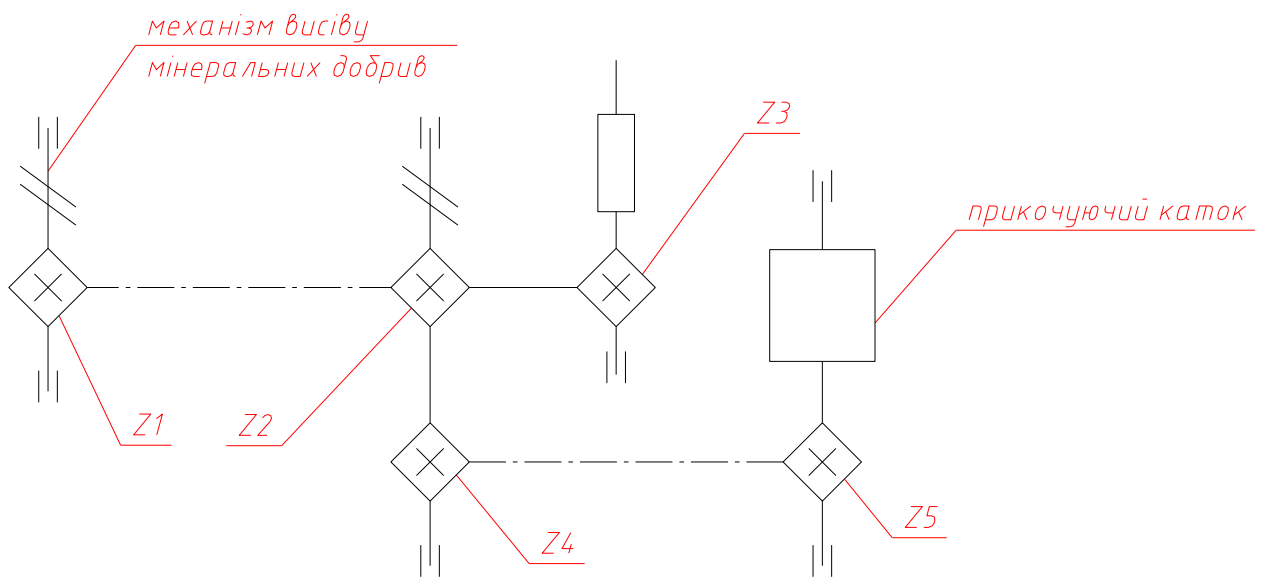


Рисунок 3.5 – Кінематична схема привода механізму для висіву

На валах прикочувальних котків з метою забезпечення приводу робочих органів встановимо зірочки  $Z5 = 14$ .

За даними довідника [9], частота обертів робочих органів гвинтового типу, які використані для подачі зернових матеріалів, коливаються в межах  $n = 60-700$  об/хв.

Ураховуючи це, частоту обертів подаючих механізмів встановимо трохи вищою від частоти обертів барабанів для компенсації можливого проковзування барабанів стосовно площини ґрунту.

Прийmemo  $Z_4 = 12$ .

Таким чином, передаточне число для обраної передачі буде визначено так:

$$i = \frac{Z_5}{Z_4} = \frac{14}{12} = 1,16. \quad (3.1)$$

Частота обертів валів приводу механізмів висіву насіння трав встановлюватиметься на такому рівні.

$$n_6 = n_5 \cdot i = 112 \cdot 1,16 \approx 130 \text{ об / хв.} \quad (3.2)$$

Частоти обертів приводів пристроїв для розпушення насіння в бункерах і механізмів їх висівання будуть однаковими.

$$n_2 = n_3 = 130 \text{ об / хв.}$$

Число зубів зірочок складатиме  $Z_3 = Z_2 = 12$ .

Проте, частота обертів гвинтів для переміщення міндобрив повинна бути трохи нижчою, враховуючи особливості фізичних характеристик мінеральних добрень і норм їх внесення порівняно з насінням трав.

Прийmemo  $Z_1 = 16$ .

Тоді

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{12}{16} = 0,75. \quad (3.3)$$

Величини частот обертів валів механізмів подачі міндобрив:

$$n_1 = n_2 \cdot i = 130 \cdot 0,75 = 97,5 \text{ об/хв.} \quad (3.4)$$

Аналізуючи робочий процес фрез з активними робочими органами, зробимо висновок, що при швидкостях 2-6 км/год частоти обертання мають бути 3,5-4,0 с<sup>-1</sup>.

