

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. О. СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Підвищення ефективності догляду за кукурудзою з
удосконаленням оприскувача ОПШ-2000”**

Виконав: студент IV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агорінженерія”
(шифр і назва)

Трохимчук Андрій Юрійович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Кузмінський Р.Д.
(Прізвище та ініціали)

Консультант: Гошко З.О.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. О. СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедри _____
(підпис)
к.т.н., доцент Шарибура А.О.
“ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломний проєкт студенту
Трохимчуку Андрію Юрійовичу

1. Тема проєкту: “ **Підвищення ефективності догляду за кукурудзою з удосконаленням оприскувача ОПШ-2000**”

Керівник проєкту: Кузмінський Роман Данилович, д.т.н., в.о.проф.
Затверджена наказом по університету від 30.12.2023 року № 453/кс.

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 15.06.2023 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування тракторів, нормативи з використання ПММ мобільними енергетичними засобами; патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення машин для хім. захисту рослин; визначення економічної ефективності використання технічних засобів для внесення хім.препаратів.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Характеристика об'єкта проєктування.

2. Технологічний розділ.

3. Конструкторський розділ.

4. Охорона праці.

5. Економічне обґрунтування проєктного рішення

Висновки і пропозиції;

Список літературних джерел.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Операційна карта - 1-ий аркуш.

2. Загальний вигляд машини - 2-ий аркуш.

3. Загальний вигляд досоконалення - 3-ий аркуш.

4. Робочі креслення деталей – 4-й арк.

5. Робочі креслення деталей – 5 -ий арк.
 6. Результати розрахунку економічного ефекту – 6-ий арк.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5,6	Кузмінський Р.Д. д.т.н., в.о.проф. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О.Семковича			
4	Тимочко В.О., к.т.н., доцент кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика об'єкту проєктування»</i>	<i>02.01.23-02.02.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічний розділ»</i>	<i>03.02.20-03.03.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструкторський розділ»</i>	<i>04.03.20-03.04.20</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та захист населення»</i>	<i>04.04.23-03.05.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту»</i>	<i>04.05.23-01.06.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>01.06.23-15.06.23</i>	

Студент _____ Андрій Трохимчук
 (підпис)

Керівник проєкту _____ Роман Кузмінський
 (підпис)

УДК 631.3. – 635.21

Трохимчук А. Ю. “Підвищення ефективності догляду за кукурудзою з удосконаленням оприскувача ОПШ-2000”

Дипломний прєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

62 стор. текс. част., 5 рис., 6 табл., 6 арк. ілюстр. матер., 28 бібліогр. джерел.

Запропонована технологія виробництва кукурудзи передбачає використання агрегату, що складається з оприскувача ОПШ-2000 на базі напівпричіпного культиватора ПН-5,6, що агрегується з тракторами МТЗ-82, Білорусь-6Л.

Модернізований агрегат призначений для суцільного та міжрядного обробітку просапних культур (залежно від агротехнічних вимог), з одночасним внесення рідких добрив, або хімічного захисту рослин.

Це дасть можливість більш якісно виконувати дану операцію, зменшить затрати праці, та підвищить продуктивність. А також використання модернізованого агрегату дозволить дві технологічні операції обєднати в одну, а це в свою чергу зменшує енерговитрати та затрати праці на вирощування кукурудзи, і сприяє підвищенню їх врожайності.

Проаналізовано стан та розроблено заходи з охорони праці, захисту цивільного населення та довкілля при виконанні механізованих операцій з хімічного захисту рослин.

Виконано розрахунок економічної ефективності запровадження технології та комплексу машин.

Зміст

Вступ	6
1 Аналіз конструкції об'єкта проектування	7
1.1 Особливості кукурудзи та агротехнічні вимоги по догляду за посівами	7
1.2 Організація і технологія виконання операцій	10
1.3 Планова врожайність	11
2 Технологічний розділ	13
2.1 Аналіз існуючих конструкцій машин оприскувачів	13
2.2 Розрахунок операційної карти	16
2.3 Перевірка технічного стану агрегату	24
2.4 Контроль якості роботи	24
3 Конструкторський розділ	27
3.1 Обґрунтування запропонованого вдосконалення	27
3.2 Обґрунтування діапазонів технологічних регулювань штангового обприскувача ОПШ-2000-2	28
3.3 Розрахунок основних показників обприскувача ОПШ-2000-2	30
3.4 Розрахунок висоти розташування розпилювача над рослинами	34
3.4 Тяговий розрахунок і режими робочого і холостого ходу руху основного агрегату	36
4. Охорона праці	42
4.1 Обґрунтування чинників можливих травм та аварій під час догляду за посівами кукурудзи	42
4.2 Розробка моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час догляду за посівами кукурудзи	42
4.3 Обґрунтування інженерно – технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу оприскування кукурудзи	46
4.4 Збереження і використання нафтопродуктів	49
4.5 Заходи направлені на зменшення негативного впливу засобів механізації на навколишнє середовище	49
5 Економічна частина	51
Висновки та пропозиції	57
Список літературних джерел	60

ВСТУП

Кукурудза – цінна кормових та харчова культур. Найбільш врожайна серед зернових культур. За сприятливих умов і при дотриманні всіх технологічних вимог, вона може забезпечити врожайність зерна в межах 100-120 ц/га. Зерно кукурудзи використовують на продовольчі (20%), та технічні (15-20%) цілі, а також для отримання фуражу (60-65%) для ВРХ та галузі птахівництва. За вмістом кормових одиниць її зерно переважає овес, ячмінь, жито, пшеницю. Кілограм фуражу з кукурудзи містить 1,34 кормової одиниці, 78 г перетравного протеїну. Зерно кукурудзи містить 65-70% вуглеводів, 9-12% білка, 4-8% рослинної олії (у зародку до 40%) і лише близько 2% клітковини, а також воно містить вітаміни А, В₁ В₂, В₆, Е, С, незамінні амінокислоти, мінеральні солі і мікроелементи.

Щоб забезпечити потреби людства у продуктах споживання (мука, крупи, олія), і сировині для промисловості (спирт, крохмаль), можливе лише за умови широкого використання у виробництві сільськогосподарської продукції новітніх технологій, а саме застосування нових високоточних посівних машин, високоякісної техніки для догляду за, з дотриманням всіх агротехнічних вимог, та ефективних гербіцидів. Але, їх загальним недоліком є відсутність наукового підходу у плануванні врожайності з застосуванням нових технологій з специфічним комплексом машин у привязці до конкретних умов господарювання певної ґрунтово-кліматичної зони.

Для виробництва кукурудзи існує комплекс машин, насичений досить складними за конструкцією агрегатами нового покоління. Вони вимагають якісного обслуговування (вчасної заміни мастила, фільтрів, потребують хороше дизпаливо), високої технічної підготовки механізаторів, чіткої організації праці. Саме такий підхід забезпечить умови своєчасного виконання польових робіт.

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Особливості кукурудзи та агротехнічні вимоги по догляду за посівами

Кукурудза посухостійка культура, завезена на Європейський континент з Південної Америки. Характеризується високою врожайністю стебла 120-200 ц/га, та зерна 80-120 ц/га. В Україні вирощується, як цінна кормова та споживча культура.

Кукурудза в нашому регіоні представлена великою кількістю сортів та гібридів. Залежно від мети вирощування, вони характеризуються певними своїми показниками (табл.1.1).

Таблиця 1.1 - Фізико-механічні властивості насіння гібридів кукурудзи і їх властивості

Показники зерна	Одиниці виміру	Параметри			
		гібриди	самозапилени лінії	гібриди**	самозапилени лінії
Лінійний розмір, в т.ч.					
- довжина	мм	6,2-13,9	5,9-12,2	6,1-14,0	5,4-12,0
- ширина	мм	4,8-11,6	4,5-10,5	5,1-11,7	4,3-10,0
- товщина	мм	3,1-10,8	3,0-9,7	3,5-10,9	3,1-9,9
Площа зовнішньої поверхні	см ²	1,08-4,94	0,87-3,31		
Маса 1000 зерен	г	170-410	140-280	231,5-404,4	175,4-299,1
Щільність	г/см ³	1,1-1,5	0,9-1,3	1,18-1,45	1,10-1,32
Пористість	%	10-22	13-25		
Міцність	кгс	1,6-2,2	1,1-1,8	1,4-2,5	1,1-1,8
Швидкість зависання у повітряному потоці, критична	м/с	9-17	6-15		
Кут відкосу (скочування)	град.	30-35	28-35		
Кут тертя	град.	13	12		
Маса об'ємна (натура)	г/л	700-800	550-750	750-800	580-760
Форма		Продовгувато-видовжена, округла			

Посів кукурудзи здійснюють з одночасним внесенням добрив.

Щоб забезпечити програмовану врожайність кукурудзи, необхідно що її норма висіву насіння перевищувала кінцеву густоту стеблостою на 20-25 %. Для нашого регіону, це приблизно 75-80 тис / га (52-56 зерен на 10 м рядка). В масовому еквіваленті витрата насіння кукурудзи на 1 га посіву коливається від 10 до 25 кг.

Оптимальна глибина посіву насіння кукурудзи - 4-5 см.

Догляд за посівами кукурудзи здійснюється наступним чином. В суху вітряну погоду відразу після посіву, посіви кукурудзи коткують. Коткування сприяє вирівнюванню поверхні, закриттю вологи в ґруні, її підтягуванню в зону висіву насіння, а також покращує контакт насіння з ґрунтом, та сприяє появі дружніх сходів кукурудзи. У вологу погоду коткування зайве.

Через 4-5 днів після посіву, поле боронують поперек рядків посіву з метою руйнування ґрунтової кірки і знищення молодих паростків бур'янів. Захист посівів кукурудзи від шкідників та хворіб, і боротьбу з бур'янами, здійснюють у кілька етапів, по мірі вегетації рослин. Обприскування посівів кукурудзи здійснюють переважно за допомогою висококліренсного обприскувача, або з використанням дронів. Інвестування в таку техніку буде завжди виправданим!

Боронування сходів проводять у фазі 3-4-х листків кукурудзи поперек рядків. Воно необхідне для знищення ниткоподібних проростків бур'янів і ґрунтової кірки. Надмірно раннє боронування сходів, є причиною сильного зріджування посів. Боронування до і після сходів сприяє знищенню до 70-85% сходів бур'янів.

