

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

УДК 631.3.03

СУЛІМА ІВАН ДМИТРОВИЧ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

### УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ПНЕВМАТИЧНОЇ СІВАЛКИ

(тема роботи)

208 «Агроінженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне  
джерело \_\_\_\_\_

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи  
Грабар Іван Григорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

д.т.н., професор

(науковий ступінь, вчене звання)

## АНОТАЦІЯ

СУЛІМА І.Д. Удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно з модернізацією пневматичної сівалки. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

В даній кваліфікаційній роботі наведена комплексна механізація вирощування кукурудзи на зерно по інноваційній технології. Обґрунтований оптимальний склад МТП, розроблена операційно-технологічна карта на сівбу кукурудзи на зерно. Удосконалена система висів пневматичної сівалки СУПН-8, шляхом розробки конструкції ежекторного пристрою. Виконаний розрахунок на міцність балона – ресивера.

Виконаний аналіз стану охорони праці в господарстві, розроблені заходи з охорони праці при посіві кукурудзи на зерно, розроблені заходи по техніці безпеки при посіві кукурудзи сівалкою СУПН-8.

Ключові слова: *удосконалення, технологія, кукурудза, пневматична сівалка.*

## ABSTRACT

SULIMA I.D. Improving the technology of growing corn for grain with the modernization of the pneumatic seeder. Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 208 - Agroengineering. - Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

This qualification work presents a comprehensive mechanization of corn cultivation using innovative technology. The optimal composition of the MTP is substantiated, an operational and technological map for sowing corn for grain is developed. The sowing system of the pneumatic seeder SUPN-8 is improved by developing the design of the ejector device. The strength of the cylinder-receiver is calculated.

An analysis of the state of labor protection in the farm is performed, labor protection measures are developed when sowing corn for grain, safety measures are developed when sowing corn with the SUPN-8 seeder.

Keywords: *improvement, technology, corn, pneumatic seeder.*

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО	6
1.1. Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно	6
1.2. План агротехнічних заходів по вирощуванню кукурудзи на зерно по інноваційній технології	7
1.2.1 Луцнення	7
1.2.2. Внесення мінеральних добрив	7
1.2.3. Передпосівний обробіток ґрунту	8
1.2.4. Сівба	8
1.2.5. Прикочування посівів	8
1.2.6. Досходове боронування	8
1.2.7. Посходове боронування	9
1.2.8. Міжрядна обробка	9
1.2.9. Збирання кукурудзи на зерно	9
1.3. Техніко-економічна оцінка варіантів агрегатів	11
1.4. Технологічна карта на вирощування кукурудзи на зерно	13
1.4.1. Вимоги до карти та методика її складання	13
1.4.2. Розрахунок кількості нормозмін та витрат праці механізаторів	13
1.4.3. Розрахунок необхідної кількості тракторів та сільськогосподарських машин для комплексної механізації вирощування кукурудзи на зерно	14
1.5. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	16
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЕЖЕКТОРНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ СІВАЛКИ СУПН-8	18
2.1. Опис ежекторного пристрою пневматичної системи сівалками СУПН-8	19
2.2. Робота ежекторного пристрою	21
2.3. Розрахунок балона - ресивера на міцність	21
2.4. Розрахунок економічної ефективності ежекторного пристрою	23
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	25
3.1. Охорона праці при вирощуванні та збиранні кукурудзи	25
3.2. Безпека при застосуванні хімічних речовин	26
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	28
ВИСНОВКИ	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	34

## ВСТУП

Основна стратегія агропромислового сектору – послідовне здійснення програми динамічного розвитку і росту ефективності всіх галузей сільськогосподарського виробництва і якості продукції.

Крім того його однією із основних задач є досягнення стійкого росту сільськогосподарського виробництва, надійності забезпечення України продуктами харчування, сільськогосподарською сировиною, об'єднанням зусиль всіх галузей для отримання високих результатів.

В даний час фермерські господарства особливу увагу приділяють кормовиробництву. На ряду з ячменем, вівсом та іншими культурами більше уваги надається і вирощування кукурудзу. Зміцнення матеріально-технічної бази створило хороші передумови для переходу до вирощування кукурудзи по інноваційній технології.

Інноваційна технологія вирощування кукурудзи передбачає комплексне застосування високоякісних сортів і гібридів насіння, розташування культур по кращим попередникам, високоякісну обробку ґрунту, сучасну боротьбу з бур'янами, внесенням оптимальних доз добрив, ефективних гербіцидів, використання виробничої техніки та впровадження прогресивних форм організації праці.

Щоб впровадження інноваційної технології було більш ефективним, необхідна комплексність у постановці засобів виробництва, суворе дотримання технологічної дисципліни і високий рівень професійної підготовки фахівців. Помітний економічний та господарський ефект гарантується тільки при повному і комплексному застосуванні всіх цих елементів.

**Метою кваліфікаційної роботи** є удосконалення технології вирощування та збирання кукурудзи на зерно з модернізацією пневматичної сівалки, яка б дозволила підвищити урожайність і знизити собівартість.

**Об'єктом розробки** є технологічний процес вирощування та збирання кукурудзи на зерно.

**Предмет розробки** – модернізація пневматичної сівалки СУПН-8.

Для виконання даної мети було вирішено такі завдання:

- провести аналіз технології вирощування та збирання кукурудзи на зерно;
- розробити операційно-технологічну карту на посів кукурудзи;
- навести будову та принцип дії удосконаленої пневматичної сівалки;

- провести розрахунок оригінальних деталей розробки;
- розробити комплекс заходів з охорони праці при вирощуванні кукурудзи.

Методи, що були використанні під час написання кваліфікаційної роботи: порівняльний, математичного моделювання, графічний.

#### **Публікації:**

**Суліма І.Д.** Принцип роботи ежекторного пристрою пневматичної системи сівалками СУПН-8. Студентські читання–2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та здобувачів вищої освіти факультету інженерії та енергетики. 31 жовтня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. Ч. 2. С. 98-101.

**Суліма І.Д.** Особливості будови пневматичної системи сівалки СУПН-8. Студентські наукові читання : збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 23 квітня 2025 р. Житомир: Поліський національний університет, 2025. С.104-106.

*Обсяг та структура роботи.* Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 35 сторінок машинописного тексту, містить 9 рисунків та 2 таблиці, списку використаних джерел з 17 найменувань.

# РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

## 1.1. Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно

Створення стійкої та повноцінної кормової бази для сучасного високопродуктивного тваринництва – найважливіше завдання рослинництва Житомирського регіону. У вирішенні цього завдання значна роль відводиться кукурудзі – найважливішій енергозберігаючій продовольчій та кормовій культурі, що володіє високою потенційною продуктивністю. Підвищення ефективності виробництва зерна кукурудзи пов'язано з її генетичними особливостями, раціональним використанням ґрунтово-кліматичних ресурсів, розробкою інноваційних технологій обробки культури та маловитратних технологічних прийомів. У зв'язку з цим вплив на родючість ґрунту, врожайність та якість зерна кукурудзи нових технологій ґрунтообробки, раціональних систем удобрення та засобів захисту рослин вимагає спеціального вивчення [1, 2].

Кукурудза – теплолюбива рослина. Насіння проростають при температурі 10-12°C. По вимогам до водного режиму – це рослина економічно використовує воду. Транспіраційний коефіцієнт якої складає 200-300. Однак маючи довгий вегетаційний період, кукурудза формує могутню листостебельну масу, витрачаючи при цьому значну кількість води. В період інтенсивного росту, одна рослина поглинає 100 літрів води, а на одному гектарі посіву витрачається 3000-6000 м<sup>3</sup> води [3]

На утворення 1 ц сухої речовини кукурудзи, витрачається до 400ц води, менше ніж овес та ячмінь. Кукурудза світлолюбива рослина короткого дня. Найкраще квітне при 8-9 часовому дні. Вона потребує інтенсивного сонячного освітлення, особливо в стадії стиглості. Занадто запущені посіви та їх засміченість приводить до зниження врожайності качанів.