Тому  $n_\phi = 3,7 \text{ с}^{-1}$ , що відповідає  $n_\phi = 222 \text{ об/хв.}$

При частотах обертання ВВП тракторів  $n_{\text{ВВП}} = 545 \text{ об/хв.}$ , величина загального передавального числа складатиме:

$$n_{\text{заг}} = \frac{545}{222} = 2,45.$$

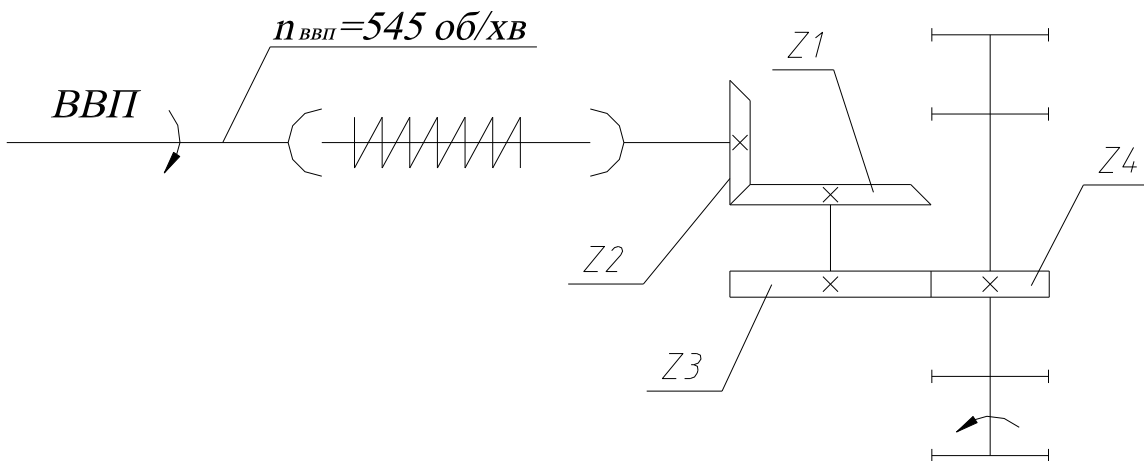


Рисунок 3.6 – Кінематична схема приводу фрез

Для активації фрез передбачені двоступінчаті редуктори з конічними прямозубими зачепленнями та циліндричними прямозубими понижуючими передачами. Найкращі значення передавальних чисел для циліндричних та конічних прямозубих передач варіюються в діапазоні  $i = 1 \dots 2$  [14].

Для конічних швидкохідних передач виберемо передаточне число  $i_k = 1,62$ , за  $Z_1 = 34$  і  $Z_2 = 21$ .

Таким чином, частота обертів проміжних валів буде:

$$n_{\text{пром}} = \frac{n_{\text{ввн}}}{i} = \frac{545}{1,62} = 336 \text{ об/хв.} \quad (3.5)$$

Отже, потрібні значення передаточних чисел для циліндричних прямозубих передач становитимуть:

$$i_u = \frac{n_{\text{пром}}}{n_{\phi}} = \frac{336}{222} = 1,51 \quad (3.6)$$

Отже число зубів шестерні  $Z_3 = 31$ , а колеса  $Z_4 = Z_3 \cdot i_{\text{ц}} = 31 \cdot 1,51 = 46,81$ , тобто візьмемо  $Z_4 = 47$ .

### 3.3.2 Розрахунок маси насіння трав, яке розміститься в бункері

Вивчаючи наявні конструкції бункерів пристосовань для внесення міндобрив і зернових сипких матеріалів [3], а також з метою уніфікації окремих компонентів посівних агрегатів для висіву насіння трав, проектується бункер, переріз якого представлено на рис. 3.7.

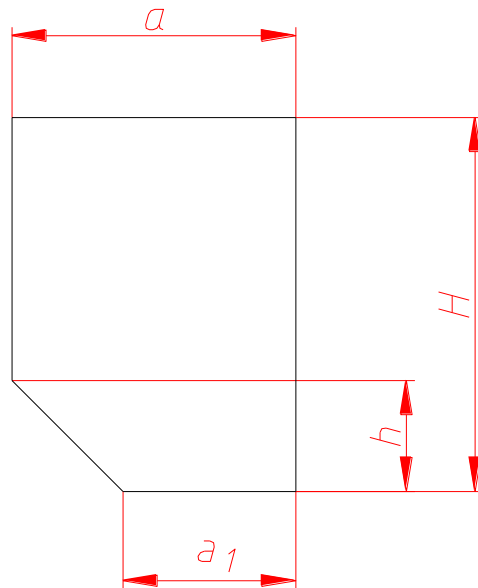


Рисунок 3.7 – Форма бункера для насіння трав

Об'єм бункера визначається як сума об'ємів двох фігур, висота яких дорівнює ширині захвату посівного агрегату  $B$ .

