

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Удосконалення технології виробництва сільськогосподарської продукції на прикладі кукурудзи на силос шляхом модернізації тракторного обприскувача»

Виконав:

(підпис)
ініціали)

Бабич А.О.
(Прізвище,

Група:

АІ 2101-1ст.

(Науковий) керівник:

(підпис)

Харченко Ф.М.
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Рівень вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“03” червня 2024 року

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

Бабичу Анатолію Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Удосконалення технології виробництва сільськогосподарської продукції на прикладі кукурудзи на силос шляхом модернізації тракторного обприскувача»,

керівник роботи: Харченко Фаріда Магомедівна, к.т.н.,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “__” _____ 202_ року
№ _____.

2. Строк подання здобувачем роботи: “__” _____ 20_ року.

3. Вихідні дані до роботи: патентні бази; довідники з проектування машин; науково-дослідна література.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Основи отримання високих врожаїв кукурудзи на силос; Технологія і організація виконання технологічної операції обприскування; Обґрунтування доцільності модернізації обприскувача.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Мета і завдання кваліфікаційної роботи; Огляд системи машин для догляду за посівами; Обприскувач модернізований (складальне креслення); Подовжувач (складальне креслення); Шарнірний корпус (складальне креслення); Штанга (складальне креслення); Деталювання; Операційно-технологічна карта.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: “___” _____ 202_ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарстві		
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики та		
3.	Складання плану роботи		
4.	Написання вступу		
5.	Підготовка розділу «Основи отримання високих врожаїв кукурудзи на силос»		
6.	Підготовка розділу «Технологія і організація виконання технологічної операції обприскування»		
7.	Підготовка розділу «Обґрунтування доцільності модернізації обприскувача»		
8.	Написання висновків та пропозицій		
9.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету		
10.	Подання роботи на рецензування		
11.	Подання до попереднього захисту		

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Бабич А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Харченко Ф.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему «Удосконалення технології виробництва сільськогосподарської продукції на прикладі кукурудзи на силос шляхом модернізації тракторного обприскувача» на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр зі спеціальності 208 Агроінженерія, освітньо-професійна програма «Агроінженерія». – Сумський національний аграрний університет, МОН України, 2024 р.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи 34 стор., з них 31 стор. основного тексту. Складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків; містить 7 рисунків, 3 таблиці, 0 додатків, 20 посилань на джерела інформації.

Ключові слова: модернізація, обприскувач, кукурудза на силос, технологічна карта, експлуатаційні витрати.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи. Робота є актуальною і перспективною для господарств малих форм господарювання в розрізі підвищення ефективності використання обприскувачів.

Мета кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності використання МТА при виконання технологічних операцій рослинництва, а саме - обприскування.

Завдання: привести методи отримання високих врожаїв кукурудзи на силос, провести розрахунки технології і організації виконання технологічної операції обприскування, обґрунтувати доцільність модернізації обприскувача, привести заходи з безпеки життєдіяльності при виконанні технологічної операції обприскування.

Об'єктом дослідження є МТА, який виконує технологічну операцію обприскування.

Предметом дослідження є причіпний обприскувач.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів полягає в досягненні обґрунтованих шляхів підвищення ефективності використання МТА при виконанні технологічних операцій обприскування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОСНОВИ ОТРИМАННЯ ВИСОКИХ ВРОЖАЇВ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС.....	8
1.1 Прогнозування врожаю.....	8
1.2 Агротехнічні вимоги, що пред'являються до обприскування.....	8
2 ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ОБПРИСКУВАННЯ.....	10
2.1 Підготовка машинно-тракторного агрегату до роботи.....	10
2.2 Підготовка поля.....	14
2.3 Робота агрегатів в загоні.....	14
2.4 Контроль і оцінка якості.....	15
2.5 Заходи з охорони навколишнього середовища.....	16
3 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБПРИСКУВАЧА.....	18
3.1 Будова і робочий процес обприскувача.....	18
3.2 Розрахунки конструкції.....	21
3.2.1 Розрахунок параметрів розпилюючих наконечників.....	21
3.2.2 Перевірка діаметру пальців на розтягнення.....	23
3.2.3 Розрахунок катетного зварного шва.....	26
3.2.4 Розрахунок гайки для кріплення на міцність.....	27
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ОБПРИСКУВАННЯ.....	29
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виконанні технологічного процесу обприскування.....	30
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34

ВСТУП

Заняття людей сільським господарством вже тисячоліття має великий вплив на навколишнє середовище, призводить до формування польових і пасовищних антропогенних ландшафтів, які займають величезні території в різних природних зонах Землі. У період екстенсивного розвитку сільського господарства основним впливом на навколишнє середовище були розорювання земель і зведення лісу. У країнах з інтенсивним сільським господарством найбільш потужним засобом впливу на середу стала хімізація і механізація цієї галузі.

Зараз в сільському господарстві застосовуються близько 100 тисяч різних хімічних препаратів. Щорічно на поля вноситься 500 мільйонів тон хімічних добрив і 4...5 мільйонів тон різних отрутохімікатів. Але поряд з вигодою безконтрольне застосування добрив призводить до того, що значна їх частина потрапляє в річки і озера, негативно позначається на рослинності, здоров'я людей. У ще більшій мірі це відноситься до пестицидів.

Виходячи факторів, які прийняті в рамках довгострокових програм розвитку сільськогосподарського машинобудування в країні, основними завданнями яких є модернізація існуючих і розробка нових з впровадженням їх у виробництво, з випуском необхідної кількості машин для села.

Виконання цих умов дозволить виробляти промисловості машини, які мають більш низьку вартість при таких же якісних і кількісних характеристиках, які мають закордонні аналоги. В результаті цього сільськогосподарські виробники зможуть домогтися зниження витрат на капітальні вкладення, на експлуатацію машин, що в кінцевому підсумку позначиться на зниженні собівартості одиниці продукції. Крім того, стане можливим підвищення продуктивності праці, отримання більш високих врожаїв зернових, що вирощуються на полях України. Потенційні можливості просапних культур повністю не реалізуються. Збільшення обсягу виробництва зерна дозволить збільшити рівень рентабельності всієї галузі. До основних

причин низьких врожаїв слід віднести погану агротехніку, відсутність достатньої боротьби з бур'янами, слабе впровадження передових технологій. Все це обумовлює необхідність більш уважного ставлення до всіх без винятку питань, так чи інакше пов'язаних з технологією обробітку просапних культур.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології виробництва кукурудзи на силос шляхом модернізації тракторного обприскувача для позакореневого підживлення рідкими комплексними добривами.