Високі врожаї кукурудза дає на чистих, розрихлених ґрунтах, а їх засміченість приводить до значного зниження врожайності. Сіяти кукурудзу потрібно на землях з глибоким гумусовим шаром який забезпечує її поживними речовинами та вологою. До таких ґрантів відносяться чорноземи, темно-каштанові, темно-сірі, глинисті, середньо-глинисті.

## **1.2. План агротехнічних заходів по вирощуванню кукурудзи на зерно по інноваційній технології**

При вирощуванні та збиранні кукурудзи на зерно по інноваційній технології, необхідно забезпечувати високу якість основного та передпосівного обробітку ґрунту, суворе дотримання черговості та періодичності всіх агротехнічних заходів.

Поле повинно бути очищене від коренів рослин, ще до початку сівби. Необхідно забезпечити якісне та своєчасне внесення органічних та мінеральних добрив.

При своєчасному, високоякісному виконанні всіх прийомів обробітку ґрунту, створюються умови для безперешкодного росту і розвитку даної культури.

### **1.2.1. Лущення**

Лущення (дискування) проводять за час до внесення мінеральних добрив або після збирання попередників. При цьому не повинно бути розриву між збиранням та лущенням. Лущення сприяє збереженню врожаю вологи в орному шарі на 3 % та більше. На полях, де переважають однорічні бур'яни проводиться одноразове лущення на глибину 6-8 см. Для конкретної сівозміни, коли попередником є цукровий буряк, можна рахувати, що багаторічні бур'яни знешкоджені.

При інноваційній технології вирощування кукурудзи з мінімальним обробітком ґрунту проводили осіннє дискування та лущення стерні на глибину 6-10 см БДТ-3,0, John Deere 630, МФ-248, ПЛЛ-10-25 та ін., весняну передпосівну культивуацію на 8-10 см блочно-модульним культиватором КБМ-10,8 та посів сівалкою СУПН -8.

«Внаслідок добре розвиненій кореневій системі гібриди кукурудзи можна вирощувати за різних систем землеробства (обробітку ґрунту): No-till, Minitill, Strip-till або традиційній» [2].

### **1.2.2. Внесення мінеральних добрив**

Застосування мінеральних добрив – один з важливих агротехнічних прийомів який дозволяє який дозволяє збільшити врожайність кукурудзи. Добрива вносять під зяблеву оранку, застосовуючи розкидачі мінеральних добрив (здійснюється навантажувачем) П9-0,8Б в агрегаті з трактором ЮМЗ-6Л.

### **1.2.3. Передпосівний обробіток ґрунту**

Застосування передпосівної культивуації дає можливість значно покращити фізичний склад поля для посіву, а також ефективного знешкодити бур'яни.

Передпосівна культивуація проводиться на глибині 6-8 см, що відповідає глибині сівби насіння кукурудзи. При такому співвідношенні глибини сівбу та передпосівної культивуації насіння кладеться у ґрунт, який по щільності являється оптимальним для проростання насіння. Культивуацію проводять агрегатом в складі John Deere 8200 та культиватором 2 х КПС-4. Даним агрегатом можна швидко провести передпосівну обробку ґрунту і в кращі агротехнічні строки.

### **1.2.4. Сівба**

При вирощуванні кукурудзи на зерно дуже важко провести сівбу насіння високої кондиції посівного стандарту першого класу в даному кліматичному районі. Норма висіву повинна забезпечувати оптимальну густоту насаджень кукурудзи на гектарі, що дає можливість не застосовувати ручну працю при формуванні густоти рослин.

Сівба насіння в гарно підготовлений ґрант, забезпечує рівномірну їх заробку, покращує водний та повітряний режими, це підвищує їх схожість, сприяє кращому розвитку кореневої системи та підземної маси рослини.

Вирощування кукурудзи на зерно, потребує сівбу пунктирним способом, який дозволяє без затрат ручної праці створити необхідну кількість рослин та ефективно проводити боротьбу з бур'янами та шкідниками. Сівба кукурудзи проводиться сівалками СУПН-8 в агрегаті з тракторами.

### **1.2.5. Прикочування посівів**

Для отримання рівномірних та дружних сходів після посіву необхідно провести прикочування. Воно покращує водний та повітряний режими, що підвищує рівномірну схожість, сприяє розвитку кореневої системи.

Прикочування необхідно проводити вслід за посівним агрегатом. Для цього застосовуємо катки ЗККШ-6 в агрегаті зі зчіпкою С-11У та трактором John Deere 8345RT на гусеничному ході.

### **1.2.6. Досходове боронування**

Проводять в середньому за 5 днів до появи сходів. Воно призначене для руйнування корки та знешкодження бур'янів. При своєчасному

досходовому боронуванні загибель бур'янів досягає 70 %. Використовуються борони БЗСС-1,0 або БП-0,6. За час роботи зубці борони заглиблюються у ґрунт на 5-6 см і не виносять насіння кукурудзи на поверхню поля

### **1.2.7. Посходове боронування**

Проводять в фазі 3-5 листочків. Швидкість руху залежить від стану посівів та дорівнює при посходовому боронуванні 4-6км/год [7].

Боронування необхідно проводити перпендикулярно посіву.

### **1.2.8. Міжрядна обробка**

Міжрядна обробка посівів має ціль: створення сприятливих умов для розвитку рослин, накопичення та збереження вологи в ґрунті, знешкодження бур'янів в міжряддях.

Міжрядна обробка включає: рихлення фунту, переривисте борозноутворення, обгортання рядків та ущільнення. Переривчасті борозни в міжряддях отримують при використанні машин ППБ-0,6. Для ущільнення та глибокого рихлення застосовують культиватори КРН-5,6. Перша міжрядна обробка проводиться на глибину 10-12 см. Послідуючі на глибину 6-8 см. Перша обробка буде якісною, якщо по боках секції установити бритви або стрільчасті лапи на нормальну глибину ходу до 25 см. Таке розташування робочих органів на секції культиватора дозволяє одночасно з обробкою фунту проводити і ущільнення.

На сильно засмічених фунтах механізовану обробку необхідно поєднувати з застосуванням хімічних засобів.

### **1.2.9. Збирання кукурудзи на зерно**

Збирання кукурудзи на зерно рекомендується кукурудзозбиральним комбайном John Deere T670 (рис. 1.1) з більшою продуктивністю. Застосування рекомендованого агрегату дозволяє зменшити строки збирання кукурудзи, знизити витрати засобів та праці на виконання цієї операції.



Рисунок 1.1. Кукурудзозбиральний комбайн John Deere T670

Трактори загального значення застосовуються для виконання наступних робіт: лущення, внесення добрив, оранка, снігозатримання, закриття вологи, суцільній обробки фунту та збирання врожаю. Для цих операцій підходять трактори: John Deere 8345RT (рис. 1.2), John Deere 8200 (рис. 1.3).



Рисунок 1.2. Трактор John Deere 8345RT

Вони мають потужний двигун, відносно малу питому витрату палива. Виходячи з цих показників дані фактора необхідно комплектувати широко захоплюючими агрегатами. Які мають високу продуктивність, виходячи з цього знижуючи собівартість продукції, зменшуючи строки виконання робіт та т.п.



Трактор 1.3. Трактор John Deere 8200

Просапні трактори ЮМЗ-6Л (рис. 1.4) застосовуються для сівби кукурудзи проведення міжрядної обробки, виконання транспортних робіт. Цей тип тракторів має регульовану ширину поля, що дозволяє їх застосовувати при агрегуванні з пропасним культиватором з різною шириною міжрядь. Міжрядну обробку можна проводити на підвищених швидкостях, що в значній мірі підвищує продуктивність агрегату та зменшує строки проведення операцій. Для виконання транспортних робіт використовують возики 2ПТС-4,0.



Рисунок 1.4. Просапний трактор ЮМЗ-6Л

### 1.3. Техніко-економічна оцінка варіантів агрегатів

Для того, щоб обрати відповідні агрегати, необхідно здійснити порівняльний аналіз варіантів за основними техніко-економічними показниками: годинній продуктивності  $W_4$ , витрати палива  $g$ ; затрат праці  $Z_t$ ; енергоємності  $N_{га}$ .