Міжрядний обробіток посівів кукурудзи проводять з одночасним оприскуванням посівів від шкідників. Перший - у фазі 3-5-ти листків культиватором КРН-5,6, обладнаним спареними голчастими дисками для знищення дрібних бур'янів, другий - у разі появи бур'янів або ґрунтової кірки, третій — при висоті рослин 60 -70 см.

Першу культивувацію міжрядь проводять на глибину до 12 см. Під час наступних культивувацій глибину обробітку та захисну зону збільшують у міру розростання коріння. Під час останньої обробки культиватор КРН-5,6, обладнують лапами з відвальниками, для знищення та присипання і сходів бур'янів.

Використання якісного культиватора — запорука успіху в боротьбі з бур'янами на кукурудзі.

Розрізняють агротехнічні, хімічні та біологічні методи захисту посівів кукурудзи.

Агротехнічні методи використовують для знищення однорічних бур'янів, з цією метою, після сівби проводять дворазове, або - триразове боронування: після появи сходів кукурудзи, в фазі 2-3 і 4-5 листків. Під час вегетації проводять міжрядні культивувації на глибину 6-8 см.

Хімічні метод боротьби використовують, для ефективного хімічного захисту. Промисловість випускає на сьогоднішній день безліч різних препаратів, які з урахуванням зональних та місцевих особливостей, згубно діють на суто специфічні хвороби, шкідники та бур'яни.

Хімічні методи боротьби з бур'янами та захисту рослин від хворіб та шкідників, найчастіше застосовуються на посівах кукурудзи.

Розрізняють гербіциди ґрунтові (базові), їх вносять під час передпосівної культивувації або досходового боронування, і допоміжні (страхові), що застосовуються в період сходів. Вносять їх завдяки спеціально переобладнаних парових культиваторів, з встановленими на їх рамі оприскувачами для обприскування ґрунту або сходів кукурудзи, витрачаючи по 300-400 л / га робочого розчину. Більш економічно та екологічно доцільним є стрічкове підґрунтове або суцільне поверхневе внесення гербіциду. Необхідна умова ефективності гербіциду — збіг спектру його дії з видовим складом бур'янів.

Робочі розчини гербіцидів додають безпосередньо в змішувальний пристрій обприскувача, безпосередньо в полі. Вносять їх сучасними обприскувачами ОПШ-2000, дотримуючись необхідних заходів безпеки.

Для знищення бур'янів до посіву або до сходів кукурудзи, застосовувуть гербіциди суцільної дії:

- Раундап Макс 1,5-5,0 л / га
- Ураган Форте 2-4 л / га

1.2. Організація і технологія виконання операцій

Для вирощування кукурудзи, залежно від призначення та технології, використовують наступний комплекс машин введений таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Комплекс машин на вирощування кукурудзи

Назва операції	Склад агрегату	
	Трактор	С.г машина
1.Лущення стерні	Т-150К	ЛДГ-10А
2.Транспортування мінеральних добрив	ГАЗ – СА3-3507	
3.Внесення мінеральних добрив	Т-150К	РУМ-8
4.Навантаження органічних добрив	ДТ-75М	ПБ-35
5.Внесення органічних добрив	Т-150К	ПРТ-10
6.Оранка	Т-150	ПЛН-5-35
8. Глибока культивация	ДТ-75М	КПС-4.0-02
9.Транспортування води	МТЗ-80	АПЖ-12
10.Приготування розчину	МТЗ-82	АПЖ-12
11.Передпосівна культивация з одночасним внесенням гербіцидів	Т-150К	ЕКО-500
12.Навантаження добрив	-	ПЄ-0.8Б
13.Транспортування добрив	ГАЗ – 52 – 01	
14.Транспортування насіння	ЗІЛ-130	-
15.Посів з одночасним внесенням добрив	МТЗ-82	СУПН-8
16.Коткування посіву	МТЗ-80	ЗГВК-1,4
17.Навантаження мінеральних добрив	-	ПЄ-0.8Б
18.Транспортування мінеральних добрив з одночасним внесенням	МТЗ-82	РУМ-8
19.Транспортування води	ЮМЗ – 6Л	АПЖ-12
20.Приготування робочого розчину	ЮМЗ – 6Л	АПЖ-12
21.Обробіток посіву стимулятором росту «Вимпел»	МТЗ-82	ОПШ-2000
22.Навантаження мінеральних добрив	-	ПЄ-0.8Б
23.Транспортування мін. добрив	КамАЗ – 5320	

24.Внесення мінеральних добрив	МТЗ-82	РУМ-5
25.Транспортування води	ЮМЗ – 6Л	АПЖ-12
26.Приготування робочого розчину	ЮМЗ – 6Л	АПЖ-12
27.Інтегрований захист посівів проти хвороб та шкідників	МТЗ-82	ОПШ-2000
28.Збирання зерна	СК-5 « Нива»	-
29. Транспортування зерна	ЗІЛ-ММЗ-554	

1.3. Планова врожайність

Щоб забезпечити високі врожаї сільськогосподарських культур необхідно дотримуватись певних законів, зокрема рівнозначності та незамінності факторів життєдіяльності рослин, суть яких полягає в тому, що рослини повинні забезпечуватися на достатньому рівні наступними головними факторами: теплом, киснем, водою, світлом, поживними речовинами.

За недотримання цих складових, або відсутності однієї із них, про врожай взагалі важко говорити.

Програмування урожаю умовно можна розбити на два етапи. Перший - розробка науково-обґрунтованої програми отримання врожаю заданого рівня, а другий – реалізація програми на конкретному полі і корегування її з урахуванням погодних умов, стану рослин, забезпеченості їх поживними речовинами, водою.

Судячи з урожайності кукурудзи в регіоні, важко прогнозувати її рівень на перспективу. Особливо слід зважити на те, що за останні роки заходів для підвищення її врожайності проводилося небагато.

Планову врожайність визначають за формулою:

$$ПВ=[Б \times Ц_б \times K_m + (D_m \times O_m + D_o \times O_m + D_c \times O_c)] \times K_n \times K_\phi \times 0,01, \quad (1.1)$$

де, Б – бонітет ґрунту, бал;

C_b – ціна одного балу бонітету, кг/га;

K_m – коефіцієнт несприятливих властивостей ґрунтів;

D_m, D_o, D_c – відповідно дози мінеральних (кг/га N, P, K), органічних (т/га) і сидеральних (т/га) добрив;

O_m, O_o, O_c – відповідно, окупність 1кг мінеральних, 1т органічних та сидератних добрив;

K_n – поправочний коефіцієнт на виробничі умови;

K_ϕ – поправочний коефіцієнт на фондозабезпеченість.

$$ПВ=[38 \times 212 \times 0,8 + (600 \times 1,1)] \times 0,85 \times 0,8 \times 0,01 = 109,2 \text{ ц/га.}$$

Як показують розрахунки урожайність кукурудзи в умовах регіону може становити біля 100 ц/га, але без врахування інших обмежувальних факторів.

Враховуючи середню врожайність даної культури в регіоні і розрахункове її значення плануємо на перспективу отримати 95 ц/га.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Аналіз існуючих конструкцій машин оприскувачів

ОПШ-2000 обприскувач напівпричіпний штанговий призначений для суцільного внесення робочої рідини пестицидів або рідких мінеральних добрива на поверхню рослин. Він агрегатується з тракторами МТЗ-80,82, Білорусь-6Л. Залежно від умов використання обприскувачів даного типу випускають у семи модифікаціях, відповідно у кожному варіанті, вони можуть мають різну комплектацію.

Обприскувач штанговий ОПШ-2000, призначений для суцільного внесення робочого розчину на оброблювану поверхню. Він складається з рами встановленої на одновісному шасі з балансірною підвіскою, на якій закріплена ємкість для робочої рідини, з встановленою в нижній частині гідравлічною мішалкою, мембранно-поршневого насоса, пульта керування, оснащеного регулятором тиску і манометром, та штангами з встановленими на них наконечниками розпилю. До рами обприскувача закріплено блок для переведення штанг в робоче та транспортне положення.

Технічна характеристика оприскувача ОПШ - 2000

- ❖ Ширина захвату.....18 – 22,5м;
- ❖ Ширина міжряддя.....70см;
- ❖ Висота штанги.....0,7 -1,3см;
- ❖ Ємкість бака.....2000 л;
- ❖ Тип насосу.....відцентровий;
- ❖ Подача насосу.....600 л/хв;
- ❖ Ширина колії.....1400-1550 мм;
- ❖ Витрата робочої рідини:
- ❖ Під час обробітку пестицидами.....75 - 300 л/га;
- ❖ Під час внесення РКД,.....150 - 800 кг/хв.;
- ❖ Робоча швидкість.....8 - 12 км/год;
- ❖ Транспортна швидкість.....16 км/год;

- ❖ Приводиться в дію від ВВП трактора класу.....1,4;
- ❖ Габаритні розміри:
 - Ширина.....18340мм;
 - Довжина.....5200мм;
 - Висота.....2260мм.