В роботі необхідно:

- привести обґрунтовані основи отримання високих врожаїв кукурудзи на силос;
- провести технологічні розрахунки та організацію виконання технологічної операції обприскування;
- обґрунтувати доцільність модернізації обприскувача та провести розрахунки основних параметрів модернізованого обприскувача;
- привести заходи з безпеки життєдіяльності при виконанні технологічної операції обприскування.

1 ОСНОВИ ОТРИМАННЯ ВИСОКИХ ВРОЖАЇВ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС

1.1 Прогнозування врожаю

Інтенсивна технологія вирощування сільськогосподарських культур характеризується поточністю виробництва, комплексністю застосування факторів інтенсифікації, оперативністю виконання механізованих робіт.

Для досягнення високої ефективності використання ґрунту з метою отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур необхідно стежити за її станом, тобто за її родючістю. Існує необхідність підвищення родючості бідних ґрунтів.. Одним із способів досягнення цієї мети є спосіб внесення в ґрунт необхідних елементів, що містяться як в органічних, так і в мінеральних добривах. При використанні цього способу можна розглядати перспективне підвищення родючості ґрунту і, як наслідок, врожаїв культур.

1.2 Агротехнічні вимоги, що пред'являються до обприскування

1. Календарний термін, норму внесення робочих розчинів визначає агроном по захисту рослин, виходячи з даних моніторингу посівів.

2. Посіви бажано обробляти в суху безвітряну погоду при температурі повітря 12...17°C. Не допускається внесення препаратів при швидкості вітру більше 5 м/с.

3. Розподіл препарату по об'єкту з допустимими відхиленнями від норм внесення не більше $\pm 3\%$ при ступені нерівномірності розподілу препарату по площі не більше $\pm 5\%$.

4. Відхилення концентрації робочого розчину від рекомендованої не повинно перевищувати 5%.

5. Механічні пошкодження рослин при обприскуванні не повинні перевищувати 1%.

6. Не рекомендується обробляти посіви перед або під час дощу, а також в період їх цвітіння.

7. Пропуски, огріхи, перекриття не допускаються.

2 ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ОБПРИСКУВАННЯ

2.1 Підготовка машинно-тракторного агрегату до роботи

Трактор і обприскувач готує тракторист під керівництвом бригадира (агронома) за допомогою доданого комплекту інструментів за нижченаведеними вказівками.

1. Перевірити і при необхідності відрегулювати тиск в шинах коліс трактора: передніх – 0,14 МПа (1,4 кг/см²), задніх – 0,16 МПа (1,6 кг/см²).

2. Перевірити правильність установки і при необхідності відрегулювати колю трактора на величину, рівну технологічній колії (1400 мм). Вантажі з задніх коліс трактора необхідно зняти.

3. З'єднати карданний вал механізму приводу насосної станції обприскувача з валом відбору потужності трактора, звертаючи увагу на те, щоб риска на карданному валу передачі заходила у втулку, так як це може призвести до аварії.

4. Підключити гідроциліндри обприскувача до гідросистемі трактора.

5. Перевірити з'єднання бічних секцій штанги з центральної, рукавів – з колекторами. Особливу увагу слід звернути на легкість повертання кранів, справність приладів управління і контролю (регулятор тиску, манометр, рівнемір), насоса, мішалки, штанг, чистоту бака, трубопроводів, фільтрів, розпилювачів, щільність з'єднання труб і шлангів, горизонтальність положення штанги, відповідність величини тиску в шинах опорних коліс, рекомендованої заводом-виробником. Виявлені недоліки і несправності усунути.

Якщо після закінчення попередніх робіт не була проведена дезактивація обприскувача, то необхідно її виконати відповідно до «Санітарних правил по зберіганню, транспортуванню і застосуванню отрутохімікатів в сільському господарстві».

6. Встановити в нижнє робоче положення штанги обприскувача і надійно загальмувати трактор.

7. Залежно від виду оброблюваної культури, призначення застосовуваного пестициду визначити рекомендовану дозу внесення робочого розчину, вибрати типорозмір розпилювача і необхідну їх кількість встановити на колекторах штанги.

При внесенні гербіцидів застосовують щілинні розпилювачі. Якщо обробка ведеться фунгіцидами або інсектицидами з дозою 75...150 л/га, використовують вихрові розпилювачі, а при дозах понад 150 л/га – щілинні.

Дози, рекомендовані для обробки посівів гербіцидами – 100...200 л/га, іншими отрутохімікатами – 75...300 л/га.

Для підбору типорозміру розпилювачів і тиску в магістралі визначають хвилинну витрату через розпилювач (л/хв) за формулою:

$$q = \frac{QB_p V_p}{600n}, \quad (2.1)$$

де Q – задана доза внесення робочого розчину, л/га; B_p – робоча ширина захвату, год.; V_p – робоча швидкість агрегату, км/год; n – кількість розпилювачів.

При виборі робочої швидкості слід користуватися загальними рекомендаціями для штангових обприскувачів.

8. Перевірити правильність показань манометра обприскувача з використанням комплекту приладів і обладнання ДНО-1 відповідно до інструкції до зазначеного комплекту.

9. Провести замір хвилинної витрати через розпилювач.

Для цього потрібно включити насос, встановити робочий тиск по манометру. Через 1 хв, коли подача рідини до розпилювачів встановиться, секундоміром заміряти час (t) наповнення тарований ємності об'ємом 1 л

кожним розпилювачем з точністю до 1 с. Дані занести в таблицю. Визначити хвилинну витрату через розпилювач (л, хв) за формулою:

$$q_i = \frac{60}{t_i}, \quad (2.2)$$

10. Визначити середнє значення хвилинного витрати рідини через розпилювач, використовуючи залежність:

$$q_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}, \quad (2.3)$$

Потім визначити відхилення хвилинного витрати кожного розпилювача:

$$\Delta q_i = \frac{q_i - q_{cp}}{q_{cp}} \cdot 100\%. \quad (2.4)$$

На обприскувачі повинні бути розпилювачі, які мають відхилення витрати не більше $\pm 5\%$ від середньоарифметичного значення. Якщо відхилення хвилинної витрати від середньоарифметичного значення перевищують $\pm 5\%$ для конкретного розпилювача, то його слід замінити.