$$V_I = (H - h) \cdot a \cdot B; \quad (3.7)$$

$$V_{II} = \frac{1}{2} \cdot (a - a_1) \cdot h \cdot B. \quad (3.8)$$

Тобто

$$V_{\sigma} = V_I + V_{II} = \left[ (H - h) \cdot a + \frac{1}{2} \cdot (a + a_1) \cdot h \right] \cdot B. \quad (3.9)$$

Остаточно матимемо:

$$V_{\sigma} = V_I + V_{II} = \left[ (0,42 - 0,17) \cdot 0,20 + \frac{1}{2} \cdot (0,20 + 0,04) \cdot 0,17 \right] \cdot 1,5 = 0,106 \text{ м}^3.$$



Масу матеріалу (кг), яка міститься в бункері знайдемо за формулою [9]:

$$G_m = 10^3 \cdot V_b \cdot \rho_n \cdot K_{po}, \quad (3.10)$$

$$G_m = 10^3 \cdot 0,106 \cdot 1 \cdot 0,8 = 84,8 \text{ кг.}$$

### 3.3.3 Визначення параметрів висівного пристрою

Зазвичай для рядкового висіву сільськогосподарських матеріалів використовуються катушкові висівні апарати (див. рис.3.8).

Обертанням катушок створюються потоки насіння, які містять насіння із жолобів (зона II), та насіння із зони III між катушками та днищем апаратів. У зоні I насіння переміщається вільно під дією власної ваги.

Товщина активного шару обмежена фізико-механічними властивостями матеріалів і становить 4...6 крат величини розміру насіння.

Загальну товщину активних шарів визначимо за формулою:

$$h_n = \frac{h}{m_1} + 1. \quad (3.11)$$

Що стосується насіння трави, то з певною приблизністю слід прийняти  $m_1 = 1,5$ .

Тоді

$$h_n = \frac{5}{2,5} + 1 = 2 \text{ мм.}$$

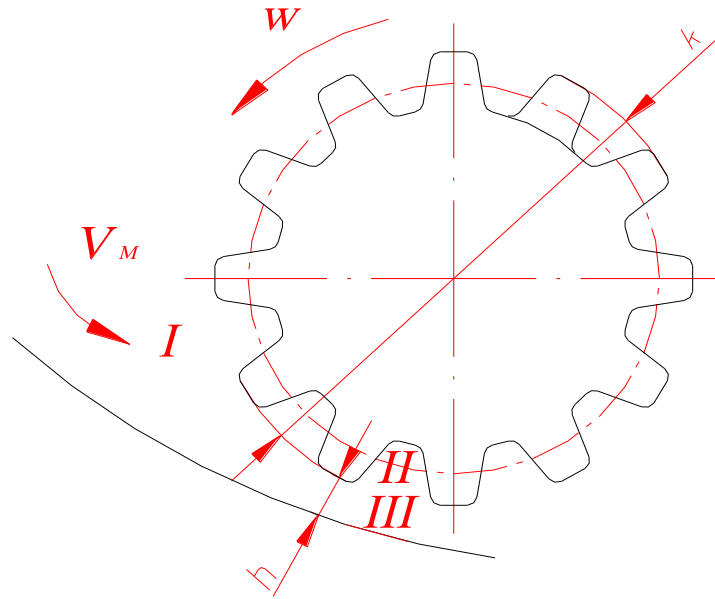


Рисунок 3.8 – Схема катушкового висівного апарата

### Визначення параметрів катушкового дозатора

Значення робочих об'ємів катушкових дозаторів складається з об'ємів насіння, які затримуються у жолобах ( $V_{жс}$ ), та об'ємів насіння, що перебувають у активних шарах ( $V_{акт}$ ) [9].

Отже, можемо визначити об'єм насіння у жолобах катушок на основі залежності:

$$V_{жс} = R_z \cdot S_{жс} \cdot Z_{жс} \cdot l_k, \quad (3.12)$$

При вибраному діаметрі  $d_k = 70$  мм, площа перерізу жолобів буде визначатися їхнім профілем (див. рис.3.9).

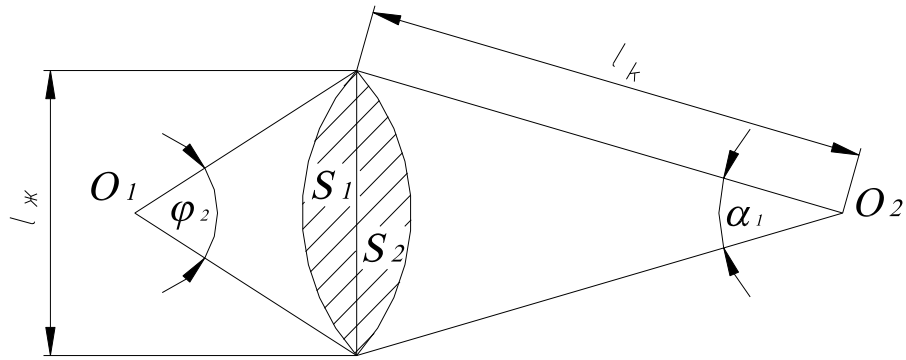


Рисунок 3.9 – Схематизація профіля жолобів

З рисунку знайдемо площу перетину профіля:

$$S_{\text{жс}} = S_1 + S_2 = \frac{l_k^2 \cdot (\alpha' - \sin \alpha)}{8} + \frac{r^2 \cdot (\varphi_2' - \sin \varphi_2)}{2}, \quad (3.13)$$

$$\text{де } \alpha' = \arcsin l_{\text{жс}}/d_{\text{жс}};$$

$$\varphi_2' = 2 \arcsin l_{\text{жс}}/2r;$$

$$l_{\text{жс}} = l_k \cdot \sin \pi / Z_{\text{жс}} - \delta_{\text{жс}}.$$

Отже

$$l_{\text{жс}} = 70 \cdot \sin 180 / 10 + 5 = 16 \text{ мм};$$

$$\varphi_2' = 2 \cdot \arcsin 16 / 2 \cdot 12 = 0,99;$$

$$\alpha' = \arcsin 16 / 70 = 0,22.$$

Для значень  $\alpha = 8^\circ$  і  $\varphi_2 = 120^\circ$ , отримаємо

$$S_{\text{жс}} = \frac{70^2 \cdot (0,22 - 0,14)}{8} + \frac{12^2 \cdot (0,99 - 0,5)}{2} = 84,28 \text{ мм}^2.$$

Знаючи значення товщин активних шарів  $k_n$ , величину робочої довжини

котушок  $l_k$  та колової швидкості  $V_k$ , можна визначити об'єми насіння активних шарів за одиницю часу:

$$V_{ак} = h_n \cdot V_k \cdot l_k \quad (3.14)$$

Довжина одного обертання котушки визначатиметься як  $60/n_k$  а значення лінійної швидкості  $V_k$  вираховуватиметься за формулою  $V_k = \pi \cdot d_k \cdot n_k / 60$ .

Таким чином, значення об'ємів насіння  $V_{акт}$ , що знаходяться в товщі активного шару і можуть бути випущені за одне обертання котушок, буде встановлене як:

$$V_{акт} = \pi \cdot d_k \cdot n_k \cdot l_k \quad (3.15)$$

Врахувавши  $V_{жс}$  і  $V_{акт}$  будемо мати вираз для розрахунків робочих об'ємів  $V_k$ .

$$V_k = (R_z \cdot S_{жс} \cdot Z_{жс} + \pi \cdot d_k \cdot h_n) \cdot l_k \quad (3.16)$$

В результаті матимемо

$$V_k = (0,9 \cdot 84,28 \cdot 10 + 3,14 \cdot 70 \cdot 5) \cdot 50 = 92,9 \text{ см}^3.$$

### **Визначення продуктивності апарату для висіву насіння трав**

Однією з особливостей вибраної конструкції комбінованих посівних агрегатів є відсутність сошників, а також насінне- та тукопроводів.

У донних частинах насінневих бункерів розміщено отвори діаметром 20 мм, щоб забезпечити безперешкодне падіння насіння. Розмір відкритих отворів може регулюватися за допомогою шиберної заслонки.

Розрахунки будемо виконувати для ситуації, коли заслонка є повністю

відкритою.

У процесі використання агрегату витрата насіння  $Q_1$  визначатиметься законом витікання рідини через отвори і може бути визначена на основі встановленої залежності [9]:

$$Q_1 = \mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}, \quad (3.17)$$

$$Q_1 = 0,3 \cdot 3,14 \cdot 0,01^2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 0,015}{0,54}} = 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Кількість отворів на агрегаті корелюватиметься з шириною захоплення.

$$n = \frac{B}{d+1} = \frac{1450}{20+5} = 58. \quad (3.18)$$

Продуктивність агрегату враховуючи значення густини насіння, що дорівнює  $1,10^3 \text{ кг/м}^3$ , буде обчислюватися відповідно:

$$W = Q_1 \cdot n \cdot \rho; \quad (3.19)$$

$$W = 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 58 \cdot 1,1^3 = 2,9 \text{ кг/с}.$$

### **Визначення параметрів пристрою для розворушування насіння**

Механізми для перемішування насіння виконані у формі шнеків, і їх розрахунки можна проводити за методиками, аналогічними тим, що використовуються для гвинтових механізмів [9].

Діаметр гвинтів може бути обчислений на основі масової продуктивності.