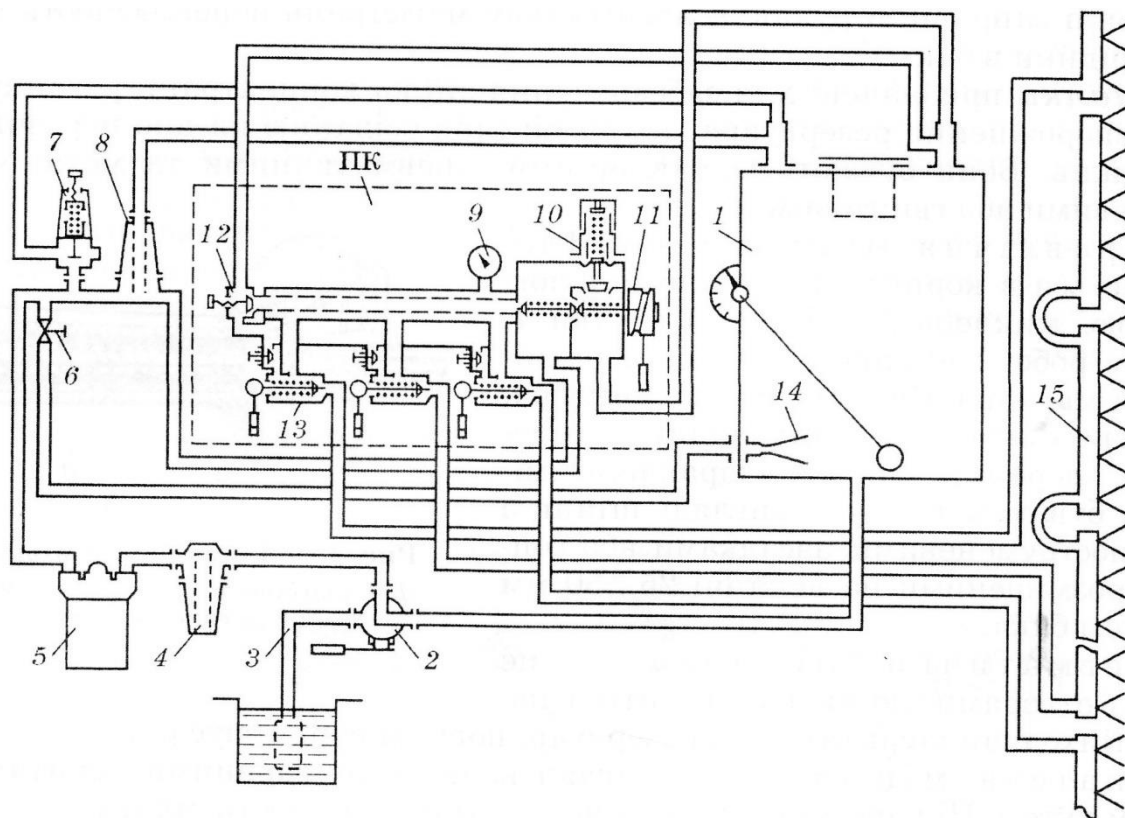


Рисунок 2.1- Схема штангового обприскувача ОПШ-2000: 1 - ємкість; 2 - триходовий гвинт; 3 - заправний рукав; 4 - забірний фільтр; 5 - трьохпоршневий насос; 6 - дросельний клапан; 7 – регулятор тиску; 8 - напірний фільтр; 9 - манометр; 10 - регулятор тиску; 11 - розвантажувальний клапан; 12 - кран; 13 - секційний клапан; 14 - гідромішалка; 15 - штанга

Привід ексцентрикового валу мембранно-поршневого насоса здійснюється безпосередньо від вала відбору потужності (ВВП) трактора через карданну передачу.

Обприскувач оснащений гідравлічно-важільним розкладанням і складанням штанги та фіксація її в розкритому положенні за допомогою замків, що забезпечують зручність у експлуатації і гарантують якісну обробку. Стабільність положення штанги відносно поверхні ґрунту забезпечується пасивно-

активною підвіскою. Штанга комплектується одно - або багатопозиційними відсічними пристроями та змінними розпилювачами. Висоту штанги регулюють у межах 0,5...1,9 м, що дає змогу обробляти різні сільськогосподарські культури, в різні періоди їх вегетації.

На задану норму витрати робочої рідини обприскувач установлюють вибором певної ширини захвату, швидкості руху агрегату, кількості розпилювачів з відповідним діаметром вихідного отвору та регулюванням тиску робочої рідини в нагнітальній магістралі.

ОП-2000-2-01 обприскувач малооб'ємний причіпний, штанговий має таке саме призначення, що і обприскувач ОПШ-2000 і був створений на його основі з використанням більш досконалих вузлів і деталей.

На обприскувачі використаний відцентровий насос, який приводиться в дію від ВВП трактора через карданну передачу і редуктор.

Робочий процес обприскувача, перемішування робочої рідини в баку і заправка бака здійснюються так само, як і в обприскувача ОПШ-2000.

ОМ-630-2 обприскувач малооб'ємний монтований штанговий призначений для хімічної обробки польових культур пестицидами. Він монтується на рамі, яка кріпиться на начіпну систему трактора.

Основні складальні одиниці обприскувача це: рама, бак з нержавіючої сталі з гідромішалкою, трьохпоршневий насос, регулятор тиску з демпферним пристроєм та манометром, п'ятисекційна штанга, карданна передача.

Штанга комплектується дефлекторними мінералокерамічними розпилювачами з відсічним пристроєм діафрагмового типу. Управління штангою (складають, розкладають і піднімають) здійснюють з кабіни трактора за допомогою гідравлічної системи. Штанга закріплена і стабілізована паралельно поверхні ґрунту, а її крайні секції обладнані запобіжними скобами від полумок у разі наїзду на перешкоди.

На задану норму витрати робочої рідини обприскувач установлюють за допомогою дозатора і спеціальної шкали, а також зміною типу розпилювача.

ОМ-320-2 обприскувач монтований ультрамалооб'ємний штанговий призначений для хімічного захисту від шкідників і хвороб зернових, просапних, овочевих і технічних культур. Він монтується на рамі, закріпленій на триточкову начіпну систему трактора. Обприскувач агрегатується тільки з тракторами, обладнаними гідравлічною системою і валом відбору потужності.

Основними складальними одиницями обприскувача є бак з гідравлічною мішалкою, поршневий насос, рама, штанга, розпилювальний пристрій, карданна передача і елементи комунікації.

Обприскувач комплектується штангою з вертикально-дисковими розпилювальними головками, що обертаються гідромоторами. Керують штангою (складають, розкладають і піднімають) з кабіни трактора за допомогою гідроциліндрів. Фільтрація робочої рідини - чотириступінчаста, очищення - всмоктувального фільтра - безрозбірне.

Технологічний процес обприскування відбувається наступним чином. Насос засмоктує робочу рідину з бака через фільтр і подає її до регулятора тиску, звідки вона надходить по рукаву до розпилювальних головок. Зайва рідина з регулятора тиску переливається в бак на гідромішалку.

2.2. Розрахунок операційної карти

2.2.1 Підготовка поля до роботи

Якість використання комбінованого агрегату та ефективність виконання операцій залежить від розмітки і підготовки поля до роботи, вибору способу руху.

Підготовка поля складається з наступних операцій: огляд поля та усунення можливих перешкод; встановлення ширини захисної зони для повздовжніх і поперечних обробітків посівів; встановлення напрямку обробітку; розмітка поворотних смуг.

Оглядають поле і перевіряють рівномірність ширини міжрядь, прямолінійність рядків.

Перед заїздом піднімають оприскувач у верхнє положення і проводять випробування оприскувача, проїхавши 50-100 м, щоб остаточно відрегулювати його до ширини міжрядь.

Узгоджують такі моменти, з якої сторони буде відбуватись перший прохід оприскувач, також визначають його напрям руху, з тією метою, щоб з нього почати обробіток у тому ж напрямку. Розбивають поле на ділянки.

Вибравши спосіб руху, виначають його ефективність: форму поля, довжину гонів. На основі цього розраховують коефіцієн робочих ходів. Чим вищий коефіцієнт робочих ходів, тим ефективніше використання агрегату в загінці. А отже менше холостих переїздів і відповідно вища продуктивність агрегату.

Використовуючи човниковий спосіб руху в кінці загінок залишають полоси для холостих заїздів. В кожному конкретному випадку ширина поворотної полоси залежить від складу агрегату і типу поворотів [11].

Визначаємо ширину розворотної полоси:

$$E=3R_{\min} , \quad (2.1)$$

де E – розворотна полоса, м;

R_{\min} - мінімальний радіус розвороту, м:

$$R_{\min}=1,7B, \quad (2.2)$$

де B – робоча ширина комбінованого агрегату, м.

$$R_{\min} = 1,7 \cdot 5,6 = 9,52 \text{ м.}$$

Отже,

$$E=3 \cdot 9,52=28,56 \text{ м.}$$

Розраховуємо ширину загінки:

$$C = \frac{10^4 \cdot 2W_{zm}}{L_p}, \quad (2.3)$$

де L_p – робоча довжина загінки, м:

$$L_p=L - 2E, \quad (2.4)$$

де L – довжина загінки,м.

$$L_p=1000 - 2 \cdot 28,56=943\text{м.}$$

Тому,

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 29,6}{943} = 628\text{м.} \quad (2.5)$$

Згідно розрахунків, робоча довжина загінки становить 943 м, а її ширина 628 м. Дані параметри є оптимальними, для досягнення максимальної ефективності використання комбінованого агрегату.

2.2.2. Підготовка агрегату до роботи

Тиск повітря в колесах трактора повинен становити 0,1-0,17 МПа, а відповідно в обприскувача 0,14-0,15 МПа. Колію передніх і задніх коліс трактора встановлюють 1,8 м.

Перед роботою перевіряють герметичність всмоктувальної та нагнітальної магістралей. У відповідності до заданої норми внесення пестицидів та вибраної робочої швидкості вибирають кількість та діаметр розпилювачів і тиск в нагнітальній магістралі. Встановлюють висоту розподільної штанги з розрахунку найкращого і рівномірного покриття поверхні рослин робочою рідиною.

2.2.3. Особливості використання агрегату в загінці

Спосіб руху комбінованого агрегату на базі оприскувача ОПШ-2000, з метою досягнення максимальної ефективності його використання робочих ходів, вибираємо човниковий.