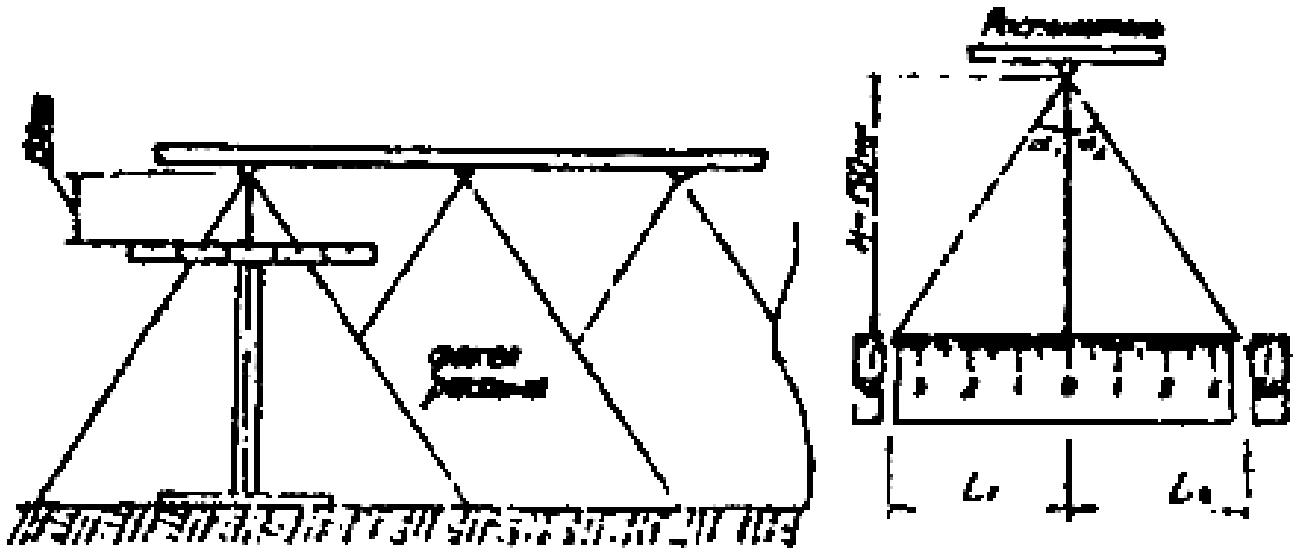


Рисунок 2.1 – Перевірка кута факела

11. Виконати настройку обприскувача на задану норму витрати робочого розчину.

Для цього встановити розрахунковий тиск в магістралі, відповідне хвилинному витраті обраного типорозміру розпилювачів. Провести виміри фактичної величини хвилинного витрати через розпилювачі, визначити його середнє значення і відхилення від розрахункового, використовуючи спрощену методику. Згідно з цією методикою, заміри витрати рідини через розпилювач виробляються так само, як і в п. 11, але не для всіх розпилювачів, а тільки для чотирьох (найбільш і найменш віддалених від центру агрегату). Визначається середнє значення і відхилення його від розрахункового (%) по залежності:

$$\Delta q_{cp} = \frac{q_{cp} - q}{q} \cdot 100\%. \quad (2.5)$$

Якщо відхилення перевищує $\pm 5\%$, то слід провести коригування тиску в напірної лінії обприскувача.

Коригування проводиться до тих пір, поки значення встановленої середньої хвилинної витрати не співпаде з розрахунковим або буде відрізняться від нього не більше ніж на $\pm 5\%$.

2.2 Підготовка поля

1. Перед початком робіт визначають необхідність проведення обробок, встановлюють чисельність шкідників і бур'янів, прибирають з поля сторонні предмети.

2. Розбивають поле на загони (в разі одночасної роботи декількох агрегатів), визначають місце заправки пестицидами. Напрямок руху при обробці поворотних коліс визначається технологічною колією, утвореної при посіві.

3. Встановлюють захисні смуги, які виключають знесення препарату на сусідні культури. Якщо вітер спрямований в бік посівів чутливих до пестицидів культур, обробку штанговими обприскувачами виконують на відстані (в залежності від виду пестициду і культури) не менше 30 м.

4. Основний спосіб руху агрегату при обприскуванні – човниковий з поворотами 180° на поворотних смугах.

5. Намічають лінію першого проходу на відстані, рівному половині ширини захвату агрегату від бічної сторони поля, якщо не була передбачена технологічна колія.

2.3 Робота агрегатів в загоні

1. Заїжджають в загін, включають насос і регулювальним краном встановлюють робочий тиск в напірній магістралі, контрольоване за манометром.

2. Під час робочого ходу агрегату переконаються в нормальній роботі насоса і закінчення рідини з розпилювачів. Обприскування проводять з постійною робочою швидкістю на відповідній передачі при постійному положенні важеля подачі палива. Обприскування починають з підвітряного боку. В процесі роботи обприскувача стежать за показаннями манометра і

періодично контролюють його роботу, за напрямком і швидкістю вітру, а також за тим, щоб розпорошена рідина не зносилася за межі ширини захвату машини.

3. Не рідше одного разу на годину перевіряють витікання рідини з розпилювачів і герметичність шлангів, з'єднань, сальників і кранів.

4. При розвороті агрегату на поворотних смугах вимикають насос.

5. Рівень рідини при заправці резервуарів контролюють по рівнемірам. Відстань між місцями заправки визначають залежно від кількості проходів агрегату до повного спорожнення заправного резервуара. При парній кількості проходів між заправками місця заправки розміщують з одного боку поля, при непарному – з обох.

6. Опрыскувачі заправляють робочим розчином за межами поля, застосовуючи для цього допоміжні агрегати з машинами типу МЖТ, РЖТ, РЖУ.