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{(450 \cdot K_n \cdot K_p \cdot \rho \cdot \omega)}} ; \quad (3.20)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 130}{30} = 13,6 \text{ c}^{-1}. \quad (3.21)$$

Після вибору відповідних коефіцієнтів та їх подальшого підставлення можна отримати наступні результати:

$$D = \sqrt[3]{\frac{10,4}{(450 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 13,6)}} = 0,059 \text{ м.}$$

Здійснимо корекцію розміру діаметра гвинта за допомогою наступного виразу:

$$D' = \sqrt{D^2 + d_g^2}. \quad (3.22)$$

Приймем  $d_g = 0,03 \text{ м.}$

Тоді

$$D' = \sqrt{0,059^2 + 0,03^2} = 0,06 \text{ м.}$$

Обрахуємо вагу, що припадає на кожен метр довжини пристрою для перемішування:

$$g = 250 \cdot \pi \cdot (D^2 - d_g^2) \cdot C_i \cdot C_g \cdot \gamma, \quad (3.23)$$

де  $\gamma = 5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$ .

$$g = 250 \cdot 3,14 \cdot (0,06^2 - 0,03^2) \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^3 = 6359 \text{ Н/м.}$$

Значення осьового зусилля, яке діє на шнек:

$$F_a = q \cdot l (\sin \beta + \mu \cdot \cos \beta). \quad (3.24)$$

Отже

$$F_a = 6359 \cdot \frac{1,5}{2} \cdot (\sin 0^\circ + 0,5 \cdot \cos 0^\circ) = 2384,4 \text{ Н.}$$

Крутний момент, який виникає на валах гвинтів через опір переміщення матеріалів в суцільному шарі та їхнє тертя з гвинтами, буде визначено таким чином [14]:

$$T_l = 0,5 \cdot D_{cp} \cdot F_a \cdot \text{tg}(\psi + \varphi), \quad (3.25)$$

де  $D_{cp} = 0,8 \cdot D$ .

$$\text{tg} \varphi = \mu; \quad (\varphi = \text{arctg} \mu); \quad (3.26)$$

$$\text{tg} \psi = P / \pi \cdot D_{cp}; \quad \psi = \text{arctg} P / \pi \cdot D_{cp}, \quad (3.27)$$

де  $P = 0,074$ .

Отже,  $\text{tg} \varphi = 0,5$ .

$$T_l = 0,5 \cdot 0,048 \cdot 2384,4 \cdot 1 = 57,3 \text{ Н·м.}$$

Значення ваги шнека:

$$G_{\epsilon} = g_{\epsilon} \cdot L ; \quad (3.28)$$

$$G_{\epsilon} = 40 \cdot 1,5 = 60 \text{ Н.}$$

Колову силу  $F_2$  на гвинтах знайдемо із залежності:

$$F_2 = \frac{2T_1}{P_{cp}} = \frac{2 \cdot 57,3}{0,048} = 2384,5 \text{ Н.} \quad (3.29)$$

Значення зусилля  $F_r$  тиску на радіальні підшипники обрахуємо за допомогою наступної залежності:

$$F_r = \sqrt{(G_{\epsilon} \cdot \cos \beta)^2 + F_2^2} ; \quad (3.30)$$

$$F_r = \sqrt{(60 \cdot 1)^2 + 2384,5^2} = 2385 \text{ Н.}$$

Тиск на підп'ятники:

$$F'_a = F_a + G_{\epsilon} \cdot \sin \beta . \quad (3.31)$$

Оскільки  $\sin \beta = 0$ , то

$$F'_a = F_a = 2384,4 \text{ Н.}$$

Крутний момент, що виникає на валах через реакції опор у підшипниках, можна визначити використовуючи формулу [14]:

$$T_r = F_a \cdot \mu_1 \cdot \frac{d_{cp}}{2} + F_r \cdot \mu_1 \cdot \frac{d_{\epsilon}}{2}, \quad (3.32)$$



де  $\mu_1 = 0,1$ ;  $d_{cp} = 1,2$ .

$$d_{cp} = 1,2 \cdot 0,03 = 0,036 \text{ м.}$$

Тоді:

$$T_r = 2384,4 \cdot 0,1 \cdot 0,018 + 2385 \cdot 0,1 \cdot 0,015 = 7,87 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Значення повного крутного моменту рівне:

$$T = \kappa T_1 + T_r; \quad (3.33)$$

$$T = 1,2 \cdot 57,3 + 7,87 = 122,47 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Потрібна потужність для активації механізму для перемішування насіння трави, вимірювана в кВт:

$$P = \frac{T \cdot n_\phi}{9550}, \quad (3.34)$$

$$\text{де } n_\phi = n \cdot \left( \frac{P'}{P} \right)^3 = 130 \cdot \left( \frac{0,06}{0,053} \right)^3 = 137,5 \text{ об/хв.}$$

Отже:

$$P = \frac{122,47 \cdot 137,5}{9550} = 1,76 \text{ кВт.}$$

Провівши аналіз фізико-механічних характеристик насіння трав та гранульованих мінеральних добрив, можна припустити, що потужності, необхідні для приводу цих механізмів, приблизно будуть однаковими.