Розглянемо вибір кращого варіанту агрегату на прикладі орних агрегатів.

Часова продуктивність береться з нормативних таблиць, або визначається по формулі [8]:

$$W_4 = 0.1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \quad (1.1)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату, приймаємо з урахуванням коефіцієнту використання конструктивної ширини захвату агрегату, м;

$V_p$  – робоча швидкість руху, км/год;

$\tau$  – коефіцієнт ефективності робочого часу зміни:  $\tau = 0,5 \dots 0,95$ .

Тяговий опір одного корпусу визначається по формулі:

$$R_k = K_{пл} \cdot a \cdot b_k \quad (1.2)$$

де  $K_{пл}$  – питомий тяговий опір плуга,  $\text{кН/м}^2$ ;

$a$  – глибина оранки, м;

$b_k$  – ширина захвату корпусу плуга, м.

Тоді

$$R_k = 50 \cdot 0,3 \cdot 0,35 = 5,25 \text{кН}$$

Тяговий опір плуга визначається по формулі:

$$R_{пл} = R_k \cdot n_k \quad (1.3)$$

де  $n_k$  – число корпусів.

Визначимо  $R_{пл}$  для різної кількості корпусів і занесемо в таблицю.

Таблиця 1.1

Тяговий опір плуга при різних значеннях  $n_{пл}$ .

$n_k$	1	2	3	4	5	6
$R_{пл}$	5,25	10,5	15,75	21	26,25	31,5

Користуючись тяговою характеристикою [6] та рекомендаціями по агрегуванню, та швидкостями руху визначаємо склад агрегату:

1. John Deere 8345R + плуг Lemken Diamant 11

$$B_p = 3 \text{ м}; V_p = 42 \text{ км/год}; \tau = 0,84.$$

2. МТЗ-80+ПЛН-3-35

$$B_p = 1,05 \text{ м}; V_p = 6,62 \text{ км/год}; \tau = 0,86.$$

Годинна продуктивність агрегату:

1. John Deere 8345R:  $W_4 = 0,3 \cdot 42 \cdot 0,84 = 105,84 \text{ га/год}$

3. МТЗ-80:  $W_4 = 1 \cdot 1,05 \cdot 6,62 \cdot 0,86 = 0,9 \text{ га/год}$

Витрата палива, береться із нормативних таблиць господарства, або визначається з виразу:

$$g = \frac{G_{мсп}}{W_4} = \frac{G_{мн} \cdot K_m}{W_4} \quad (1.4)$$

де  $G_{тсп}$  та  $G_{тн}$  – відповідно середньогодинна за зміну та при номінальній потужності двигуна витрата палива, л/год.

$K_t$  – поправочний коефіцієнт який враховує неповне завантажування двигуна при холостих поворотах та переїздах [7].

Значення для вибраних варіантів агрегатів:

1. John Deere 8345R;  $G_{тн} = 21 \text{ л/год}; K_t = 0,85;$

3. МТЗ-80;  $G_{тн} = 13 \text{ л/год}; K_t = 0,89;$

Витрата палива на 1 гектар оранки:

$$1. \text{ John Deere 8345R; } g = \frac{21 \cdot 0,85}{105} = 13,5 \text{ л/га}$$

$$2. \text{ МТЗ-80; } g = \frac{13 \cdot 0,89}{0,6} = 19,3 \text{ л/га}$$

Витрати праці визначаються з виразу:

$$z_m = \frac{n}{W_t} \quad (1.5)$$

де  $n$  – кількість працівників, задіяних на агрегаті.

З вибраних агрегатів потребується один тракторист-машиніст, тоді:

$$1. \text{ John Deere 8345R; } z_m = \frac{1}{105} = 0,0096 \text{ год/га}$$

$$2. \text{ 3. МТЗ-80 } z_m = \frac{1}{0,6} = 1,67 \text{ год/га}$$

Енергоємність визначається із виразу:

$$N_{za} = \frac{N_e}{W_t} \quad (1.6)$$

де  $N_e$  – потужність двигуна, при розрахунках приймаємо номінальною, кВт.

1. John Deere 8345R;  $N_e = 254$ кВт;
2. МТЗ-80;  $N_e = 43$ кВт;

Енергоємність для кожного агрегату:

1. John Deere 8345R;  $N_{za} = \frac{254}{105} = 2.4$ кВт/га
2. МТЗ-80;  $N_{za} = \frac{43,5}{0.6} = 72,5$ кВт/га

## **1.4. Технологічна карта на вирощування кукурудзи на зерно**

### **1.4.1. Вимоги до карти та методика її складання**

У технологічній карті повинно бути відображені назва та об'єм роботи по вирощуванню та збиранню кукурудзи на зерно, склад агрегату, змінна норма виробітки, кількість нормозмін, затрати праці, розцінки за нормозміну, оплата праці зі всіма видами доплат на весь об'єм роботи, витрати на автотранспорт, потрібна кількість палива, його вартість.

Складання технологічної карти починається з набору операцій, необхідних для вирощування та збирання кукурудзи на зерно. Це операції записуємо послідовно в календарному порядку, приєднуючи операції минулого року під врожай даної культури. Об'єм роботи вказується в фізичних одиницях (га, т, кН та т.і.). У графі "обслуговуючий персонал" вказується кількість механізаторів та других робітників, необхідних для обслуговування одного агрегату на розглянутій операції.

Норму виробки та розходу палива беруть з відповідних довідників.

### **1.4.2. Розрахунок кількості нормозмін та витрат праці механізаторів**

Кількість нормозмін визначається по формулі:

$$H_c = \frac{O}{H_B} \quad (1.7)$$

де  $O$  – об'єм роботи в фізичних одиницях, га;

$H_B$  – змінна норми виробки, га/зм.

На лущення стерні агрегатом John Deere 8345R + Demetra ЛДД-3000:

$$H_c = \frac{100}{66.2} = 1.5$$

Затрати праці механізаторів визначаємо по формулі:

$$T_M = 7 \cdot H_c \cdot P_M \quad (1.8)$$

де  $P_M$  – кількість механізаторів, обслуговуючих агрегат на лушненні стерні, люд.

$$T_M = 7 \cdot 1,5 \cdot 1 = 10,5 \text{ год}$$

Всі результати розрахунків заносяться в технологічну карту вирощування кукурудзи на зерно.

### 1.4.3. Розрахунок необхідної кількості тракторів та сільськогосподарських машин для комплексної механізації вирощування кукурудзи на зерно

Кількість агрегатів, необхідних для вирощування кукурудзи на зерно визначається по формулі:

$$n_{азр} = \frac{Q_p}{W_d \cdot D} \quad (1.9)$$

де  $Q_p$  – об'єм роботи, га;

$D$  – агротехнічні строки виконання роботи, днів;

$W_d$  – денна виробітка агрегату, га/день.

$$W_d = K \cdot W_{см} \quad (1.10)$$

де  $K$  – коефіцієнт змінності;

$W_{см}$  – змінна норма виробки агрегату.

Рихлення ґрунту.

$$n_{азр} = \frac{100}{66.2 \cdot 2} = 0.87$$

Приймаємо 1 агрегат в складі трактора John Deere 8345R та лушильник Demetra ЛДД-3000.

Завантаження органічних добрив.

$$n_{азр} = \frac{3000}{240 \cdot 1 \cdot 5} = 2.1$$

Приймаємо 2 завантажувача ПБ-35.

Транспортування органічних добрив.

Продуктивність транспортного засобу визначається по формулі:

$$W_{mp} = \frac{60 \cdot Q_H \cdot \alpha_{ст}}{t_{об}} \quad (1.11)$$

де  $Q_H$  – середня продуктивність транспортного засобу, т;

$\alpha_{ст}$  – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;

$t_{об}$  – час обороту транспортного засобу.