7. Відхилення від норми внесення робочого розчину перевіряють 2...3 рази в зміну. Рівномірність обробки контролюють 1 раз в зміну за наявністю огривів і пропусків [9].

8. Після закінчення роботи промивають всю систему 2...3 рази водою з додаванням невеликої кількості соди або прального порошку.

2.4 Контроль і оцінка якості

Контроль і оцінка якості роботи агрегату при внесення рідких мінеральних добрив наведені у вигляді таблиці 2.1 і проводиться на основі визначення двох основних показників: відхилення від заданої дози внесення, рівномірності обробки посівів.

Таблиця 2.1 – Оцінка якості робіт внесення рідких мінеральних добрив

Показники	Градация нормативів	Бал	Метод виміру
Відхилення від встановленої дози внесення робочого розчину, %	±5	4	Заміряють шлях агрегату до повного спорожнення бака (випливання заданої кількості розчину) і визначають дозу внесення робочого розчину. Потім розраховують відхилення фактичної дози внесення від заданої
	±10	3	
	±15	2	
	Більше 15	0	
Нерівномірність обробки, %	0	2	Визначають виміром площі необроблених ділянок поля, враховуючи також і поворотні смуги
	Огріхи до 3 %	1	
	Огріхи більше 3%	0	

2.5 Заходи з охорони навколишнього середовища

Для зниження забруднення ґрунту отрутохімікатами слід застосовувати мінеральні добрива з оптимальним співвідношенням поживних речовин, проводити вапнування ґрунтів.

Велике значення мають зниження переущільнення ґрунтів внаслідок багаторазових проходів важкої техніки і боротьба з ерозією. Для цього в господарствах необхідно по можливості використовувати комбіновані агрегати, проводити глибоке розпушування ґрунтів, вводити ґрунтозахисні польові та лукопасовищні обертів.

Досить великі ділянки земельних угідь прилягають до шосейних дорогах, поблизу яких в ґрунтах і рослинних продуктах спостерігається підвищена кількість свинцю. Тому необхідно обмежувати використання в їжу продуктів сільськогосподарського виробництва, вирощених на придорожніх смугах і поблизу промислових об'єктів.

Свою роль в погіршенні екологічної обстановки зіграла в окремих випадках і поспішність меліоративного будівництва при відсутності достатніх даних про природні процеси, законах їх динаміки на об'єктах меліорації, що необхідно для вибору оптимальних параметрів меліоративних систем.

На підставі вищесказаного в господарствах при виконанні технологій обробітку кукурудзи необхідно вжити таких заходів з охорони навколишнього середовища:

1. Для зменшення ущільнення ґрунту при вирощуванні кукурудзи по можливості використовувати комбіновані широкозахватні агрегати, що і передбачено цим проектом.

2. Вести чіткий контроль за транспортуванням і використанням добрив і отрутохімікатів.

3. Застосовувати мінеральні добрива з оптимальним співвідношенням поживних речовин, проводити вапнування ґрунтів.

4. У перспективі прагнути виробляти картографування полів з метою більш раціонального внесення добрив.

5. Невикористані добрива повертати на склад. Використану тару знищувати в відведених місцях.

6. Очищення і знезараження машин проводити на спеціальних майданчиках зі збором стічних вод і їх подальшим очищенням.

7. Для зниження вмісту свинцю та інших важких металів в продуктах харчування, поблизу шосейних доріг вирощувати культури, призначені для технічних цілей.

Таким чином, дотримання перерахованих вимог буде сприяти вирішенню проблеми народонаселення і забезпечення людства продуктами харчування.

3 ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБПРИСКУВАЧА

3.1 Будова і робочий процес обприскувача

Обприскувач польовий штанговий ОП-2500-18К призначений для хімічного захисту польових сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб і бур'янів. Загальний вигляд обприскувача показаний на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд обприскувача ОП-2500-18К

Основними частинами обприскувача є: насос, система розпилу, регулююча апаратура, система фільтрації, бак для робочої рідини, штанга, рама.

При роботі обприскувача насос засмоктує рідину з резервуара через фільтр і подає її до регулятора тиску. Від нього через нагнітальний фільтр, вбудований в регулятор, і через відкриті клапани розподільника рідина подається в колектори штанги і через розпилювачі – на оброблювані об'єкти. Надлишок рідини через регулятор тиску надходить назад в резервуар. Від пульта управління подача рідини також може здійснюватися до гідромышалок і в пристрій для перемішування порошкоподібних препаратів. Обприскувач

комплектуються комп'ютерною системою автоматичної стабілізації норми внесення робочої рідини «BRAVO-180» або «Teejet 844E», а так само пінним маркером або системою точного водіння (GPS навігація). Основні технічні характеристики обприскувача ОП-2500-18К наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні технічні характеристики обприскувача ОП-2500-18К

Назва	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
Продуктивність за 1 годину, не менше: - основного часу - експлуатаційного (при обробітку польових культур з нормою вилуви робочої рідини 200 л/га)	га/год.	14,4...21,6 7,92...11,88
Робоча швидкість руху на основних операціях	км/год.	8...12
Робоча ширина захвату	м	18
Агрегатування	кл.	1,4; 2,0
Ємність бака, не менше	м ³ (л)	2,5 (2500)
Витрата робочої рідини при обробітку: - пестицидами - рідкими мінеральними добривами	л/га	100-300 100-600
Робочий тиск в нагнітальній системі	МПа	0,2...1,5
Транспортна швидкість, не більше	км/год.	15
Кліренс	мм	550
Висота установки штанги відносно поверхні поля	м	0,6...2,1
Ширина колії	мм	1500, 1800
Питома сумарна оперативна трудомісткість технічного обслуговування	люд.-год./год.	0,075
Кут поперечної статичної стабільності (при колії 1500 мм)	град.	25

Обприскувач має низку відмінних рис:

- висока точність дозування і розподілу пестицидів;
- Комп'ютерна автоматична підтримка постійної норми внесення робочої рідини при зміні швидкості руху обприскувача з використанням комп'ютерів фірм «Arag» або «Teejet»;
- гідропривод розкладання і підйому штанги;
- чотириступінчаста система фільтрації робочої рідини;
- оснащений спеціальними щілинними розпилювачами серії TP, які утворюють низькократну піну, і дозволяють проводити обробку рослин при швидкості вітру до 8 м/с (стандартні розпилювачі можуть використовуватися при швидкості вітру не більше 4 м/с). Це дає можливість значно розширити час застосування обприскувачів в вітряну погоду.
- управління технологічним процесом здійснюється з кабіни трактора;
- пневматична гальмівна система і механічне гальмо стоянки;
- оснащений вбудованою системою промивки, що включає додатковий бак для чистої води місткістю не менше 120 л, систему запірної арматури і додаткові рукава. Це дозволяє економити до 1 години змінного часу на промиванні насоса, гідрокомунікацій і розпилювачів при зміні використовуваного пестициду або технічному обслуговуванні обприскувача;
- стояночна опора обприскувача виконана у вигляді гвинтового домкрата, що дозволяє точно виставити причіпний пристрій при зчепленні машини з трактором. При цьому немає необхідності залучати додаткових людей і докладати значних зусиль;
- обладнаний оригінальною системою зливу залишків робочої рідини, керованої з робочого майданчика обприскувача, що запобігає забруднення навколишнього середовища і контакт обслуговуючого персоналу з пестицидом;
- штанга обприскувача оснащена оригінальною системою урівноваження, до складу якої входять гідравлічні амортизатори, що забезпечують гасіння коливань штаги при русі обприскувача по погано вирівняному полю. Це дозволяє запобігти поломки штанги через удари об поверхню поля;

- оснащений посиленими маточинами коліс, тому що звичайні маточини швидко виходять з ладу через велику масу обприскувача (до 4 тон при повній заправці технологічними рідинами).

3.2 Розрахунки конструкції

Після того як ми виконали розробку штанги причіпного обприскувача ОП-2500-18К ми зробимо розрахунок параметрів розпилюючих наконечників, перевіримо пальці на розтягнення, які з'єднують складові частини самої штанги, розрахуємо катети зварного шва для з'єднання вушка з горизонтальною трубою, а так само зробимо розрахунок гайки подовжувача на міцність.

3.2.1 Розрахунок параметрів розпилюючих наконечників

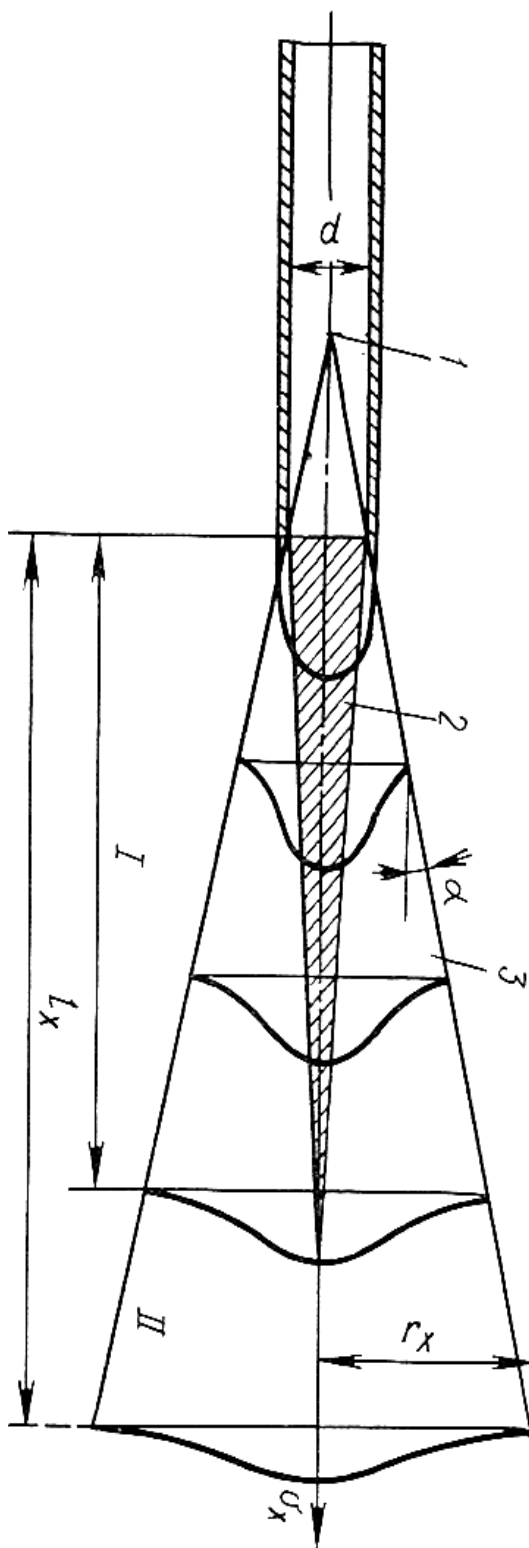
Витрата робочої рідини, що розпилюється наконечником. Хвилинна витрата через розпилювач (л/хв) за формулою:

$$q = \frac{QB_p V_p}{600n}, \quad (3.1)$$

де Q – задана доза внесення робочого розчину, л/га; B_p – робоча ширина захвату, год.; V_p – робоча швидкість агрегату, км/год; n – кількість розпилювачів.

Структура робочого потоку. Робочий потік утворюється розпилюючим пристроєм обприскувача з повітря і маси дрібних часточок рідкого отрутохімікату, розподіленого в ньому. Після виходу з обприскувача робочий потік веде себе аналогічно вільного затопленого струменя. Як видно на рисунку 3.2 він поступово розширюється в міру віддалення від вихідного отвору, його маса поступово збільшується, так як в нього залучаються частки

навколишнього повітря, а швидкість зменшується в певній залежності від відстані; різко виділяються дві ділянки – початкова і основна.