Визначаємо радіус повороту:

$$R_n = B_k K_r K_v, \quad (2.11)$$

де B_k - ширина захвату комбінованого агрегату, м;

K_r – коефіцієнт, що враховує параметри МТА;

K_v - коефіцієнт, що враховує швидкість руху МТА на поворотах.

$$R_n = 18 \times 1,3 \times 1,2 = 28\text{м.}$$

Сумарну довжину комбінованого агрегату, що складається з парового культиватора ПК-5,6 і оприскувача ОПШ-2000 визначаємо, як суму кінематичної довжини трактора ($L_{mp}=1,3$) і комбінованого агрегату ($L_M=3,9$):

$$L_k = L_{mp} + L_M = 1,3 + 3,9 = 5,2 \text{ м.} \quad (2.12)$$

Кінематична ширина агрегату:

$$d_k = 0,5B_k = 0,5 \times 18 = 9 \text{ м.} \quad (2.13)$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = 0,4L_k = 0,4 \times 5,2 = 2,08 \text{ м.} \quad (2.14)$$

Мінімальну ширину поворотної смуги:

$$E_{min} = 1,1R + e + d_k = 1,1 \times 28 + 2,08 + 9 = 41,8 \text{ м.} \quad (2.15)$$

Ширина поворотної смуги з умови кратності проходів при її обробітку:

$$E = 3B_k = 3 \times 18 = 54 \text{ м.} \quad (2.16)$$

Довжина робочого проходу агрегату:

$$L_p = L - 2E = 500 - 2 \times 54 = 392 \text{ м.} \quad (2.17)$$

Довжина одного безпетлевого повороту:

$$l_x = 3,2R + 2e = 3,2 \times 28 + 2 \times 2,08 = 93,76 \text{ м.} \quad (2.18)$$

Кількість робочих проходів у загінці:

$$n_p = \frac{C}{B_k} + \frac{2E}{B_k} = \frac{300}{18} + \frac{2 \times 54}{18} = 23, \quad (2.19)$$

де C – ширина загінки, $C=300$ м.

Коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{l_p \times n_p}{l_p \times n_p + l_x \times n_x} = \frac{392 \times 23}{392 \times 23 + 22 \times 93,76} = 0,81 \quad (2.20)$$

Шлях, який проходить агрегат між двома заправками обприскувача:

$$L_{mex} = \frac{V_k \times \gamma \times \lambda \times 10^4}{B_k \beta H} = \frac{2 \times 1000 \times 0,95 \times 10^4}{18 \times 1 \times 300} = 3518 \text{ м.} \quad (3.21)$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату, $\beta=1$;

H – норма внесення розчину гербіциду, $H=300$ л/га.

Віддаль між місцями заправки обприскувача на поворотній смузі:

$$l_{мз} = \frac{L_{mex} \times B_k}{2L_p} = 3518 \times 18 / 2 \times 392 = 81 м. \quad (3.22)$$

2.2.4. Підготовка поля до роботи

Тривалість одного циклу роботи агрегату в заїнці:

$$t_{ц} = t_p + t_x + t_{оц}, \quad (2.23)$$

де $t_p, t_x, t_{оц}$, - відповідно час на робочі проходи, холості повороти і заправку обприскувача за цикл.

Чистий робочий час за цикл:

$$t_p = \frac{2 \times l_p \times 60}{V_p \times 1000} = \frac{2 \times 392 \times 60}{10,0 \times 1000} = 4,67 хв. \quad (2.24)$$

де V_p – робоча швидкість руху агрегату, $V_p=10$ км/год.

Час на холості повороти за цикл:

$$t_x = \frac{2 \times l_x \times 60}{V_x \times 1000} = \frac{2 \times 93,76 \times 60}{13 \times 1000} = 0,86 хв. \quad (2.25)$$

Час на заправку місткості за цикл:

$$t_{оц} = \frac{2L_p}{L_{mex}} \times t_o = \frac{2 \times 392}{3518 \times 5} \times 5 = 1,11 хв. \quad (2.26)$$

де t_o - тривалість однієї заправки, $t_o=5$ хв.

Тоді,

$$t_{ц} = 4,67 + 0,86 + 1,11 = 6,64 хв.$$

Кількість циклів за зміну:

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - T_{нз} - T_{он}}{t_{ц}}, \quad (2.27)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, $T_{зм} = 6$ год;

T_{nz} – підготовчий час агрегату до роботи, за зміну;

$$T_{nz} = T_{нк} + T_{щю} + T_{ннк} + T_{нн}, \quad (2.28)$$

де $T_{нк}$, $T_{щю}$, $T_{ннк}$, $T_{нн}$ – час за зміну, відповідно на підготовку агрегату до переїзду на початку і в кінці зміни, щозмінне ТО елементів агрегату на переїзди, отримання наряду та здачу роботи: $T_{нк}=3$ хв; $T_{щю}=30$ хв; $T_{ннк}=26$ хв; $T_{нн}=4$ хв.

$$T_{nz} = 3 + 30 + 26 + 4 = 63 \text{ хв}.$$

$T_{он}$ – час внутрішньозмінних перерв, $T_{он}=30$ хв.

$$n_{ц} = \frac{360 - 63 - 30}{6,64} = 40,21 = 40 \text{ циклів}.$$

Чистий робочий час за зміну:

$$T_p = t_p n_{ц} = 4,67 \times 40 = 186,8 \text{ хв} = 3,11 \text{ год} . \quad (2.29)$$

Час холостого руху за зміну:

$$T_x = t_x n_{ц} + T_{ннк} = 0,86 \times 40 + 26 = 60,4 \text{ хв} = 1 \text{ год} . \quad (2.30)$$

Час зупинок агрегату з працюючим двигуном трактора:

$$T_o = T_{нк} + T_{щю} + T_{нн} + T_{он} + t_{оц} \times n_{ц} = 3 + 30 + 4 + 30 + 1,14 \times 40 = 112,6 = 1,88 \text{ год} \quad (2.31)$$

Дійсна тривалість зміни:

$$T_{зм.д} = T_p + T_x + T_o = 3,11 + 1,00 + 1,88 = 5,99 \text{ год} . \quad (2.32)$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = T_p / T_{зм.д} = 3,11 / 5,99 = 0,52 . \quad (2.33)$$

Продуктивність агрегату за зміну:

$$w_{зм} = 0,1 \times B_{к} \times \beta \times V_p \times T_p = 0,1 \times 18 \times 1 \times 10,0 \times 3,11 = 56,0 \text{ га} . \quad (2.34)$$

Продуктивність агрегату за цикл:

$$w_{ц} = 2B_{к} \times \beta \times L_p \times 10^{-4} = 2 \times 18 \times 1 \times 392 \times 10^{-4} = 1,41 \text{ га} . \quad (2.35)$$

2.2.5. Визначаємо експлуатаційні затрати на виконання роботи

Витрата палива на одиницю роботи:

$$G = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_o T_o}{W_{зм}} = \frac{9,3 \times 3,11 + 1 \times 4 + 1,88 \times 1,3}{56,0} = 0,63 \text{ кг/га} . \quad (2.36)$$

де G_p , G_x , G_o - годинна витрата палива на робочому русі, холостому русі і зупинках енергетичного засобу з включеним двигуном: $G_p=9,3$ кг/год; $G_x=4$ кг/год; $G_o=1,3$ кг/год.

Затрати праці на одиницю роботи:

$$z_n = \frac{m \times T_{зм.д}}{W_{зм}} = \frac{1 \times 5,99}{56,0} = 0,106 \text{ люд.год/га} , \quad (2.37)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу, $m = 1$ чол.

Сукупні затрати енергії на одиницю роботи:

$$E = E_n + \frac{(E_{нжс} + E_m + E_{тр}) \times T_{зм.д}}{W_{зм}} , \quad (2.38)$$

де E_n - енергія палива:

$$E_n = \alpha_n \times G = 52,8 \times 0,63 = 33,26 \text{ МДж/га} ,$$

де α_n – енергетичний еквівалент палива, $\alpha_n = 52,8$ МДж/кг;

$E_{жсп}$ - енергія живої праці:

$$E_{жсп} = m \times \alpha_{жсп} = 1 \times 33,3 = 33,3 \text{ МДж/га} ,$$

де $\alpha_{жсп}$ – енергетичний еквівалент живої праці, $\alpha_{жсп} = 33,3$ МДж/люд.год;

E_m , E_t - енергоємність відповідно обприскувача і енергетичного засобу:

$$E_m = m_m \times \alpha_m = 1550 \times 0,246 = 381,3 \text{ МДж/год}$$

$$E_t = m_t \times \alpha_t = 2630 \times 0,0243 = 62,9 \text{ МДж/год}$$

$$E = 33,26 + \frac{(33,3 + 381,3 + 62,9) \times 6}{56,0} = 84,42 \text{ МДж/га}$$

Витрата грошових коштів на одиницю роботи:

$$S_o = \sum S_a + \sum S_{мо} + S_{нм} + S_{зн} , \quad (2.39)$$

де $\sum S_a$, $\sum S_{мо}$, $S_{нм}$, $S_{зн}$ – відрахування грошових коштів відповідно на амортизацію, поточний ремонт і технічне обслуговування всіх агрегатів, вартість паливно-мастильних матеріалів і оплата праці, грн/га.

Амортизаційні відрахування:

-для енергетичного засобу,

$$S_a = \frac{(a_p + a_k) \times B \times 6}{T_p \times 100 \times w_{зм}} = \frac{(10 + 5) \times 463000 \times 6}{1200 \times 100 \times 56,03} = 6,2 \text{ грн / га}, \quad (2.40)$$

де a_p, a_k – норми амортизаційних відрахувань відповідно на реновацію і капітальний ремонт, % ($a_p=10\%$, $a_k=5\%$);

B – балансова вартість енергетичного засобу, грн ($B=463000$ грн);

T_p – річне завантаження енергетичного засобу, год ($T_p=1200$ год).

- для обприскувача,

$$S_a = \frac{(14,2 + 0) \times 348000 \times 6}{230 \times 100 \times 56,0} = 22,9 \text{ грн / га},$$

Сумарні амортизаційні відрахування:

$$\sum S_a = S_{am} + S_{am} = 6,2 + 22,9 = 29,1 \text{ грн / га} .$$

Відрахування на ремонт і технічні обслуговування:

-для енергетичного засобу,

$$S_{mo} = \frac{(a_{np} + a_{mo}) \times B \times 6}{T_p \times 100 \times w_{зм}} = \frac{8 \times 463000 \times 6}{1200 \times 100 \times 56,0} = 3,3 \text{ грн / га}, \quad (2.41)$$

- для обприскувача,

$$S_{mo} = \frac{11 \times 348000 \times 6}{230 \times 100 \times 56,0} = 17,7 \text{ грн / га},$$

де a_{np}, a_{mo} – норми відрахувань відповідно на поточний ремонт і ТО, % ($a_{np}+a_{mo}=8\%$ для енергетичного засобу, $a_{np}+a_{mo}=11\%$ для обприскувача).