Час обертання транспортного засобу визначається по формулі:

$$t_{об} = \frac{60 \cdot 2 \cdot L}{\left( \frac{V_b + V_x}{2} \right)} + t_{ногр} + t_{вугр} \quad (1.12)$$

де  $L$  – відстань внутрішньогосподарських перевезень, км;

$V_b, V_x$  – відповідна швидкість транспортного засобу з вантажем та без вантажу;

$t_{\text{погр}}, t_{\text{вигр}}$  – відповідно час завантаження та розвантаження транспортного засобу.

Тоді:

$$t_{об} = \frac{60 \cdot 2 \cdot 3}{18} + 4 + 3 = 27$$

Продуктивність транспортного засобу буде рівна:

$$W_{mp} = \frac{60 \cdot 9 \cdot 0.94}{27} = 18.8 \text{ м/год}$$

Змінна продуктивність буде рівнятися:

$$W_{сз} = W_{тр} \cdot 7 \quad (1.13)$$

$$W_{сз} = 18,8 \cdot 7 = 131,6 \text{ т/зм}$$

Визначаємо кількість агрегатів:

$$n_{агр} = \frac{3000}{131.6 \cdot 5} = 3.9$$

Приймаємо 4 агрегати в складі трактора John Deere 8345R та причепа 1 ПТС-9Б.

Розкидання органічних добрив.

$$n_{агр} = \frac{100}{30 \cdot 4} = 0.83$$

Приймаємо 1 агрегат в складі трактора John Deere 8200 та розкидача РОУ-30.

Оранка.

$$n_{агр} = \frac{100}{9.3 \cdot 2 \cdot 4} = 1.33$$

Приймаємо 1 агрегат в складі трактора John Deere 8345R та плуга Lemken Diamant 11.

Снігозатримання

$$n_{агр} = \frac{100}{70 \cdot 5} = 0.29$$

Приймаємо 1 агрегат в складі трактора John Deere 8345R, зчіпки С-11 та снігопадів СВУ-2,6.

Ранньовесняне боронування.

$$n_{агр} = \frac{200}{77.2 \cdot 2} = 1.29$$

Приймаємо 1 агрегат в складі трактора John Deere 8345R, зчіпки СГ-21 та борін БЗТС-1,0-21 шт.

Передпосівна культивуація.

$$n_{agr} = \frac{100}{55 \cdot 2} = 0.91$$

Приймаємо 1 агрегат в складі трактора John Deere 8345R, зчіпка С-11, культиваторів 2 x КПС-4,0.

Сівба.

$$n_{agr} = \frac{100}{18 \cdot 2} = 2.7$$

Приймаємо 2 агрегату в складі трактора John Deere 8200 та сівалки СУПН-8, але час зміни збільшується до 9 годин.

Повсходове боронування.

$$n_{agr} = \frac{100}{61.3 \cdot 2 \cdot 1} = 0.82$$

Приймаємо 1 агрегат в складі трактора John Deere 8345R+Vaderstad Carrier 650.

Міжрядний обробіток посіву.

$$n_{agr} = \frac{100}{22 \cdot 2 \cdot 2} = 1.1$$

Приймаємо 1 агрегат в складі трактора John Deere 8200 та Велес АГРО КПГ 6.

### **1.5. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори**

Внаслідок зношування, неправильного використання, конструктивних дефектів, несправностей або незадовільного технічного стану машин виникають небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть призвести до виробничих травм та професійних захворювань.

Небезпечні та шкідливі виробничі по природі дії класифікуються на групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

На вирощування та збирання кукурудзи на зерно, механізатори піддаються дії слідуєчи небезпечних та виробничих шкідливих факторів.

Мікроклімат – в значній мірі впливає на працездатність, увагу та інші функції людини. При високій температурі продуктивність праці знижується на 10... 15 %, а послаблення уваги приводить до помилок під час управління та виникненню аварійних ситуацій, в результаті чого на 30 % збільшується кількість травм, у порівнянні з оптимальними температурними умовами.

При відносній вологості повітря 70...90% продуктивність праці знижується почти на третину.

Для підтримки оптимальної температури в кабінах тракторів необхідно встановлювати кондиціонери.

Виробничий пил – при концентрації в зоні негативно впливає на дихальні шляхи, легені, очі та шкіру людини. Для колективного захисту від дії пилу застосовується вентиляція та пневмовідсасування, герметизація кабін.

Виробничий шум виникає за час роботи тракторів та сільськогосподарських машин і викликає перевтому, зниження чутливості органів слуху, впливає на діяльність нервової системи, серцево-судинної, м'язової та системи травлення. Для захищення від шуму органів слуху використовують протишумові навушники та інше.

Вібрація – також негативно впливає на організм людини, а при постійній дії може привести до вібраційної хвороби.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЕЖЕКТОРНОГО ПРИБОРУ ДЛЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ СІВАЛКИ СУПН-8

Врожайність сільськогосподарських культур в значній мірі залежить від якості висіяного в ґрунт насіння.

Для оптимального розвитку рослин сівба повинна бути проведена якісно та в оптимальні агротехнічні строки. Для виконання цих умов, посівний агрегат повинен бути високопродуктивним, з великим запасом міцності. Разом з насінням, в ґрунт доцільно вносити гранульовані добрива, ця операція істотно впливає на ріст рослин. Для вирощування кукурудзи застосовується високопродуктивна сівалка СУПН-8 (рис. 2.1).



Рисунок 2.1. Універсальна пневматична сіялка СУПН-8

Універсальна пневматична сіялка СУПН-8 (рис. 2.2) призначена для сівби насіння кукурудзи пунктирним способом з одночасним внесенням мінеральних добрив. Основним елементом сівалками є пневматична система. Вона складається з ексгаустера, пневматичних шлангів, гідромотора. Привод ексгаустера здійснюється гідромотором через шланги від гідросистеми трактора. Таке технічне рішення вимагає жорсткі вимоги до гідросистеми трактора. Понижений тиск у гідросистемі впливає на рівномірність сівби. Зниження розрідження в камерах висіву секцій робить їх роботу незадовільною. При повороті агрегату, необхідно відключати гідросистему та чекати коли в посівних секціях розрідження досягне величини, необхідної для прилипання насіння до висіваючих дисків.

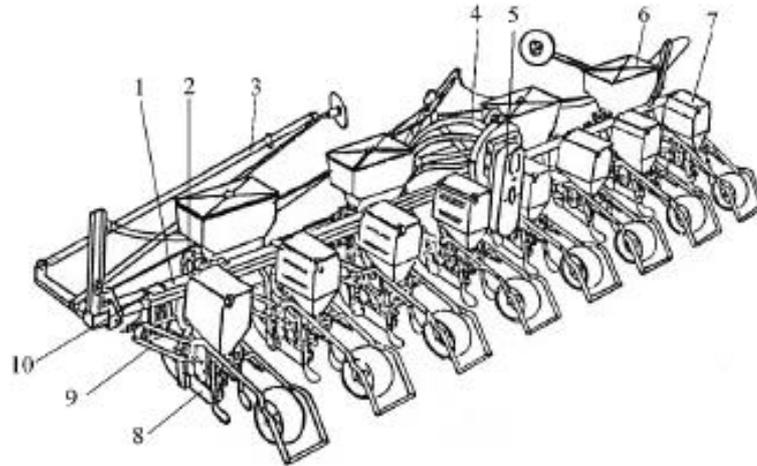


Рисунок 2.2. Загальний вигляд сівалки СУПН-8: 1 – рама; 2 – опорно-привідне колесо; 3 – маркер; 4 – пневмопроводи; 5 – вентилятор; 6 – туковисівний апарат; 7 – посівна секція; 8 – полозовидний сошник секції; 9 – паралелограмна підвіска секції; 10 – хомути кріплення секції до рами.

Для усунення всіх перерахованих недоліків в кваліфікаційній роботі розроблено ежекторний пристрій для пневматичної сівалки СУПН-8 який дозволяє збільшити якість сівби та знизити витрати праці на даній операції.

### 2.1. Опис ежекторного пристрою пневматичної системи сівалками СУПН-8

Ежекторний пристрій пневматичної сівалки СУПН-8 складається з балону-ресивера, ежектора, пневматичних шлангів (рис. 2.3).