1 – полю струменя; 2 – ядро потоку; 3 – перехідний зріз; I і l_x – початкова і основна ділянка струменя

Рисунок 3.2 – Схема вільного затопленого струменя

Швидкість V (м/с) виходу потоку з сопла при відомому перетині вихідного отвору наконечника:

$$V = 2,08 \cdot V_x (r_x / S + 0,145). \quad (3.2)$$

Падіння швидкості в міру віддалення від вихідного отвору V_x (м/с) на відстані l_x від розпилює наконечника визначається з виразу (3.2) за умови $V = V_{cp}$.

$$V_x = \frac{V}{2,08 \cdot \left(\frac{r_x}{S} + 0,145 \right)} = \frac{5}{2,08 \cdot \left(\frac{0,15}{0,0014} + 0,145 \right)} = 0,02 \quad (3.3)$$

де S – перетин вихідного отвору наконечника для розпилювача СТ-110-04, який дорівнює $1,4 \text{ мм}^2$ [14]; r_x – радіус поперечного перетину струменя на відстані $1X$ від сопла $r_x = 0,15 \text{ м}$ [14]; V – швидкість виходу потоку із сопла $V = 5 \text{ м/с}$ [14].

Як видно з формули (3.3) падіння швидкості не велике, що в свою чергу позитивно впливає на якість обробітку.

3.2.2 Перевірка діаметру пальців на розтягнення

Спочатку ми перевіримо діаметри пальців для з'єднання центральної і проміжної частин штанги. Схему для розрахунків з перевірки діаметра пальців представлено на рисунку 3.3.

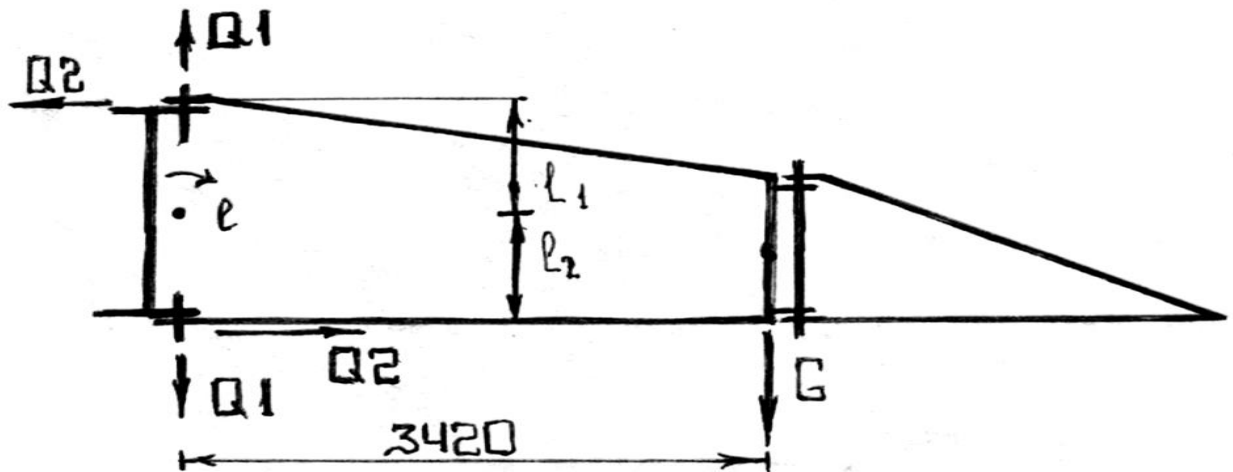


Рисунок 3.3 – Схема для перевірки пальців з'єднання

Визначимо реакцію $Q1$ по формулі:

$$Q1 = G/2, \quad (3.4)$$

де G – сила тяжіння крила штанги обприскувача, Н.

Сила тяжіння крила штанги обприскувача розраховується по формулі:

$$G = m \cdot g, \quad (3.5)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с.

За технічними характеристиками прийємо масу крила штанги (проміжна і кінцева секції) 65 кг. З урахуванням рідин, що протікають по трубопроводах штанги, які мають різні щільності (КАС – 1200 кг/м, ЖКП – 1356 кг/м, пестициди – 1:1, гербіциди – 1:1, аміачна вода – 1:1) прийємо масу крила штанги, рівну 70 кг (брали виходячи з тієї рідини, яка має максимальну щільність – це ЖКП).

Тоді:

$$G = 70 \cdot 9,81 = 686,7 \text{ Н.}$$

Однак, виходячи з того, що під час навантаження на обприскувач діятимуть динамічні навантаження, то для розрахунку ми будемо брати не силу тяжіння G , а силу тяжіння N , яка враховує динамічні навантаження.

Сила тяжіння N розраховується за формулою:

$$N = G \cdot K, \quad (3.6)$$

де K – коефіцієнт, який враховує динамічні навантаження, $K = 1,3$ [11].

Тоді:

$$N = 686,7 \cdot 1,3 = 892,7 \text{ Н.}$$

Відповідно:

$$Q1 = 892,7 / 2 = 446,4 \text{ Н.}$$

Реакція $Q2$ визначається по формулі:

$$Q2 = N \cdot 3420 / l_1, \quad (3.7)$$

Тоді:

$$Q2 = 892,7 \cdot 3420 / 300 = 10176,8 \text{ Н.}$$

Сумарна реакція Q розраховується по формулі:

$$Q = Q1 + Q2, \quad (3.8)$$

Тоді:

$$Q = 446,4 + 10176,8 = 10186,6 \text{ Н.}$$

Визначення допустимого значення напруги на розтягнення:

$$[\sigma_p] = \sigma_m / [S], \quad (3.9)$$

де $[S]$ – коефіцієнт безпеки, $[S] = 2,5$ [11]; σ_m – границя текучості, $\sigma_m = 240$ Н/мм.

Тоді:

$$[\sigma_p] = 240 / 2,5 = 96.$$

Діаметр пальців знаходимо по формулі:

$$d = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]} \quad (3.10)$$

Тоді:

$$d = 4 \cdot 10186,6 / 3,14 \cdot 96 = 11,9 \text{ мм.}$$

З метою покращення жорсткості приймаємо діаметр пальців 20 мм.

3.2.3 Розрахунок катетного зварного шва

Розрахуємо катет зварного шва для з'єднання вушка і труби центральної секції. Для цього на рисунку 3.4 представимо схему для розрахунку катета зварного шва.