### 3.3.4 Розрахунок параметрів прикочуючого котка

Силу опору притискного котка можемо обрахувати як для твердого колеса згідно виразу [3]:

$$P = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{G^4}{B \cdot q \cdot D^2}}, \quad (3.35)$$

де  $G = 620 \text{ Н}$ ;  $q = 1,5 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^3$ .

$$P = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{620^4}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 10^7 \cdot 0,27^2}} = 0,86 \sqrt[3]{2402,5} = 11,61 \text{ Н}.$$

Значення глибини колії розрахуємо із виразу:

$$h = 1,31 \cdot \sqrt[3]{\frac{G^2}{B^2 \cdot q^2 \cdot D}}; \quad (3.36)$$

$$h = 1,31 \cdot \sqrt[3]{\frac{620^2}{1,5^2 \cdot (1,5 \cdot 10^7)^2 \cdot 0,27}} = 0,0085 \text{ м} \approx 8,5 \text{ мм}.$$

Величина оптимальних показників питомого тиску на ґрунт під час прикатування мають бути в межах  $q = 3 \dots 4 \text{ Н/см}^2$ , які можна визначити за відповідною залежністю:

$$q = \frac{2 \cdot G}{B \cdot l}. \quad (3.37)$$

Величина хорди  $l$  круга діаметром  $D$  буде рівною:

$$l = 2 \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)}; \quad (3.38)$$

$$l = 2 \cdot \sqrt{0,8 \cdot (27 - 0,8)} = 9,1 \text{ см.}$$

Згідно (3.37) визначимо масу котка:

$$G = \frac{B \cdot l \cdot q}{2}; \quad (3.39)$$

$$G = \frac{150 \cdot 9,1 \cdot 3}{2} = 2047,5 \text{ Н.}$$

Це значення має бути максимальним для використовуваних прикочувальних котків.

## **4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1 Вимоги техніки безпеки при експлуатації посівних машин**

Для роботи на посівних машинах допускаються особи не молодше 18 років, що знають будову техніки, правила її експлуатації і пройшли інструктаж з безпеки праці [11]. Працювати на тракторах можуть юнаки не молодше 17 років за умови, якщо на це погодяться профспілковий комітет і медична комісія.

При експлуатації комбінованого посівного агрегату необхідно дотримуватися вимог безпеки передбачених вимогами діючих стандартів. Для безпечної роботи з цією машиною слід керуватися наступними правилами:

- не допускати до роботи осіб без прав тракториста-машиніста, осіб, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що повинен бути зроблений відповідний запис у журналі;
- стороннім особам категорично забороняється знаходитися поблизу працюючої машини;
- забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів машини під час роботи;
- всі види регулювань і технічного огляду виконувати тільки після зупинки машини і при виключеному двигуні трактора;
- забороняється проводити будь-які роботи при відчепленій машині, якщо під її колеса не поставлено противідкатні башмаки;
- забороняється робота на агрегаті у незаправленому одязі;
- перед початком роботи слід переконатися у повній справності всього агрегату, перевірити наявність і міцність кріплень всіх захисних щитків і кожухів; не розпочинати роботу при знятих кожухах;
- про початок руху агрегату необхідно попередити сигналом людей, які стоять поблизу;
- не можна торкатися руками робочих органів машини під час її роботи;

- забороняється знаходитися попереду, позаду і зліва агрегату під час його роботи;
- слід остерігатися рухомих частин механізму;
- після зупинки машини обов'язково перевести важіль коробки зміни швидкостей у нейтральне положення і виключити вал відбору потужностей;
- обганяти транспорт, який рухається, швидкість руху якого перевищує вказану транспортну швидкість машини забороняється;
- перевезення агрегатованої машини у нічний час, під час сильного туману забороняється;
- перегін машини дорогами загального користування необхідно проводити відповідно до "Правил дорожнього руху";
- періодично оновлювати знаки безпеки, які є на машині.

До роботи з технічного обслуговування, транспортування, обкатки і використання машини допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку, інструктаж з техніки безпеки і протипожежної безпеки при наявності відповідного посвідчення.

Працювати необхідно у зручному одязі, щоб не допустити його попадання у рухомі частини машини.

При одночасному обслуговуванні, ремонту машини кількома виконавцями необхідно призначити старшого групи, доручивши йому контроль за дотриманням правил техніки безпеки (черговості робіт).

У машині повинна бути аптечка з необхідними медикаментами.

Наявність на машинах робочих та стоянкових гальм повинна бути встановлена у технічних вимогах. Стоянкові гальма повинні утримувати машину на схилі не менше 18%.