Рисунок 2.3. Ежекторний пристрій пневматичної сівалки СУПН-8

Балон-ресивер представляє собою циліндр виготовлений з труби, діаметром 300 мм, з привареними до нього боковинами та патрубками (рис. 2.4). В нижній частині циліндру установлюється люк для очистки від мусору.

Патрубки виготовлюються з труб діаметром 25 - 70 мм, та товщиною 3 мм. На них проточуються канавки для запобігання сходу шлангів. У нижній боковині вирізаний отвір для люка. Кришка люка встановлюється на прокладці з резини та затискується гвинтом.

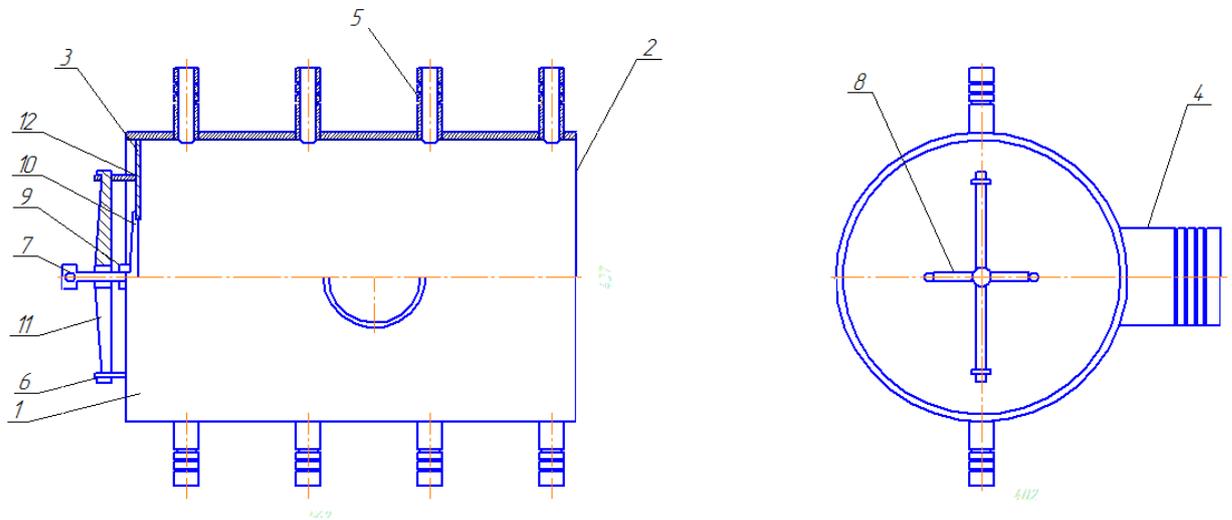


Рисунок 2.4. Балон-ресивер: 1 – станина; 2, 3 – бічна частина; 4, 5 – з’єднувальна труба; 6 – затискач; 7 – рукоятка; 8–стакан; 9-кришка; 10-тримач; 11-прокладка; 12 - гайка

Балон-ресивер кріпиться до сівалки хомутами та кутниками на місце екстаустера. Ежектор (рис. 2.5), встановлений на місце вихлопного патрубка, виготовлюється з 7 складових частин.

Сопло – виготовляється на токарному станкові з випускним отвором 26 мм. З його допомогою у вакуумній камері створюється розрідження та повітря відкачується з балону-ресивера. До сопла приварений фланець. На фланці зваркою закріплюється кожух з патрубком. Зверху на кожух приварюється конус. Фланець, кожух та конус утворюють вакуумну камеру. Зверху на конус приварюється труба діаметром 50 мм, на яку приварюється раструб.

Раструб та конус виготовляються по одній технологічній схемі, з листового заліза, товщею 3 мм. При їх виготовленні довжину більш вказану на кресленні треба збільшити на 10 мм.

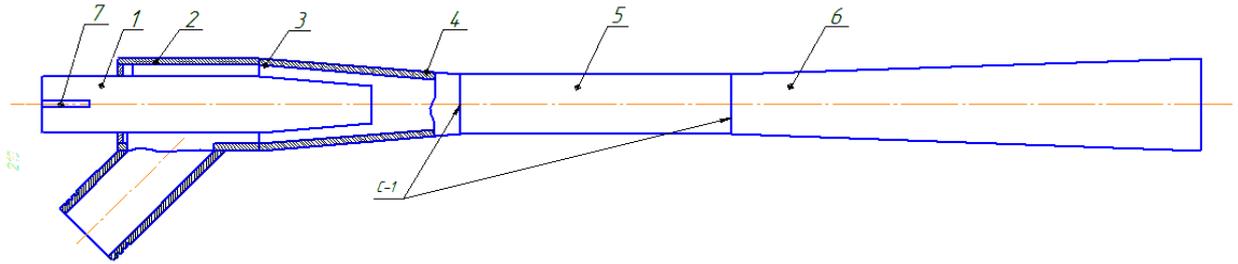


Рисунок 2.5. Ежектор: 1 – сопло; 2 – фланець; 3 – кожух; 4 – корпус; 5 – труба; 6 – раструб; 7 – патрубок.

При збиранні ежектора, припуск залишений при виготовленні для суміщення діаметрів: кожуха та конуса, конуса та труби, раструба та труби, убирається. Внутрішня поверхня ежектора повинна бути без задирів, гладкою. Ежектор встановлюється на трактор замість вихлопної труби, і кріпиться хомутом.

Пневматичний шланг служить для з'єднання балона-ресивера та ежектора. Шланг вкладається на правому крилі трактора та кріпиться до нього хомутами щоб уникнути його вібрації.

## 2.2. Робота ежекторного пристрою

Принцип роботи ежекторного пристрою пневматичної сівалки СУПН-8 наступний:

Вихлопні гази з випускної системи трактора попадають в сопло. Сопло утворює підпор вихлопним газам та збільшує їх швидкість на виході. Гази з більшою швидкістю направляється в трубу та проходячи через неї попадають в раструб. Конус раструба виготовляють в межах 8-10°, що виключає відрив газів від стінок, дякуючи цьому гази не тільки прискорюються на виході, але і "підсасують" гази у трубі. Коли гази з сопла з більшою швидкістю направляються назовні, за ними в вакуумній камері з балону - ресивера повітря направляється в зону пониженого тиску (вакуумну камеру), за рахунок цього в балоні-ресивері та в посівних секціях створюється вакуум. Процес продовжується безперервно. Це створює умови для якісної сівби насіння, рівномірності їх висіву. Через люк в балоні-ресивері 1 раз за зміну видаляють сміття.

## 2.3. Розрахунок балона - ресивера на міцність

Так як в балоні - ресивері в процесі роботи утворюється розрідження, то на нього з напруги діє сила стискання. З конструкції балону-ресивера видно, що він складається з циліндру та приварених до нього боковин.

Необхідно провести розрахунки та взнати міцність балона -ресивера на зовнішній тиск.

Для розрахунків необхідно визначити середню довжину циліндричної стінки, яка визначається по формулі:

$$7.5 \sqrt{\frac{2(h-c)}{D}} < Z_{cp} < D \sqrt{\frac{D}{2(h-c)}} \quad (2.1)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр, м;

$h$  – товщина стінки циліндра, м;

$c$  – прибавка на корозію, м;  $c = 1...3$  мм,  $h = 5$  мм

$Z_{cp}$  – середня довжина циліндричної стінки.

Приймаємо діаметр труби балону - ресиверу 0,3 м, тог:

$$7.5 \cdot 0.3 \sqrt{\frac{2(0.005 - 0.002)}{0.3}} < Z_{cp} < 0.3 \sqrt{\frac{0.3}{2(0.005 - 0.003)}} \\ 0.318 < Z_{cp} < 2.121$$

Приймаємо довжину труби балона - ресивера рівну 0,5 м.

По формулі Поковича визначаємо верхній критичний тиск:

$$P_{кр}^e = 0,92 \cdot E \frac{R}{Z} \left(\frac{h}{R}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{h}{R}} \quad (2.2)$$

де  $E$  – модуль пружності для сталі;

$R$  – радіус циліндра, м.