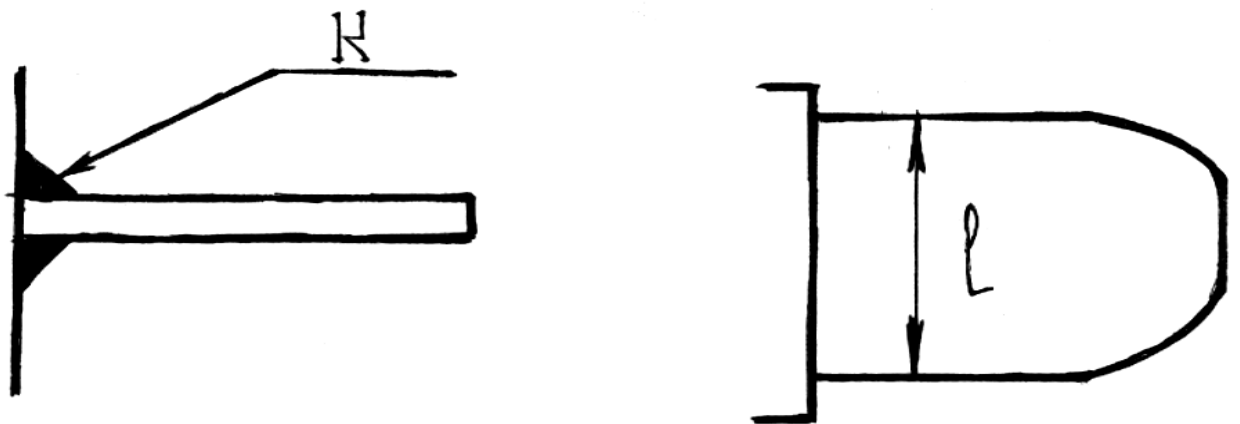


Рисунок 3.4 – Схема розрахунку катета зварного шва

Так як нахлесточні з'єднання виконуються кутовим швом, їх розрахунок уніфікований і проводиться за умовними дотичним напруженням [12].

Умове дотичне напруження знаходиться за формулою:

$$\tau = 6 \cdot M/n \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot K \cdot l < [\tau_{cp}], \quad (3.11)$$

де M – момент, створюваний силою тяжіння крила обприскувача, $\text{Н} \cdot \text{м}$; $[\tau_{\text{ср}}]$ – допустиме напруження на зріз для зварного шва, Н/мм ; l – розрахункова довжина шва, мм . Розрахункова довжина зварного шва буде рівна ширині вушка; n – кількість зварних швів; $0,7 \cdot K$ – товщина шва, мм ; K – катет зварного шва, мм .

Момент, створюваний силою тяжіння розраховується по формулі:

$$M = N \cdot L, \quad (3.12)$$

де L – відстань до місця прикладення сили тяжіння, яка є масою крила обприскувача, мм ., $L = 3420 \text{ мм}$.

Тоді:

$$M = 892,7 \cdot 3,420 = 3053,034 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

В свою чергу:

$$[\tau_{\text{ср}}] = 0,65 \cdot [\sigma_{\text{р}}], \quad (3.13)$$

Тоді:

$$[\tau_{\text{ср}}] = 0,65 \cdot 240 / 1,5 = 104 \text{ Н/мм}.$$

Виразимо із формули (3.11) катет зварного шва і отримаємо, що він дорівнює:

$$K = 6 \cdot 3053034 / 4 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 104 = 11,9 \text{ мм}.$$

Тоді катет зварного шва приймаємо $K = 12 \text{ мм}$.

3.2.4 Розрахунок гайки для кріплення на міцність

Знайдемо згинальний момент, який діє на гайку, створюваний при зіткненні подовжувача і шарнірної насадки з ґрунтом при роботі обприскувача.

Для цього на рисунку 3.5 представимо схему для визначення згинального моменту чинного на гайку при роботі обприскувача.

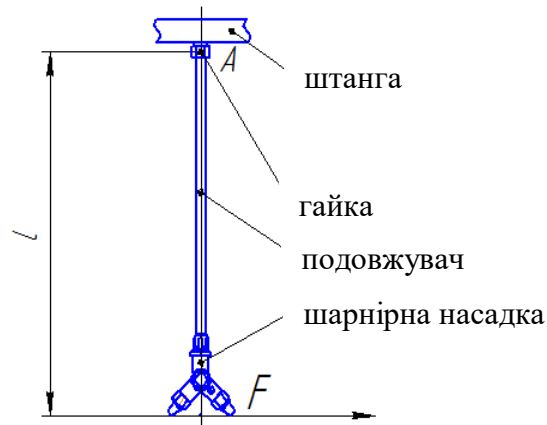


Рисунок 3.5 – Розрахункова схема для визначення згинального моменту чинного на гайку при роботі обприскувача

Згинаючий момент розраховується по формулі:

$$M_u = F \cdot l = 380 \cdot 0,674 = 256 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.14)$$

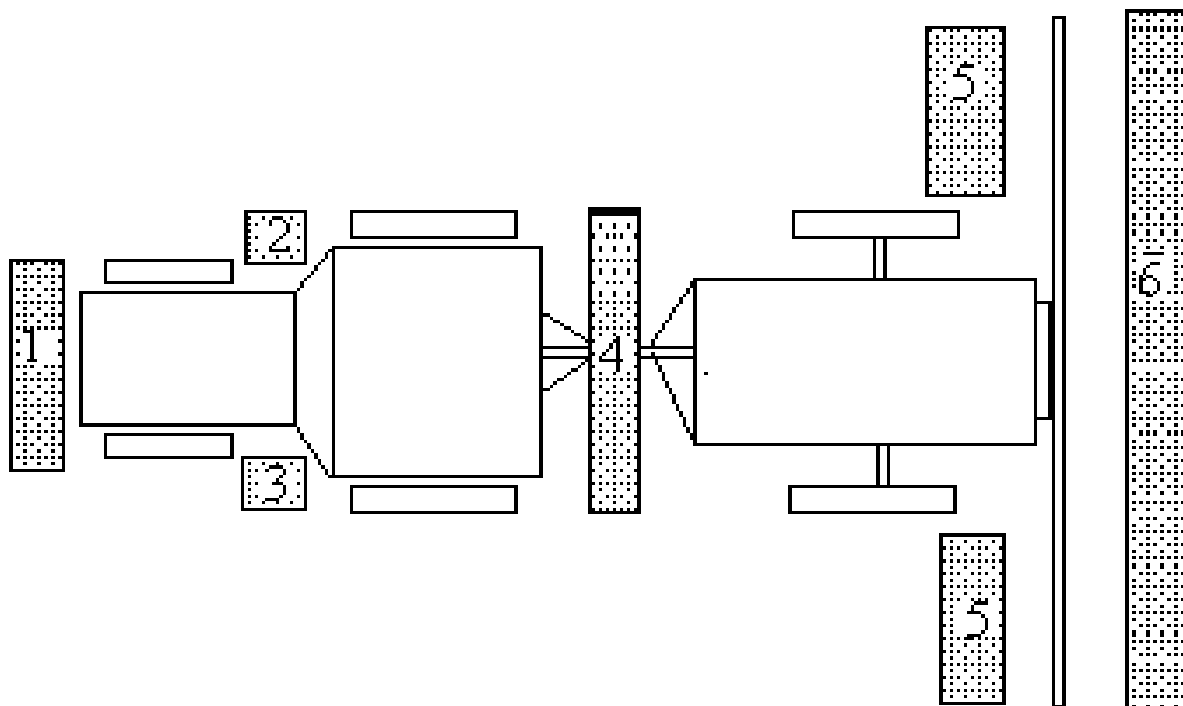
де l – плече дії сили F відносно точки A , мм, $l = 674$ мм.