Устаткування робочими та стоянковими гальмами і страховими ланцюгами (тросами) типу тракторних причіпів або напівпричіпів є обов'язковим.

Машини, ширина яких перевищує габарит енергозасобу, повинні бути устатковані світлоповертачами; задні світлоповертачі повинні бути червоного,

передні – білого кольорів. Допускається замість світлоповертачів нанесення на елементи продукції машини кругів, трикутників або прямокутників червоного або білого кольорів, вписаних в окружність діаметром 100 мм.

Машини, які при агрегуванні з енергозасобами закривають прилади світлової сигналізації енергозасобу, повинні бути устатковані власними приладами світлової сигналізації.

Машини та робочі органи повинні бути вкомплектовані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

Місця встановлення засобів пожежогасіння повинні бути легкодоступними та забезпечувати їх знімання без застосування інструменту.

Елементи конструкції машин повинні забезпечувати безпечний та зручний підхід до них при монтажі, технічному обслуговуванні та ремонті.

Машини, які мають робочі місця оператора, повинні мати систему звукової сигналізації для зв'язку з оператором ЕЗ. Рівень звуку звукового сигналу повинен бути на 8 дБ вище рівня звуку зовнішнього шуму від роботи самого агрегату.

#### **4.2. Захист персоналу та навколишнього середовища від небезпечних виробничих факторів**

Охорона навколишнього середовища є важливим завданням загальнодержавного значення, вирішення якого пов'язане з охороною здоров'я людей [9].

Особливу увагу слід приділяти правильному регулюванню паливної апаратури, тому що при неправильному її регулюванні виділяється сажа. Вона викликає подразнення носоглотки, а при тривалій дії - легеневі захворювання.

В атмосферу часто виділяються токсичні речовини, що не є продуктами згорання. До таких в першу чергу належать сполуки свинцю. Як і відпрацьовані

гази, атмосферу забруднюють картерні гази та випаровування з бака, в яких міститься майже 40% вуглеводів, що виділяються двигуном. Значної шкоди завдають ці речовини тваринам. негативно впливають вони на стан земельних угідь, водних ресурсів та тваринного світу.

Необхідно слідкувати за справністю та правильним регулюванням системи живлення, тому від цього залежить кількість токсичних викидів. Склад суміші значно впливає на токсичність відпрацьованих газів та економічність двигунів.

Внаслідок неправильної експлуатації автомобільного парку та самохідних сільськогосподарських машин нафтопродукти потрапляють в ґрунт в результаті переливів при заправках, зливанні відпрацьованих масел з двигунів та агрегатів трансмісії, а також під час миття автомобілів, тракторів та сільськогосподарських машин в непризначених для цього місцях. Значної шкоди завдають нафтопродукти водним джерелам.

Правильна підготовка транспортних засобів та раціональна організація їх роботи також є заходами, що запобігають забрудненню навколишнього середовища. Перед початком роботи щоденно слід провести контрольний огляд автомобіля чи машинно-тракторного агрегату і переконатись у відсутності підтікань палива з елементів системи живлення, масла через нещільності у з'єднаних двигуна, коробки передач, мостів, рульового керування, електроліту з акумуляторних батарей.

Значний вплив на забруднення навколишнього середовища має загальний технічний стан транспортного засобу чи МТА, тому слід пам'ятати, що будь-яка несправність призводить до підвищення витрати палива та збільшення викидів шкідливих речовин. Цьому можна запобігти, якщо раціонально використовувати техніку і високоякісно її обслуговувати.

При широкому впровадженні в сільському господарстві нових технологій, технологічних процесів і енергонасичених і технічних засобів, використання електроенергії, мінеральних добрив, пестицидів одночасно із зростанням продуктивності і культури праці, може поширюватись на

працівників шкідлива і небезпечна дія виробничих факторів, спричиняючи різні захворювання і виробничий травматизм. Керівництво підприємства зобов'язане приділяти велику увагу поліпшенню умов і безпеки праці на виробництві. Передбачено створювати сприятливі умови для високопродуктивної праці, покращувати культуру виробництва, послідовно скорочувати ручну малокваліфіковану і важку фізичну працю.

В процесах сільськогосподарського виробництва повинні бути застосовані змінні режими праці і відпочинку обслуговуючого персоналу.

При переїздах, а також при виконанні робіт під електропередачами напругою до 1000 В віддаль від машини до електричного провідника не повинна бути меншою по горизонталі 1,5 м, а по вертикалі 1 м.