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{мПа}$$

Тоді  $P_{кр}^e$  буде:

$$P_{кр}^e = 0,92 \cdot 10^5 \frac{0.15}{0.5} \left(\frac{0.003}{0.15}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{0.003}{0.15}} = 3.123 \text{мПа}$$

Визначаємо допустимий тиск:

$$[P] = \frac{18 \cdot 10^{-6}}{\Pi_y} E \frac{D}{Z} \left[\frac{100(h-c)}{D}\right]^2 \cdot \sqrt{\frac{100(h-c)}{D}} \quad (2.3)$$

де  $\Pi_y$  – коефіцієнт стійкості.

Коефіцієнт  $\Pi_y$  дорівнює 2.4 [9]:

$$[P] = \frac{18 \cdot 10^{-6}}{2.4} 2 \cdot 10^5 \frac{0.3}{0.5} \left[\frac{100(0.005 - 0.002)}{0.3}\right]^2 \cdot \sqrt{\frac{100(0.005 - 0.002)}{0.3}} = 0.9$$

На серійній сівалці СУПН-8 в експаузере утворюється розрядження до 350 мм водяного стовпу, що складає 0,035 атм, так як 1атм – повний вакуум.

Знаходимо товщу оболонки при розрядженні 350 мм водяного стовпа.

$$h = \frac{D}{100} \left[ \frac{\Pi_y}{18} \cdot \frac{P_n}{10^{-6} E} \cdot \frac{Z}{D} \right]^{0.4} + C$$

$$h = \frac{0.3}{100} \left[ \frac{2.4}{18} \cdot \frac{0.035}{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^5} \cdot \frac{0.5}{0.3} \right]^{0.4} + 0.002 = 0.002818_m$$

Значить при розрядженні 350 мм водяного стовпа товща балону-ресивера може бути рівною 2,8 мм. В конкретному випадку товща стінки приймаємо рівною 4 мм, відповідно умови міцності ресивера не буде порушено. Балон-ресивер буде працювати з запасом міцності.

#### 2.4. Розрахунок економічної ефективності ежекторного пристрою

В силу своїх конструктивних особливостей ежекторний пристрій дозволяє економити час при поворотах та розворотах трактора.

Визначаємо економію часу яку витрачаємо на розворотах базових агрегатів зі стандартною сівалкою.

Час одного проходу визначається по формулі:

$$T_p = \frac{L_p}{U_p \cdot 1000} \quad (2.4)$$

де  $L_p$  – довжина гонів,  $L_p = 800m$ ;

$U_p$  – робоча швидкість агрегату, км/год.  $U_p = 7$  км/год.

$$T_p = \frac{800}{7 \cdot 1000} = 0.14$$

Час який витрачається на розворот агрегату:

$$T_x = \frac{6R + 2L}{U_n \cdot 1000} \quad (2.5)$$

де  $R$  – радіус повороту, м;

$L$  – ширина захвату агрегату, м;

$U_n$  – швидкість повороту агрегату, км/год.

Час який витрачається на один робочий цикл "прохід-поворот" визначаємо по формулі:

$$T_{цб} = T_x + T_p$$

$$T_{цб} = 0,004 + 0,14 = 0,144 \text{ год}$$

При застосуванні проектного варіанту агрегату, не виключно необхідність відключення ексгаустера при повороті, включати при закінченні повороту та чекати досягнення необхідного розрядження до пневмо системи. Витрати часу:

– на включення  $t_{вкл} = 0,000274$  год;

– на виключення  $t_{викл} = 0,00027$  год;

– при досягненні розрядження  $t_g = 0,00224$  год;

Економія часу при застосуванні конструктивного агрегату визначається по формулі:

$$t_{ек} = t_{вкл} + t_{викл} + t_g \quad (2.6)$$

$$t_{ек} = 0,00027 + 0,00027 + 0,0022 = 0,00274 \text{ год}$$

Визначаємо робочий час циклу агрегату з ежектором по формулі:

$$T_{цп} = T_{цб} - t_{ек} \quad (2.7)$$

$$T_{цп} = 0,144 - 0,000274 = 0,14126 \text{ год}$$

Визначаємо кількість робочих циклів агрегату по формулі:

$$n_{рц} = \frac{S}{L \cdot B_p} \quad (2.8)$$

де  $S$  – площа посіву, м;

$L$  – довжина гонів, м;

$B_p$  – ширина захвату агрегату, м.

$$n_{рц} = \frac{1000000}{800 \cdot 5.6} = 223.27$$

Економія часу на всій площі посіву визначається по формулі:

$$T_{ек} = n_{рц} \cdot t_{ек} \quad (2.9)$$

$$T_{ек} = 223,27 \cdot 0,00274 = 0,611 \text{ год}$$

Так як цю операцію виконує три агрегата, то газова економія часу складає:

$$T_{екг} = T_{ек} \cdot n_{агр} \quad (2.10)$$

де  $n_{агр}$  – кількість агрегатів на операції.

$$T_{екг} = 0,611 \cdot 3 = 1,84 \text{ год}$$

Застосування ежекторного пристрою суттєво підвищує рівномірність та якість сівби.

Витрати праці на підсаджування складають:

$$З_T = 0,82 \text{ год/га}$$

Визначаємо витрати праці на весь об'єм роботи:

$$З_{го} = Q \cdot З_T \quad (2.11)$$

$$З_{го} = 100 \cdot 0,82 = 8,2 \text{ год.}$$

## РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 3.1. Охорона праці при вирощуванні та збиранні кукурудзи

Охорона праці – це комплекс законодавчих норм, організаційних, соціально-економічних, технічних та профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов, збереження здоров'я та працездатності в процесі трудової діяльності працівника.

Складовими частинами охорони праці є законодавство про працю, виробнича гігієна, а також безпека використання різних технічних засобів у виробничих процесах аграрного сектору, включаючи пожежну безпеку.

Трудове законодавство регулюється законодавчими актами, серед яких основними є Конституція України, Кодекс законів про працю, закони України "Про охорону праці" [14, 15].

Одним із важливих факторів, що впливають на організм людини під час виконання роботи на транспортних засобах є вібрація і шум.

Рівень шуму у колісних тракторів не повинен перевищувати 80 децибел, а кабіна трактора і її обладнання мають відповідати технічним характеристикам і вимогам заводу-виробника.

Для забезпечення безпечного виконання механізованих робіт техніка має бути повністю укомплектована, оснащена необхідними пристроями та захисним огороженням.

Справність техніки перевіряється відповідно до вимог чинних нормативних документів [14].

«Причіпні машини, знаряддя, причепа з'єднують жорсткими причіпними пристроями, для запобігання їхнього наїзду на трактор» [15] Начіпні та причіпні машини мають бути зафіксовані у місцях з'єднання з використанням шплінтів.

Для виконання робіт МТА поле слід своєчасно підготувати: засипати канави та ями, а також позначити перешкоди.

«До керування на схилах тракторами, допускаються трактористи-машиністи не нижче II класу, з досвідом роботи не менше 3-х років та які пройшли відповідне навчання та інструктажі щодо дотримання вимог безпеки при виконанні даних робіт. Окрім цього бригадир, або інша відповідальна особа має видати трактористу завдання у якому вказаний маршрут руху та особливості безпечного виконання робіт» [14, 15].

«Очищення робочих органів сільськогосподарських машин допускається лише за умови повної зупинки агрегату. При необхідності замінити леміш плуга або лапу культиватора в польових умовах слід відєднати машину від трактора та вимкнути двигун. Після цього під раму необхідно встановити надійну опору.

Під час підготовки посівного агрегату необхідно спочатку перевірити комплектність та надійність кріплення всіх механізмів, агрегатів та вузлів, а також стан захисних огорожень тощо» [14, 15].

Підніжна платформа сівалки має бути шириною не менше 650 мм та бути оснащеною захисним бортиком висотою 100 мм.

Отвори висівних агрегатів очищують за допомогою спеціальних пристроїв, таких як чистики та гачки.