Гайка повинна відповідати наступним вимогам:

$$M_u \leq [M]_u = 256 \leq 320, \quad (3.15)$$

де $[M]_u$ – допустимий згинаючий момент для нейлону [13].

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ОБПРИСКУВАННЯ



1, 2, 3, 4, 5, 6 – небезпечні зони.

Рисунок 4.1 – Небезпечні зони при роботі обприскувача

Небезпечна зона 5 утворюється передньою поверхнею машини, що причіплюється. Форма зони залежить від напрямку руху машино-тракторного агрегату. Знаходження людей в зоні може бути постійним і випадковим.

Небезпечна зона 6 утворюється задньою поверхнею машино-тракторного агрегату при русі його заднім ходом. Зона періодично оглядається, але не по всій величині. Залежно від знаходження людей її можна характеризувати як зону з постійним або випадковим перебуванням людей.

Більшість травм відбувається в 5 і 6 зонах, так як агрегат має велику ширину захвату, особливо при русі агрегату заднім ходом, або в погано освітлених місцях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розглянуті основи отримання високих врожаїв кукурудзи на силос. Приведено технологію і організаційні розрахунки виконання технологічної операції обприскування. Розглянуто робочий процес обприскувача. Для зниження експлуатаційних витрат, підвищення продуктивності, в наслідок чого збільшується рентабельність виробництва просапних культур, пропонується застосування механізованої технології з використанням модернізованого тракторного обприскувача для позакореневого підживлення рідкими комплексними добривами.

У модернізованому варіанті встановлена система для внесення рідких мінеральних добрив в рядках посівів, яка дозволить якісно виконувати обприскування на високостебельних культурах та зменшити кількість проходів агрегатів по полю.

Приведено заходи з безпеки життєдіяльності при виконанні технологічної операції обприскування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Artiomov, N., Anikeev, A., Kaluzhniy, A., Sirovitskiy, K., & Kolodiazhnyi, I. (2022). Investigation of agricultural unit loads in non-established mode of motion when performing technological operations.
2. Blundell M., Harty D. The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics. ButterworthHeinemann, 288, 2004. DOI: 10.1016/b978-0-7506-5112-7.x5000-3. (In German).
3. <https://www.ukraine.com.ua/uk/egrpou/43517949/>
4. Sirovitskiy, K. G., Shulyak, M. L., & Melnyk, V. I. (2022). Results of research of the technical condition of hydraulic nozzles for plant protection. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes, (2 (44), 41-44. <https://doi.org/10.32845/msnau.2021.2.9>
5. Анікєєв О.І. Методичні вказівки № 3, 4, 7 для виконання лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Експлуатація машин та обладнання» / О.І. Анікєєв, О.А. Романащенко, К.Г. Сировицький // Х. ХНТУСГ, 2022. – 124 с.
6. Анікєєв О.І., Сировицький К.Г., Агапов М.О., Бойко А.О. / Методика обґрунтування раціонального складу і швидкісного режиму роботи машинних агрегатів // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. № 18 (2019), С. 62-69.
7. Динаміка та енергетика руху багатоелементарних машинно-тракторних агрегатів [Текст] : монографія / Р. В. Антощенков ; Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : Міськдрук, 2017. - 242 с.
8. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник : Каталог сільськогосподарської техніки / О. В. Нанка [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 594 с.
9. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікєєв, К.Г. Сировицький,

Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

10. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.

11. Збірник наукових праць. Випуск 28 (42). Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського господарства України. Дослідницьке 2021.

12. Зінько, Р., Шуляк, М., Скварок, Ю. і Глобчак, М. (2021) «Аналіз методик проектування сільськогосподарських машин», Науковий журнал «Інженерія природокористування», (1(19), с. 75-85. doi: 10.5281/zenodo.6902711.

13. Каталог сільськогосподарської техніки : навч. Посібник / Л.М. Тіщенко, В.І. Мельник, С.О. Харченко та ін.; за ред. Л.М. Тіщенка та В.І. Мельника. – Х.: ХНТУСГ, 2015. – 450 с.

14. Ковтун Ю. І. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.

15. Мельник В. І., Шуляк М. Л., Сировицький К. Г. Методи та методика проведення діагностичних досліджень стану щілинних гідравлічних розпилювачів для хімічного захисту рослин. Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання», 24-25 лютого 2022 р., м. Київ. МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2022. С. 162-164.

16. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин : навчальне видання / Д. Г. Войтюк [та ін.]. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. - 185 с.

17. Протокол випробувань Південно-Української філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого № 2392/1004-03- 2019.

18. Системи точного землеробства [Текст] : підручник / Л. В. Аніскевич [та ін.] ; ред. Л. В. Аніскевич. - Київ : НУБіП України, 2018. - 568 с.

19. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк [та ін.] ; ред. Д. Г. Войтюк. - К. : Агроосвіта, 2015. - 678 с.

20. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноруцький, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.

ДОДАТКИ