Якщо агрегати працюють біля ліній високої напруги, то віддаль збільшують і в кожному конкретному господарстві є свої норми. Під час викопування картоплі можлива дія таких небезпечних факторів:

- рухомі механізми; незахищені рухомі частини; підвищені рухомі частини;
- підвищення концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони;
- фізичні і нервово психологічні перевантаження, які діють на персонал при роботі;
- підвищення запиленості і загазованості повітря в робочій зоні;
- підвищення рівня шуму на робочому місці.

Розроблені заходи безпеки сприятимуть уникненню травмонебезпечних і аварійних ситуацій при технічному обслуговуванні та експлуатації посівних агрегатів.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Мета цієї кваліфікаційної роботи полягає у вдосконаленні технології вирощування люцерни на сіно з використанням модернізованого комбінованого посівного агрегату.

У роботі бакалавра вивчено особливості та біологічні характеристики люцерни, а також проведено аналіз технологій її культивування з метою використання в якості сіна. Проведений огляд посівних агрегатів, які застосовуються в аграрних господарствах, і здійснено аналіз початкових даних для модернізації комбінованого посівного агрегату.

З урахуванням специфіки вирощування люцерни на сіно, з метою підвищення економічної ефективності виробництва сіна, рекомендовано внести деякі зміни до існуючої технології, що включають якість посівного матеріалу, передпосівну підготовку, посів та збір сіна.

Здійснено розрахунок експлуатаційних та технологічних характеристик модернізованого комбінованого посівного агрегату, а також оцінено його ефективність у використанні.

Річна економія трудових ресурсів за допомогою цього модернізованого агрегату для посіву люцерни становить 91,1 людино-годин.

Виконано обґрунтування конструкції та визначення параметрів комбінованого посівного агрегату.

Також розглянуто норми техніки безпеки під час експлуатації посівних машин та проаналізовано заходи забезпечення безпеки персоналу і захисту навколишнього середовища від потенційних небезпек на виробництві.

Рекомендований агрегат для посіву трав'янистих культур забезпечує високоякісне виконання технологічних операцій з поверхневої обробки ґрунту на потрібну глибину, одночасне внесення мінеральних добрив та посів насіння трав.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування машинно-тракторного парку в рослинництві. К.: Вища школа, 1995. 237 с.
2. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів / І.І. Водяник. К. : Урожай, 1994. 224 с.
3. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. Суми: Університетська книга, 2008. 450 с.
4. Гевко Р.Б. Машини сільськогосподарського виробництва. / Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, І.І. Павх. Тернопіль, 2005. 228 с.
5. Гречкосій В.Д. Довідник сільського інженера. Київ, «Урожай», 1988. 354 с.
6. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
7. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімот та ін., / За ред. В.Ю.Зінченка. К.: Урожай, 1993. 288 с.
8. Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт для студентів денної та заочної форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023. 31 с.
9. Кльонін Н. И. т ін. Сільськогосподарські машини (Елементи теорії робочих процесів, розрахунок регулювальних параметрів и режимів роботи). Навч. посібник. М.: «Колос», 1970. 456 с.
10. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. / В.М. Лапін. Львів: ЛБК НБУ. Київ: Знання, 2000. 188 с.

11. Лехман С.В. Довідник з охорони праці в сільському господарстві, К.: Техніка, 1990.

12. Олексюк В.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022. 47 с.

13. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: [http://ipal.at.ua/publ/okhorona\\_praci/mozhlivi](http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi)

14. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. /В.Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. 556 с.

15. Пошук оптимальних конструкцій посівних агрегатів для висіву насіння трав / Басок І., Горгулько Я., Олексюк А., Олексюк В. П. // Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 28-29 квітня 2022 р. Т. : ТНТУ, 2022. С. 6–7. (Аграрні науки та продовольство).

16. Рослинництво з основами землеробства /М.А. Білоножка, І.С. Руденко, В.І. Мойсеєнко та ін.; за ред. М.А. Білоножка, І.С. Руденка. К.: Урожай, 1986. 224 с.

17. Сисолін П.В. Методи проектування сільськогосподарських машин для рослинництва. / П.В. Сисолін . К.: НМК ВО, 1993. 152 с.

18. Хайліс Г.А. Основи теорії і розрахунку сільськогосподарських машин: Навч. Посібник. Київ: вид-во УСГА, 1992. 240 с.

19. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.

20. Nevko R., Stashkiv M., Lyashuk O., Vovk Y., Oleksyuk V., Tson O., Bortnyk I. Investigation of internal efforts in the components of the crop sprayer boom section. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Volume 105, Issue 1 (2021), 33 – 41.

21. Roman Hevko; Yurii Nykerui; Taras Dovbush; Vasyl Oleksyuk. Substantiation of constructive parameters of a frame structure elements of the rope mechanism transport system for storing piece loadings into small warehouses. Scientific Journal of TNTU. Tern.: TNTU, 2020. Vol 100. No 4. P. 62–74.

## **ДОДАТКИ**