### **3.2. Безпека при застосуванні хімічних речовин**

У приватному сільськогосподарському виробництві, широко використовуються такі хімічні речовини, як пестициди, мінеральні добрива, розчинники, фарба, лаки, кислоти та інші, їх проникнення у повітря робочої зони або навколишнє середовище, в продукти харчування, на одяг працюючих створюють умови для виникнення гострих хронічних отруєнь людей та тварин.

Пестициди застосовуються для боротьби із шкідниками сільськогосподарських культур. При виробництві, застосуванні та зберіганні пестицидів необхідно врахувати їх основні особливості запобігти їх циркуляції у біосфері, концентрації препаратів, необхідні для знищення шкідників, одночасно небезпечні для людини (зменшувати їх неможливо оскільки препарати втрачають свої властивості). При роботі з пестицидами потрібний комплексний захист органів дихання від парів і аерозолів.

Мінеральні добрива при застосуванні, зберіганні та транспортуванні можуть надходити в робочу зону і негативно впливати на працюючих. Азотні, фосфорні та калійні добрива здатні сильно подразнювати шкіру, слизову порожнину.

До робіт з хімічними речовинами не допускаються особи віком до 18 років, чоловіки старше 55 років та жінки – 50 років, вагітні жінки та матері, що годують немовлят, а також особи (за рішенням медичної комісії) які перенесли інфекційні захворювання або хірургічні операції або виявлені такі хвороби як туберкульоз, захворювання нервової системи, психічні захворювання та інші.

Особи що допущенні після комісії, допускаються до роботи з хімічними речовинами при умові проходження відповідного навчання з охорони праці, інструктажів, при забезпеченні засобами індивідуального захисту і наявності медичної книжки.

Категорично забороняється під час роботи з хімічними речовинами вживати алкоголь, бо він сприяє інтенсивному всмоктувані отруйних речовин в кров. На місці роботи з отруйними речовинами забороняється палити та приймати їжу. Прийом їжі в польових умовах дозволяється на відстані 200 м від оброблених ділянок. Там повинна бути вода, мило та рушник. Перед прийняттям їжі знімають спецодяг, миють руки, обличчя, полощуть ротову порожнину.

При сівбі протруєним насінням прямий контакт сівача х насінням не дозволяється. Під час сівби кришки сівалок повинні бути щільно зачинені. Забороняється сидіти на мішках з протруєним насінням, перевозити його з продуктами харчування.

## РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

Для визначення екологічної ефективності комплексної механізації виробництва кукурудзи на зерно необхідно мати технологічні карти. Операцію для ілюстрації розрахунків приймаємо посів який виконується наступними агрегатами:

Базовий МТЗ-80 + СУПН-8.

Запропонований John Deere 8200 + СУПН-8.

Кількість нормозмін визначається за формулою:

$$n_{зм} = \frac{Q}{W_{зм}} \quad (4.1)$$

де  $Q$  – об'єм роботи в фізичних одиницях;

$W_{зм}$  – змінна норма виробітку.

Базова:

$$n_{зм} = \frac{250}{39.9} = 6.31$$

Проектна:

$$n_{зм} = \frac{250}{105} = 2.3$$

Затрати праці визначаються за формулою:

$$Z_T = T \cdot \pi_c \cdot P \quad (4.2)$$

де  $P$  – кількість механізаторів, які обслуговують агрегат, чол.

Базова:

$$Z_T = 9 \cdot 6,31 \cdot 1 = 56,79 \text{ год}$$

Проектна:

$$Z_T = 9 \cdot 2,3 \cdot 1 = 20,79 \text{ год}$$

Трактористам I і II класу тарифна надбавка відповідно 20%, 10%. При розрахунку приймаємо 10%.

За виконання якісно і вчасно пропонується доплата 12 % від основної заробітної плати.

Додаткова плата за продукцію встановлюється в розмірі 25% від основної оплати праці по тарифу.

Заробітна плата з нарахуваннями:

$$Z_{пб} = 35600,49 \text{ грн.}$$

Потрібна кількість палива підраховується по формулі:

$$M_{\text{п}} = \Gamma_{\text{р}} \cdot Q \quad (4.3)$$

де  $\Gamma_{\text{р}}$  – витрата палива на одиницю виконаної роботи, кг;

$Q$  – об'єм робіт.

Базова:

$$M_{\text{п}} = 4,2 \cdot 250 = 1050 \text{ кг.}$$

Проектна:

$$M_{\text{п}} = 2,1 \cdot 250 = 525 \text{ кг.}$$

Вартість палива визначаємо за наступною формулою:

$$\Gamma = M_{\text{п}} \cdot \text{Ц}_{\text{п}} \quad (4.4)$$

де  $\text{Ц}_{\text{п}}$  – комплексна ціна 1 т палива, включаючи вартість мастильних матеріалів ( $\text{Ц}_{\text{п}} = 55$  грн.).

Базова:

$$\Gamma = 1050 \cdot 55 = 57750 \text{ грн.}$$

Проектна:

$$\Gamma = 525 \cdot 55 = 28875 \text{ грн.}$$

Відрахування на поточний ремонт і технічні огляди визначаються по кожній марці машини в розрахунок на дану культуру в цілому по формулі:

$$T_{\text{р}} = \frac{B_{\text{м}} \cdot P}{100} K \quad (4.5)$$

де  $B_{\text{м}}$  – балансова вартість однієї машини;

$K$  – кількість машин в агрегаті;

$T_{\text{к}}$  – зайнятість машини на вирощуванні даної культури;

$T_{\text{н}}$  – нормативна річна зайнятість тракторів, сільськогосподарських машин.

$$T_{\text{к}} = 7 \cdot \text{П}_{\text{с}} \quad (4.6)$$

Балансова вартість машини визначається по формулі:

$$B = 2 \cdot U_{\text{м}} \quad (4.7)$$

де  $U_{\text{м}}$  – преїскурантна ціна машини, грн.

Базова:

$$T_{\text{р}} = \frac{153635 \cdot 13.3}{100} 1 = 20433,5 \text{ грн.}$$

Проектна:

$$T_{\text{р}} = \frac{1811620 \cdot 13.3}{100} 1 = 240945,5 \text{ грн.}$$

Сівалка:

$$T_{\text{р}} = \frac{100000 \cdot 7}{100} 1 = 7000 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування розраховуються по формулі:

$$A = \frac{B_k \cdot a}{100} \quad (4.8)$$

де  $a$  – норма амортизаційних відрахувань, %.

$$A = \frac{153635 \cdot 15}{100} = 23045,25 \text{ грн.}$$

$$A_n = \frac{1811620 \cdot 15}{100} = 271743 \text{ грн.}$$

$$A_n = \frac{100000 \cdot 15}{100} = 15000 \text{ грн.}$$

Витрати на насіння відзначаються за формулою:

$$H_{\text{пал}} = H_B \cdot Y_{\text{п}} \cdot P_{\text{л}} \quad (4.9)$$

де  $H_B$  – норма висіву насіння, т/га, ( $H_B = 0,02$  т/га);

$Y_{\text{п}}$  – ціна тони насіння,  $Y_{\text{п}} = 10700$  грн/т;

$P_{\text{л}}$  – площа сівби.

Так як площа сівби, норма висіву однакові, то затрати на насіння також будуть однакові.

$$H_{\text{нас}} = 0,2 \cdot 16700 \cdot 250 = 835000 \text{ грн.}$$

Затрати на добрива:

$$D = K_D \cdot Y_D \cdot P_G \quad (4.10)$$

де  $K_D$  – норма внесення добрив, т/га;

$Y_D$  – ціна добрив (мінеральних),  $Y_D = 27000$  грн/т;

Затрати на мінеральні добрива:

Базова:

$$D_b = 0,08 \cdot 27000 \cdot 250 = 540000 \text{ грн.}$$

Проектні:

$$D_{\text{п}} = 0,05 \cdot 27000 \cdot 250 = 337500 \text{ грн.}$$

Затрати на гербіциди:

$$C_G = H_G \cdot C_G \cdot a \quad (4.11)$$

де  $H_G$  – норма внесення гербіцидів, кг/га;

$C_G$  – вартість гербіцидів,  $C_G = 556$  грн/кг;

$a$  – кількість внесень,  $a = 2$ .

$$C_G = 2,5 \cdot 556 \cdot 250 \cdot 2 = 695000 \text{ грн.}$$

Собівартість однієї тони продукції:

$$C_n = \frac{C}{B} \quad (4.12)$$

де  $B$  – валовий збір продукції, т.