Сумарні затрати на поточний ремонт і технічне обслуговування:

$$\sum S_{mo} = S_{mot} + S_{mom} = 17,7 + 3,3 = 21 \text{ грн / га} .$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$S_{nm} = C \times G = 40 \times 0,63 = 25,2 \text{ грн / га}, \quad (2.42)$$

де C – комплексна ціна палива, $C=40$ грн/л.

Оплата праці механізаторів:

$$S_{zn} = \frac{(f \times m \times 1,044 \times 1,0455)}{56,0} = \frac{(110 \times 1 \times 1,044 \times 1,0455)}{56,0} = 2,14 \text{ грн / га}, \quad (2.43)$$

де f – тарифна ставка механізатора, $f=110$ грн/год.

Собівартість обробітку гектара площі знаходимо за формулою (2.39):

$$S_o = 29,1 + 21 + 25,2 + 2,14 = 77,44 \text{ грн/га.}$$

2.3. Перевірка технічного стану агрегату

Перевірити всі болтові і шлангові з'єднання, чистоту фільтрів і розпилювачів з відсічними пристроями, правильність приєднання колекторів до секцій штанги. Останні повинні бути встановлені отворами вниз на $5-10^\circ$ під кутом вперед, а відстань між суміжними отворами - 500 мм. Проконтролювати правильність з'єднання гідроциліндрів з кронштейнами проміжних секцій. Довжина компенсаторів має забезпечувати кут не менше 90° між центральною і проміжною секціями при повністю введеному штоці гідроциліндра. Відрегулювати відстань між верхнім брусом центральної секції і торцем упора навіски (365 мм).

Приєднання обприскувача до трактора. При роботі з тракторами МТЗ-82, необхідно встановити колію коліс енергетичного засобу 1800 мм: переобладнати причіпний пристрій згідно з інструкцією до енергетичного засобу: встановити висоту причіпного пристрою від поверхні ґрунту 250 - 350 мм; встановити важіль гідропідсилювача зчіпної маси трактора у положення «Закрито». Під час агрегування обприскувача з енергетичним засобом встановити спеціальну втулку на сергу попереду рами.

Приєднати обприскувач до причіпного пристрою енергетичного засобу, встановити карданну передачу таким чином, щоб крайні вилки шарнірів розміщалися в одній площині. Повністю заблокувати повздовжні тяги навіски від поперечних переміщень максимальним вкороченням довжини ланцюгів. З'єднати гідросистему енергетичного засобу з гідросистемою обприскувача відповідно до схеми інструкції. Перевірити роботу механізмів обприскувача та заправити його.

2.4. Контроль якості роботи

Під час обприскування перевіряють норму внесення пестицидів (2...3 рази) за зміну, ширину захвату агрегату (не менше 10 разів за зміну), рівномірність витрати рідини кожним розпилювачем (1 раз перед початком роботи).

Рівномірність витрати визначають для розпилювачів з суттєвим відхиленням у витраті рідини.

Нерівномірність витрати розчину розраховують у відсотках шляхом заміру часу заповнення мірних стаканів об'ємом 0,25 л. Якість внесення пестицидів оцінюють у балах за даними таблиці 2.4.

Таблиця 2.4- Оцінка якості внесення пестицидів у балах

Показник якості	Спосіб заміру і пристосування	Відхилення від значень показників якості	Оцінка в балах
Норма внесення пестицидів, л/га	Виміряти 2 м шляху агрегату до повного випорожнення ємкості і визначити відхилення від норми внесення	+5%	4
		±10%	3
		±15%	2
		більше –15% або +10%	0
Ширина захвату при суцільному внесенні, м	Заміряти відстань між проходами агрегату (за слідом коліс на кінцях і в середині загінки)	±0,4м	3
		±0,6м	2
		більше ±0,6м	0
Рівномірність витрати кожним розпилювачем	Заміряти час заповнення мірного стакана 0,25 л	менше 15%	2
		15-18%	1
		більше 15%	0

2.4.1. Агротехнічні вимоги до виконання обприскування полів

1. Під час вибору засобів захисту необхідно користуватись “Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні”.

2. Обприскування гербіцидами слід проводити, коли при весняному обстеженні на 1 м² поля виявлено більше 10-15 однорічних або 2-3 багаторічних бур'янів. Обприскування посівів фунгіцидами необхідно

проводити коли певна кількість рослин уражуються хворобами: бурюю іржою – 30% рослин з інтенсивністю ураження понад 5%; борошнистою росою – 30% хворих рослин з середньою інтенсивністю ураження листової поверхні понад 5%.

3. Норма внесення розчину повинна складати 300-400 л/га. Відхиленні від норми допускається $\pm 3\%$.

4. Розчин повинен рівномірно розподілятися по поверхні поля. Нерівномірність розподілу не повинна перевищувати $\pm 5\%$.

5. Витрата рідини через кожний розпилювач має бути однаковою. Допустиме відхилення $\pm 5\%$.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Обґрунтування запропонованого вдосконалення

Міжрядний обробіток ґрунту - важлива технологічна операція, від якої залежить урожайність кукурудзи. В процесі виконання даної операції звертається особлива увага на якість обробітку ґрунту, та якість підрізання та знищення бур'янів, а також захисту рослин від хворіб і шкідників.

Для модернізованого оприскувача ОПШ-2000 наведений розрахунок операційної карти та наведена послідовність виконання операцій і агротехнічні вимоги до них. Також вказана послідовність виконання операцій і наведений комплекс машин для їх виконання.

Модернізований агрегат призначений для суцільного та міжрядного обробітку просапних культур (залежно від агротехнічних вимог), з одночасним внесенням рідких добрив, або хімічного захисту рослин.

Основним недоліком існуючого агрегату є відсутність автоматизованого переведення робочих штанг у транспортне положення, що є досить трудомістким процесом. З метою полегшення роботи оператора пропонується розроблена навіска штанг, що навішується на раму оприскувача. З її допомогою штанги оприскувача переводяться в робоче та транспортне положення з допомогою гідроциліндрів. Процес повністю автоматизується. Для забезпечення стабілізації штанг, та копіювання поверхні ґрунту, вони оснащуються опорними колесами.

Дана модернізація дозволить більш якісно виконувати комплекс операцій з передпосівного обробітку ґрунту та знезараження його від хворіб та шкідників кукурудзи, дозволить скоротити затрати праці, та підвищити продуктивність. А також, використання модернізованого агрегату на базі ОПШ-2000 дозволить дві технологічні операції об'єднати в одну, а це в свою чергу сприяє зменшенню енерговитрат та затрат праці на вирощування кукурудзи, і позитивно впливає на підвищення її врожайності.

3.2. Обґрунтування діапазонів технологічних регулювань штангового обприскувача ОПШ-2000-2

Підготовка агрегата до роботи є важливою у забезпеченні своєчасного виконання технологічної операції оприскування на високому агротехнічному рівні.

Обприскувач, регулюють на певний режим роботи, щоб забезпечити необхідну продуктивність під час виконання операції згідно агротехнічних вимог.

Обприскувача штангового типу оснащений штангою, закріпленою на каркасі, що кріпиться до основної рами. В процесі переміщення оприскувального агрегату по поверхні поля, основне завдання, забезпечити максимальну стабілізацію штанги відносно поверхні поля, у повздовжньо-горизонтальній площині. Це дозволить максимально ефективно і рівномірно наносити рідині по поверхні ґрунту. З цією метою передбачені певні регулювання (зміна жорсткості пружин навіски, регулювання тяг навіски трактора, встановлення рами на певній висоті відносно опорних коліс штанг).

Для досягнення вищесказаного змінюють розмір гідроциліндра між осями. Для цього від'єднують гідроциліндр від штанги і регулюють довжину головки до певного параметра. Оптимальний параметр для гідроциліндра становитиме 485 мм. Паралельність встановлення штанг забезпечують регулюванням довжини тяги. В нашому випадку цей параметр становитиме 3494 мм.

Під час підготовки агрегату до роботи, слід врахувати той фактор, що ширина колії енергкричного засобу та комбінованого агрегату є різною. Це необхідно для того, щоб виконати необхідні агротехнічні вимоги.

Враховуючи той фактор, що комбінований агрегат на базі обприскувача ОПШ-2000-2, може агрегатуватися з різними енергетичними засобами, необхідно здійснити підбір довжини причіпної серги. Якщо віддаль осі

причіпної серги до ВВП енергетичного засобу становить 509 мм, її необхідно встановити згідно рис.3.1а, а при віддалі 400 мм – згідно рис.3.1б.

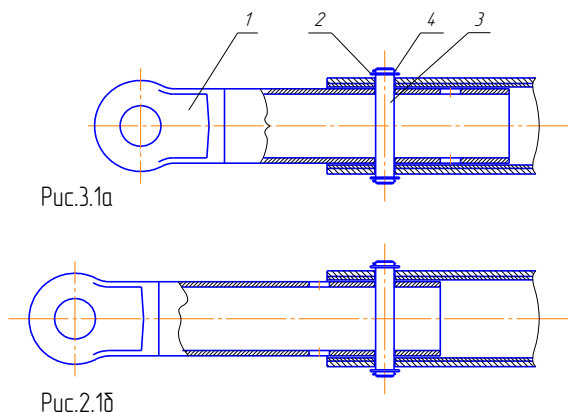


Рисунок 3.1 – Штанга обприскувача: 1 – серга; 2 – шайба; 3 – вісь; 4 – шплінт.

Обприскувач ОПШ-2000-2 призначений для обприскування кукурудзи розчинами пестицидів і рідких мінеральних добрив. Тому, відповідно, конструкцією передбачено широкий діапазон регулювань витрати робочої рідини через розпилювачі.

Налаштування обприскувача на заданий режим роботи здійснюють підбором марки розпилювача.

При обробі кукурудзи агротехнічні вимоги диктуються відповідними умовами нанесення робочої рідини на рослини, а саме рівномірність розпилу, дисперсність і просторове нанесення краплин.

Для того, щоб відрегулювати витрату робочої рідини, необхідно встановити відровідний тиск подачі рідини до – наконечників. Під час використання розчину гербіцидів робочий тиск регулюють у межах (1-4) бар або (0,1029-0,4116) мПа. Величину витрати рідини змінюють від 0,82-1,06 до 1,58-2,04 л/хв на один розпилювач (залежно від його марки).