Базова собівартість:

$$C_n = \frac{2198228}{1125,0} = 1953,98 \text{ грн/т}$$

Проектна собівартість:

$$C_n = \frac{2436063}{1320,0} = 1845,5 \text{ грн/т}$$

Трудомісткість виробництва продукції визначається по наступній формулі:

$$T_z = \frac{Z_m}{B} \quad (4.13)$$

де  $Z_t$  – затрати праці на вирощування кукурудзи на зерно.

Базові:

$$T_z = \frac{1953,98}{1125} = 1,73 \text{ год/т}$$

Проектні:

$$T_z = \frac{1845,5}{1320} = 1,39 \text{ год/т}$$

Річна економія затрат праці:

$$E = (1,73 - 1,39) \cdot 1320 = 448,8 \text{ год.}$$

Прибуток являє собою різницю між виручкою від реалізації і затратами на виробництво:

$$P_p = (C - E) \cdot B \quad (4.14)$$

де  $C$ ,  $E$  – відповідно ціна, собівартість реалізації продукції.

Базова:

$$P_p = (10700 - 1935,98) \cdot 1125 = 9859522,5 \text{ грн.}$$

Проектна:

$$P_p = (10700 - 1845,5) \cdot 1320 = 11687940 \text{ грн.}$$

Рівень рентабельності по собівартості визначаємо за формулою:

$$P = \frac{P_p}{C} \cdot 100\% \quad (4.15)$$

Базова рентабельність:

$$P = \frac{9859522,5}{2198228} \cdot 100\% = 37,8\%$$

Проектна рентабельності:

$$P = \frac{11687940}{2436063} \cdot 100\% = 47,9\%$$

Річний економічний ефект по затратам від впровадження нової системи машин розраховується по формулі:

$$E_p = [(C_6 + E_n \cdot K_{\text{пот.б}}) - (C_n + E_n \cdot K_{\text{пот.б}})] \cdot B \quad (4.16)$$

де  $E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

$$E_n = 0,15$$

Базові:

$$K_{номб} = \frac{K_{\sigma}}{B_{\sigma}} = \frac{68247}{1125} = 60,66$$

Планові:

$$K_{номп} = \frac{K_n}{B_n} = \frac{72336}{1320} = 54,8$$

$$E_p = [(1953,98 + 0,15 \cdot 60,66) - (1845,5 + 0,15 \cdot 54,8)] \cdot 1320 = 144355,2 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень:

$$T = \frac{K_n}{E_p} = \frac{78300,2}{68546,28} = 1,1 \text{ роки.}$$

Таблиця 3.1.

Техніко-економічний ефект від впровадження проекту.

Показники	Базова	Проектна	Проектна в % до базової
1. Площа посіву, га	250	250	—
2. Врожайність, т/га	4,5	6,0	133,33
3. Вихід валової продукції, т	1125,0	1320,0	117,33
4. Затрати праці на вирощування кукурудзи, год.	2726,14	2653,42	97,33
5. Трудоемність вирощування, год./т	2,42	2,01	83,06
6. Капіталовкладення, грн..	68247	78300	114,73
7. Річна економія затрат виробництва, грн..	—	51546,0	—
8. Річна економія затрат праці, год.	—	448,8	—
9. Собівартість продукції, грн../т	1953,98	1845,5	108,3
10. Прибуток, грн..	9859522,5	11687940	1828417,5
11. Рентабельність, %	37,8	47,9	10,1
12. Річний економічний ефект, грн..	—	54093,6	—
13. Термін окупності, років	—	1,1	—

## ВИСНОВОК

В кваліфікаційній роботі розроблена технологія та організація вирощування кукурудзи на зерно, підібрані оптимальні агрегати та розроблена операційно-технологічна карта на вирощування та збирання кукурудзи.

Для оптимального розвитку рослин сівба повинна бути проведена якісно та в стислі агротехнічні терміни. В кваліфікаційній роботі розроблений ежекторний пристрій для пневматичної сівалки СУПН-8, який дозволяє покращити процес сівби, а значить і знизити витрати насіння і затрати праці.

Визначені основні небезпечні чинники, які діють на робітників, які зайняті на вирощуванні кукурудзи на зерно, розроблені заходи по їх усуненню.

Впровадження роботи у виробництво дозволить знизити собівартість продукції на 108,3 грн./т, рентабельність складе 47,9 %, річний економічний ефект 54093,6 грн., термін окупності додаткових капіталовкладень 1,1 роки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойко, А. І., Свірень, М. О., Шмат, С. І., & Ножнов, М. М. (2003). Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин (New designs of tillage and sowing machines). Київ: Техніка.
2. Веселовська Н. Р., Руткевич В. С., Шаргородський С. А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 283 с.
3. Вивчення будови, функціонування і регулювань пневмомеханічних сівалок: методичні вказівки до виконання лабораторної (практичної) роботи з навчальної дисципліни «Сільськогосподарські машини» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» і 133 «Галузеве машинобудування» / Державний біотехнологічний університет; уклад. М.В. Бакум, Р.В. Кириченко, А.Д. Михайлов Харків: [б. в.], 2023. 36 с.
4. Городній М.М., Присташ І.В., Скрипка О.С., Овчинка В.В. Оптимізація живлення та удобрення кукурудзи на зерно. Науковий вісник національного аграрного університету. Київ, 2005. №84. С. 207-212.
5. Демидов, С., Стародубцева, О., & Савицька, О. (2016). Сучасні сівалки для просапних зернових культур вітчизняного виробництва. Реальність та перспективи (Modern seed drills for row grain crops of domestic production. Reality and prospects). Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, 20, 94-104.
6. Котченко М.В., Румбах М.Ю. Вплив елементів технології на урожайність зерна кукурудзи. Бюлетень інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2008. №33-34. С. 164-167.
7. Мойсієнко В. В. Пріоритетність та шляхи підвищення продуктивності зернової та силосної кукурудзи. Вісник ЖНАЕУ. 2015. №1(47). С. 190-203.
8. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. 432 с.
9. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: Друкарня «Друк», 2022. 376 с.
10. Пришляк В.М. Сільськогосподарські машини. Машини для внесення добрив, захисту рослин та заготівлі кормів: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт студентами ФМСГ галузі знань 20 «Аграрні

науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» / В.М. Пришляк, О.В. Ковальчук, В.М. Яропуд. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2018. 68 с.

11. Романенко М. Технологія вирощування кукурудзи. Рекомендації. KWS 150-річний досвід в селекції і насінництві сільськогосподарських культур. 2010. 58 с.

12. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник [Текст] / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 554 с.

13. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Посівні машини [Текст] / [Бакум М.В., Бобрусь І.С., Морозов І.В., Нікітін С.П. та ін.]; за ред. М.В. Бакума. Харків: ХНТУСГ, 2005. 332 с.

14. Сисолін, П. В., & Свірень, М. О. (2004). Висівні апарати сівалок (еволюція конструкцій, розрахунки параметрів) (Sowing devices of seeders (evolution of structures, parameter calculations)). Кіровоград: Кіровоградський національний технічний університет.

15. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / М.М.Сакун, В.Ф. Нагорнюк; Одеський державний аграрний університет/. Кафедра безпеки життєдіяльності. Одеса «Видавництво», 2009. 187 с.

16. Охорона праці в галузі. Електробезпека : навч. посібник / Гончаренко Ю. П., Голубенко А. А., Савченко Л .Г., Цивенкова Н. М., Прядко В. А. Житомир : Поліський національний університет, 2021. 244 с.

17. Економіка сільського господарства: навчальний посібник / С. М. Рогач [та ін.]. К. : ЦП Компринт, 2020. 546 с.