Також, норму витрати робочої рідини можна одночасною зміною швидкості руху комбінованого агрегату, та зміною тиску в комунікаціях, що в свою чергу вплине на витрату розчину через наконечники. Дане регулювання позитивно впливає на зміну норми витрати розчину та дисперсності краплин.

Технологічна наладка обприскувача.

Згідно агротехнічних умов, обприскувач ОПШ-2000-2 налаштовують на обробіток кукурудзи. Згідно вихідних даних необхідна норма внесення розчину становить 350 л/га.

З вище наведеної таблиці бачимо, що необхідну норму витрати розчину 350 л/га можна досягти на різних режимах. Для забезпечення вищої продуктивності, перевагу надають варіанту з більшою швидкістю. Враховуючи це, обприскувач комплектуємо коричневим розпилювачами для норми 350 л/га і вибираємо робочу швидкість 7,0 км/год, та робочий тиск 4 бар. В такому випадку витрата через один розпилювач становить 2,04 л/хв.

Для проведення перевірки правильності налаштування обприскувача проводимо розрахунок за формулою:

$$V_T = b_p v_m Q / 600 , \quad (3.1)$$

де: b_p - ширина захвату агрегату, м ;

v_m – швидкість руху агрегату, км/год ;

Q – норма витрати робочої рідини л/га.

Тоді:

$$V_T = 18,5 * 7,0 * 350 / 600 = 75,54 \text{ л/хв.}$$

3.3. Розрахунок основних показників обприскувача ОПШ-2000

3.3.1. Розрахунок витрати робочої рідини і тиску при виконанні процесу обприскування

Хвилину витрату робочої рідини розраховуємо згідно певних параметрів обприскувача, та норм її витрати залежно від особливостей руху обприскувача на оброблюваній ділянці.

Витрату рідини за хвилину робочого часу розраховуємо за формулою:

$$Q_s = \frac{V_m \times B_p \times Q}{600} , \quad (3.2)$$

де V_m – робоча швидкість комбінованого агрегату, км/год;

B_p – ширина захвату комбінованого агрегату, м;

Q – нормативна витрата робочої рідини, л/га.

Враховуючи, що швидкість руху комбінованого агрегату залежить від його тягових характеристик, вибираємо робочу передачу, а витрату робочої рідини розраховуємо для кількох швидкостей. На основі цього можна знайти оптимальну робочу передачу.

Розрахункова витрата для швидкості 6 км/год становить:

$$Q_{\epsilon} = \frac{6 \times 18,5 \times 350}{600} = 64,75 \text{ л/хв.}$$

Аналогічно здійснюємо розрахунки для інших швидкостей. Згідно проведених розрахунків, ми можемо зробити висновок, що залежність витрати робочої рідини $Q_{\epsilon}=f(Q)$ є лінійною, тому, щоб побудувати лінійну залежність витрати робочого розчину на певній передачі, достатньо знайти одне значення, іншою буде точка 0.

Щоб вибрати марку розпилювача і значення робочого тиску необхідно дослідити залежність $Q_{\epsilon}=f(P)$. Наконечники відрізняються за матеріалом виготовлення, кольором, кожному кольору відрідає наконечник з відповідним розміром каліброваного отвору. Згідно розрахунків вибираємо наконечники з круглим отвором і площею поперечного січення кратною 0.5 мм. Це дає змогу визначити закономірність процесу розпилення.

Витрата робочої рідини одним наконечником визначається з формули:

$$Q_p = 0,06 \times \mu \times S \times \sqrt{2gP}, \quad (3.3)$$

де 0,06 – коефіцієнт, що характеризує розмірний ряд наконечників;

μ - коефіцієнт продуктивності розпилювача (для польових 0,41, для садових і низького тиску і УН – 0,27);

S – робоче січення робочого отвору розпилювача, м;

g – прискорення вільного падіння ($g=9,81 \text{ м/с}^2$);

P – вихідний тиск з розпилювача, м.

Для наконечників з отвором 1 мм^2 матимемо:

$$Q_p = 0,06 \times 0,41 \times 1 \times 10^{-6} \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 9,87} = 0,34, \text{ л/хв.}$$

Перевести тиск з кПа в м. водяного стовпа можна за формулою:

$$P = \frac{P_{\text{кПа}}}{10,133}, \quad (3.4)$$

де: $P_{\text{кПа}}$ – тиск.

Згідно наведеної формули, можемо перерахувати значення тиску, що використане у попередній формулі:

$$P = \frac{100}{10,133} = 9,87 \text{ м.}$$

Враховуючи те, на штанзі обприскувача встановлено 36 наконечників (згідно конструктивних особливостей обприскувача ОП-2000-2), розрахуємо сумарну витрату всіма наконечниками:

$$Q_a = 36 \times Q_p, \text{ л/хв}; \quad (3.5)$$

$$Q_a = 36 \times 0,34 = 12,24 \text{ л/хв.}$$

Таблиця 3.1- Отримано результати:

$P, \text{ кПа}$	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$Q_p, \text{ л/хв}$	12,24	15,19	17,53	19,62	21,49	23,22	24,80	26,32	27,72

3.3.2. Розрахунок необхідного тиску

В процесі переміщення робочої рідини по штангах трубопроводу, вона зазнає тертя об його стінки. А це є причиною виникення сили протидії, що перешкоджають переміщенню робочої рідини. На їх подолання необхідні додаткові енергозатрати. Під час руху робочої рідини по штангах, цей фактор є причиною зменшенню вихідного тиску, і до цього також докладаються втрати тиску від наявності місцевих опорів. Вони є причиною різноманітних перешкод (згини труби, зварні з'єднання, крани, засувки, фільтрувальні системи та ін.). Тому, під час проектування комунікацій, необхідно врахувати всі можливі втрати тисків, щоб у подальшому вони не перевищили встановлені норми.

Враховуючи, що якість розпилу робочої суміші залежить від значення тиску на вході в наконечники, розрахунок гідравлічної системи є дуже важливим, від нього залежить ефективність роботи обприскувача.

Розглянемо роботу обприскувача, схема якого наведена на рисунку 3.2.

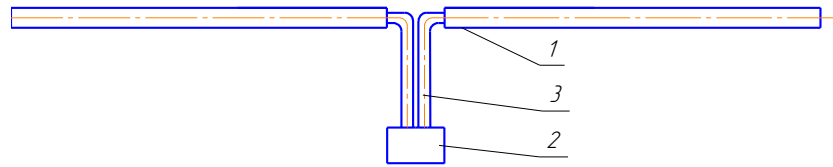


Рисунок 3.2 - Схема обприскувача, штанги якого розділені на дві рівні частини

Проведемо розрахунок втрати тиску у зєднувальному трубопроводі довжиною 4 м. Розрахунок проводимо для лівої половини обприскувача, а для правої частини він буде аналогічним.

Отже швидкість робочої суміші:

$$V = \frac{4 \times 1,44 \times 10^{-3}}{3,14 \times 0,019^2 \times 2} = 2,53 \text{ м/с.}$$

Згідно табличних даних [12] коефіцієнт гідравлічного тертя, при швидкості руху робочої рідини 2,5 м/с та січенні труби 24 мм штанги, приймаємо 0,022. Тоді:

$$h_l = 0,022 \frac{4}{0,019} \frac{2,53^2}{2 \times 9,81} = 1,51 \text{ м.}$$

Витрати тиску від місцевих опорів:

$$\sum \xi = 0,4 + 1 + 0,3 + 0,3 + 1 = 3,$$

$$h_\xi = 3 \times \frac{2,53^2}{2 \times 9,81} = 0,99 \text{ м.}$$

Витрата тиску на ділянці:

$$H = 1,51 + 0,99 = 2,5 \text{ м, (25,33 кПа).}$$

За аналогією, з попереднім розрахунком, на відрізку між двома сусідніми наконечниками знаходимо витрату тиску. Далі знаходимо швидкість між іншими двома накрнечниками врахуваючи втрати частини тиску, а отже і швидкості, адже частина розчину вилилась через один із них.

Швидкість руху рідини:

$$V = \frac{4 \times \left(\frac{1,44}{2} - 0,04 \right) \times 10^{-3}}{3,14 \times 0,025^2} = 1,39 \text{ м/с.}$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя приймаємо – 0,023.

Тоді:

$$h_t = 0,023 \frac{0,5}{0,025} \frac{1,39^2}{2 \times 9,81} = 0,045 \text{ м, (0,46 кПа).}$$

Згідно розрахунків тиск між першим та другим наконечниками зменшується на 0,46 кПа. Решту елементів штанги розраховуємо аналогічно. На основі отриманих результатів можемо зробити висновок, що умова виконана і задовольняє необхідні агротехнічні вимоги з невеликим запасом. Приймаючи до уваги, що швидкість комбінованого агрегату в процесі переміщення по полю є величиною змінною, то необхідно мінімізувати відхилення від номінального значення.

3.4. Розрахунок висоти розташування розпилювача над рослинами

Робоча суміш під тиском витікаючи з накречника, вступає у взаємодію з оточуючим середовищем (повітряний потік). Різка зміна тисків, стає причиною інтенсивного перемішування робочого розчину з повітрям, в результаті чого, формується повітряно-водяний потік з великою кількістю краплинок. Чим більша різниця тиску в комунікаціях обприскувача і оточуючого середовища, тим інтенсивніше цей процес відбувається, і позитивніше впливає на дисперстність краплин (їх розміри). В процесі виходу струменя розчину з наконечника, чітко виділяються дві ділянки - початкова та основна.

На виході з наконечника (початкова ділянка) швидкість та тиск рідини найвищий, там формується так зване «ядро потоку». На основній ділянці швидкість зменшується. Причому зменшення швидкості потоку відбувається прямо пропорційно віддаленню від форсунки наконечника, чим відстань більша, тим його швидкість та тиск менший і на границі дорівнює нулю. Епюри

швидкостей наводимо на рис. 3.3, і вони мають прямопропорційний характер у різних січеннях штанги.

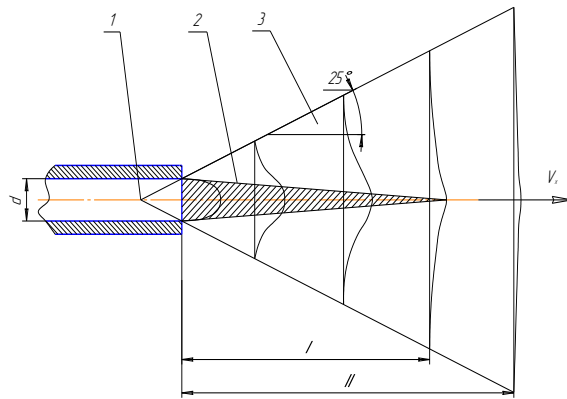


Рисунок 3.3 - Схема руху струменя у повітряному потоці

1 – полюс струменя, 2 – ядро, 3 – поперечне січення потоку; I та II – початкова та основна ділянки потоку, d – діаметр поперечного січення накречника

Промисловість випускає велику кількість різноманітних наконечників (матеріал, форма, конструктивні особливості) але однією з визначальних особливостей для них є боковий кут α розширення струменя. Для різних моделей він є різний. Кут α розширення струменя є постійним, він впливає на значення турбулентності. У нашому випадку приймаємо розрахункове значення боковий кут α 50° . Значення бокового кута α впливає на висоту встановлення штанги обприскувача над поверхнею рослин. Штангу обприскувача встановлюють таким чином, щоб конус розпилу рідини з наконечника потрапляв на рослини з перекриттям, а саме конуси двох сусідніх наконечників перекривали на половину один одного. В такому випадку буде забезпечуватись подвійне перекриття. Така робота обприскувача вважається найбільш ефективною.

Висота H , розташування штанги розраховуємо за формулою:

$$H = \frac{l_p}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \text{ м} \quad (3.6)$$

де: l_p - відстань між двома сусідніми накречниками на штанзі, м.

Тоді:
$$H = \frac{0,5}{\operatorname{tg} \frac{50}{2}} = 1,07 \text{ м.}$$

Оптимальний обробіток буде досягнутий, при встановленні штанги на висоті 1,07 м над рівнем поверхні ґрунту.

3.5. Тяговий розрахунок і режими робочого і холостого ходу руху основного агрегату

Визначаємо робочі передачі трактора для виконання операції культивуації та поверхневого оприскування. Їх визначають за потенційною тяговою характеристикою, відповідно до номінальних тягових зусиль $P_{гн}$ на робочих передачах трактора.

Побудову тягових характеристик здійснюємо на основі даних, з таблиці 3.1.

На характеристиці відмічають зону раціонального завантаження фактора (А) і межі технологічно допустимих робочих швидкостей для виконання операції обприскування (арк.3, карта 2).

Таблиця 3.2 – Тягові характеристики трактора МТЗ-82 на полі

Показники	Передачі трактора			
	1	2	3	4
Тягова потужність $N_{\text{макс}}$, кВт	16,6	21,6	24,6	25,2
Тягове зусилля $P_{гн}$, кН	12,0	11,7	10,5	9,1
Робоча швидкість $V_{рн}$, км/год	5,0	6,65	8,45	10,0

Приймаємо оптимальну швидкість руху (8...10 км/год), і основні робочі передачі III і IV, для яких тягова характеристика має наступні значення:

Швидкість робоча:

$$V_{рIII} = 8,45 \text{ км/год};$$

$$V_{рIV} = 10 \text{ км/год.}$$

Швидкість на поворотах:

$$V_{рIII} = 10,5 \text{ км/год};$$

$$V_{pIV} = 13 \text{ км/год.}$$

Тягове зусилля:

$$P_{zIII} = 10,5 \text{ кН};$$

$$P_{zIV} = 9,10 \text{ кН.}$$

Витрата палива за годину на робочому ході:

$$G_{\text{год III}} = 9,35 \text{ кг/год};$$

$$G_{\text{год IV}} = 9,30 \text{ кг/год.}$$

Визначаємо приведений опір робочих органів машини:

$$R_{agr} = R_n + R_{np} = G_m \left(f + \frac{i}{100} \right) + \frac{3,6 \times N_{ввп} \times \eta_{тпр}}{V_{PI} \times \eta_{ввп}}, \quad (3.7)$$

де R_n – тяговий опір робочих органів, кН;

R_{np} – приведений опір робочих органів, до яких підводиться потужність від ВВП, кН;

G_m – вага машини, кН;

f – коефіцієнт на перекочування;

$N_{ввп}$ – потужність на привід робочих органів, кВт;

V_{pi} – робоча швидкість на i -ій передачі, км/год;

$\eta_{тпр}, \eta_{ввп}$ – відповідно механічний к.к.д трансмісії і приводу ВВП.

Вага обприскувача є рівною:

$$G_m = (M_m + V \times \kappa_3 \times \gamma) \times 10^{-2}, \text{кН} \quad (3.8)$$

де M_m – конструктивна маса обприскувача, кг;

V – об'єм бака, м³;

γ – питома вага робочої суміші, кг/м³;

κ_3 – коефіцієнт заповнення баку.

$$G_m = (1550 + 2000 \times 0,8) \times 10^{-2} = 31,5 \text{кН}$$

$$R_{agr} = 31,5 \left(0,08 + \frac{2}{100} \right) + \frac{3,6 \times 6 \times 0,9}{8,45 \times 0,95} = 5,57 \text{кН}$$

$$R_{agr} = 31,5 \left(0,08 + \frac{2}{100} \right) + \frac{3,6 \times 6 \times 0,9}{10 \times 0,95} = 5,19 \text{кН}$$

Коефіцієнт, що враховує використання тягового зусилля на гаку трактора:

$$\eta_{mp} = \frac{R_{a2p}}{P_{зак} - G_{mp} \frac{i}{100}}, \quad (3.9)$$

де G_{mp} – вага комбінованого агрегата, кН.

$$\eta_{mpIII} = \frac{5,57}{10,53 - 26,3 \frac{2}{100}} = 0,55$$

$$\eta_{mpIV} = \frac{5,19}{9,1 - 26,3 \frac{2}{100}} = 0,60$$

Згідно розрахунків, вибираємо за основну IV передачу, враховуючи, що на цій передачі, коефіцієнт використання тягового зусилля на гаку енергетичного засобу найвищий.

Коефіцієнт використання тягової потужності на гаку енергетичного засобу:

$$\eta_z = (R_{a2p} \times V_p) / (3,6 \times N_{zn}) \quad (3.10)$$

де N_{zn} – оптимальна тягова потужність на гаку енергетичного засобу, $N_{zn} = 32,3$ кВт.

$$\eta_z = (5,19 \times 10) / 3,6 \times 25,2 = 0,57$$

Коефіцієнт корисного використання потужності двигуна енергетичного засобу:

$$\eta_{\delta s} = (R_{a2p} \times V_p) / (3,6 \times N_{en}) \quad (3.11)$$

де N_{en} – номінальна потужність двигуна, $N_{en} = 58,9$ кВт.

$$\eta_{\delta s} = (5,19 \times 10) / 3,6 \times 36,78 = 0,39$$

Характеристику основного агрегату наводимо (табл.3.3).

Таблиця 3.3- Експлуатаційна характеристика основного агрегату

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Умовне позначення	Значення показника МТА
1.	Склад МТА марка трактора марка с.г. машини	- -	МТЗ-82 ОПШ-2000	-
2.	Кількість с.г. машин в агрегаті	шт	n_m	1

3.	Кількість обслуговуючого персоналу	люд.	$n_{люд}$	1
4.	Конструктивна ширина захвату	м	B_k	
5.	Робоча передача	-	-	IV
6.	Робоча швидкість	км/год	V_p	10
7.	Номінальне гакове зусилля на вибраній передачі	кН	$P_{гн}$	9,1
8.	Тяговий опір агрегату	кН	$R_{агр}$	5,19
9.	Годинна витрата палива на робочому ході	кг/год	$G_{год}$	9,30
10.	Коефіцієнт використання: тягового зусилля гакової потужності трактора ефективної потужності двигуна	- - -	$\eta_{тр}$ η_g $\eta_{дв}$	0,60 0,57 0,39
11.	Класифікація МТА за: видом с.г. роботи способом з'єднання робочих органів з трактором способом приводу робочих органів розміщення робочих машин в агрегаті відносно трактора і тракториста та поздовжньої осі агрегату	обприскування причіпний від ВВП заднє, поперечне		

3.5.1. Здійснюємо тяговий розрахунок і обґрунтовуємо режими роботи допоміжного агрегату

Для підвезення розчину пестициду використовується агрегат Т-40М + ЗЖВ 1,8.

Перевіряємо наявність передачі для подолання опору агрегату при рушанні з місця. Трактор може рушити з місця при подоланні підйому, якщо виконується умова:

$$P_{зак} > G_{нр} \left(f_{нр} \times Q_{нр} + \frac{i}{100} \right) + G_{тр} \left[f(Q_{тр} - 1) + \frac{i}{100} \right], \quad (3.12)$$

де $G_{нр}$ – вага завантаженого заправника;

$$G_{нр} = G_x + V_k \times \gamma \times a \times 10^{-2}, \quad (3.13)$$

де G_x – вага порожнього заправника, $G_x = 6,7$ кН;

V_k – об'єм місткості заправника, $V_k = 1,8$ м³;

γ - густина розчину гербіциду, $\gamma = 1000 \text{ кг/ м}^3$;

a – коефіцієнт використання об'єму заправника, $a=0,9$;

$$G_{np} = 6,7 + 1,8 \times 100 \times 0,9 \times 10^{-2} = 22,9 \text{ кН},$$

f_{np} , f – коефіцієнти опору кочення відповідно заправника і енергетичного засобу, $f_{np}, f=0,05$;

Q_{np} , Q_{mp} – коефіцієнти підвищення опору кочення при рушанні з місця відповідно заправника і енергетичного засобу, $Q_{np}=1,8$, $Q_{mp} = 2,48$;

G_{mp} – вага енергетичного засобу, $G_{mp} = 26,3 \text{ кН}$.

$$P_z > 22,9 \left(0,05 \times 1,8 + \frac{2}{100} \right) + 26,3 \left[0,05(2,48 - 1) + \frac{2}{100} \right] > 2,5 \text{ кН}.$$

Виходячи з тягової характеристики встановлюємо, що енергетичного засобу може рушати з місця на всіх робочих передачах.

Достатність сили зчеплення коліс енергетичного засобу з ґрунтом перевіряємо, користуючись нерівністю:

$$F_{cmax} - G_{mp} \left(f \times Q_{mp} + \frac{i}{100} \right) > G_{np} \left(f \times Q_{np} + \frac{i}{100} \right) \quad (3.14)$$

де F_{cmax} - максимальна сила зчеплення ведучих коліс енергетичного засобу з ґрунтом,

$$F_{cmax} \approx (2/3)G\mu, \quad (3.15)$$

де μ - коефіцієнт зчеплення коліс енергетичного засобу з ґрунтом, $\mu=0,7$.

$$F_{cmax} = (2/3) \times 26,3 \times 0,7 = 12,3 \text{ кН}$$

$$12,3 - 26,3 \left(0,05 \times 2,48 + \frac{2}{100} \right) > 22,9 \left(0,05 \times 1,8 + \frac{2}{100} \right),$$

$$8,5 > 2,5 \text{ кН}$$

Нерівність виконується, а це означає, що зчеплення коліс енергетичного засобу з дорогою буде достатнім.

За основну робочу передачу приймаємо IV, на якій $P_z=9,1 \text{ кН}$, $V_p=10 \text{ км/год}$, $G_{zod}=9,3 \text{ кг/год}$.

Коефіцієнт використання тягового зусилля енергетичного засобу визначаємо за формулою (3.24):

$$\eta_{mpIV} = \frac{22,9 \times (0,05 + 0,02)}{9,1 - 26,3 \frac{2}{100}} = 0,2$$

За даними проведених розрахунків складаємо експлуатаційно-технічну характеристику допоміжного МТА.

Таблиця 3.4 - Експлуатаційно-технічна характеристика допоміжного МТА

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Умовне позначення	Значення показника МТА
1.	Склад МТА: марка трактора марка с.г. машини	- -	Т-40М + ЗЖВ 1,8.	-
2.	Кількість с.г. машин в агрегаті	шт	n_m	1
3.	Швидкість руху з робочою сумішшю	км/год	V_p	10,0
4.	Швидкість руху без вантажу	км/год	V_x	15,0
5.	Номінальна вантажопідйомність	т	Q_n	1,8
6.	Фактична вантажопідйомність	т	Q_n	1,6
7.	Годинна витрата палива на робочому ході	кг/год	$G_{год}$	9,3

4.ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Обґрунтування чинників можливих травм та аварій під час догляду за посівами кукурудзи

У господарстві створюються такі умови праці, які гарантують не повну, але значну безпеку життєдіяльності працюючих, при яких максимальна продуктивність праці відповідає найменшим затратам енергії організму людини, а організм людини не зазнає шкідливої дії різних виробничих факторів.

У господарстві службу охорони праці очолює інженер з охорони праці (який підпорядкований керівнику господарства). Йому ж підпорядковуються головні спеціалісти, керівники підрозділів, які відповідають за безаварійне виконання технологічних процесів на місцях.

Інженер з охорони праці в господарстві організовує роботи з запобігання виробничого травматизму, професійним захворюванням, аваріям і пожежам, а також дотримання трудового законодавства про режим робочого часу і відпочинку, охорони праці жінок і підлітків. Організовує навчання, перевіряє знання працюючих, проводить своєчасні і високоякісні інструктажі на робочих місцях; забезпечує виробничі дільниці аптечками – створює здорові і безпечні умови праці. Тому, разом із спеціалістами інженер з охорони праці розробляє плани на покращання умов охорони праці.

4.2. Розробка моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час догляду за посівами кукурудзи

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події, що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події.

Початкові події виявляються у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві входять до системи на основі логічного аналізу варіантів перебігу подій.

Слід зауважити, що поняття «початкові події» введено умовно, бо насправді цим подіям можуть передувати інші. Але вони першими помічаються при обстеженні робочих місць та інших об'єктів виробництва.

Якщо на схемах, що зображують процеси протікання випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показати причинно-наслідкові зв'язки, то ми одержимо логічні моделі процесів, що вивчаються

Кожна логічна модель процесу формування та виникнення небезпечної та аварійної ситуації складається з певної кількості випадкових подій, які між собою можуть бути статично залежними або незалежними.

Статично залежні події – це такі. Коли поява наступної події неможлива без виникнення попередньої. Якщо жодна з двох подій, що входять до однієї моделі, можуть з'являтися незалежно одна від одної, то такі події є статично незалежними. Як правило, у таких моделях незалежні випадкові події одна відносно одної розміщуються паралельно, а незалежні – послідовно. Причинно-наслідкові зв'язки зображені стрілками, які, крім того, ще показують напрямок протікання подій.

Метод логічного моделювання потенційних аврій, травм і катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному аналізу й терміновому прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонезбезпечних та катастрофічних ситуацій.

Процес пошуку потенційних небезпек на виробництві ґрунтується на більш точному і ефективному проведенні існуючого оперативного контролю, який також повинен бути відповідно удосконалений.

Таблиця 4.1- Аналіз процесів формування та виникнення тавмонебезпечних і аварійних ситуацій при виконанні посіву кукурудзи

Вид робіт, виробничий підрозділ, робоче місце, виробниче обладнання, склад агрегату.	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечній ситуації
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
1	2	3	4	5	6
Догляд за посівами кукурудзи (МТЗ - 82+ОПШ -2000)	1.заливна горловина негерметизована НУ ₁ . Оприскують сходи кукурудзи гербіцидами насіння НУ ₂ . У господарстві немає патронів для універсального распіратора марки «Г» НУ ₃	Тракторист працює без засобів захисту органів димання НД	У зону дихання тракториста проникають пари пестицидів, фунгіцидів НС	Отруєння захворювання	Бак протруювача призначений для транспортування робочої повинен бути герметизований. Тракториста обов'язково треба

	Модель процесу	$\begin{array}{c} \text{НУ}_2 \\ \downarrow \\ \text{НУ}_1 \rightarrow \text{НС} \\ \downarrow \\ \text{НУ}_3 \rightarrow \text{НД} \rightarrow \text{О} \rightarrow \text{З} \end{array}$			забезпечити універсальним і респіраторами з коробкою марки «Г»
Догляд за посівами кукурудзи ОПШ - 2000	Протрюювач не обладнаний двосторонньою сигналізацією НУ ₁ Тракторист не пройшов інструктажу з охорони праці НУ ₂	Можливе рушення трактора з місця без сигналу тракториста та НД	Падіння заправщика НС	Травма	Усі агрегати з начіпними машинами, на яких працюють люди, не допускати до роботи без двосторонньої сигналізації, а трактористів без проходження інструктажу.
	Модель процесу:	$\begin{array}{c} \text{НУ}_1 \rightarrow \text{НД} \rightarrow \text{НУ}_2 \\ \downarrow \\ \text{НС} \rightarrow \text{Т} \end{array}$			

Аналізуючи кожен з побудованих логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію, з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків.

Якщо дослідження логічних зв'язків провести у зворотному напрямку, то обов'язково можна знайти ту подію, що є причиною формування досліджуваного процесу.

Для профілактики травматизму і професійних захворювань потрібно вміти оцінювати безпеку машин і обладнання – оглядом, вимірюванням або випробуванням, порівнюючи з вимогами стандарту, для визначення

безпеки. Від кількості нещасних випадків і днів непрацездатності залежать коефіцієнти частоти і тяжкості травматизму в господарстві. Коефіцієнт частоти травматизму визначається за формулою:

$$K_n = \frac{1000T}{P}, \quad (4.1)$$

де T – число травм за період аналізу;

P – середньоспискове число працівників, чол.

Коефіцієнт тяжкості травматизму визначається з виразу:

$$K_m = \frac{D_n}{T}, \quad (4.2)$$

де D_n – число днів непрацездатності;

4.3. Обґрунтування інженерно – технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу оприскування кукурудзи

Заходи техніки безпеки обприскувачів передбачають ґрунтовне знання будови і правил їх експлуатації, а також Санітарних правил транспортування, зберігання і застосування пестицидів у народному господарстві.

Забороняється допускати до роботи з обприскувачами осіб віком до 18 років і жінок, вживати їжу та палити на місці роботи, працювати з пошкодженими рукавами і негерметичними з'єднаннями, пошкодженим склом kabіни, використовувати в господарських цілях бак обприскувачів і тару від розчинів пестицидів, мити бак і комунікацію поблизу водойм.

Особи, допущені до роботи з обприскувачами, мають пройти медичний огляд і періодично проходити його не рідше ніж один раз на рік. Під час виконання робіт, пов'язаних з обприскуванням, їм слід дотримуватися правил особистої гігієни: перед початком роботи руки змащувати вазеліном, перед їжею і в кінці роботи знімати спецодяг, мити руки і обличчя теплою водою.

Заправляючи обприскувачі, одягають гумові чоботи, рукавиці, фартух, а також окуляри і фільтруючий респіратор.

Бачок для миття рук під час експлуатації обприскувачів має бути заповнений питною водою.

Монтаж обприскувачів і з'єднання їх з трактором здійснюють тракторист і допоміжний робітник.

Транспортують обприскувачі дорогами загального користування з незаповненим баком.

Після закінчення робіт обприскувачі промивають у спеціально відведеному місці, розміщеному не ближче ніж 200 м від житлової зони, виробничих приміщень, джерел водопостачання. Промивальну воду збирають у спеціально викопані ями 1 м завглибшки. Після заповнення ями її вміст обробляють хлорним вапном і засипають землею.

Технічне обслуговування обприскувачів здійснюють з метою забезпечення працездатності обприскувачів протягом розрахованого періоду експлуатації.

Оскільки деталі обприскувачів контактують з агресивними рідинами, вони потребують старанного і вчасного технічного обслуговування. Воно полягає у зовнішньому огляді, очищенні й митті обприскувачів, підтягуванні всіх кріплень, усуненні несправностей, змащуванні, регулюванні та перевірці технічного стану без розбирання машин.

Усі операції технічного обслуговування поділяють на обов'язкові до виконання в певні терміни і такі, які виконують за потребою.

Технічне обслуговування обприскувачів буває щозмінне (ЩТО), перше технічне обслуговування (ТО-1) і технічне обслуговування при зберіганні. Щозмінне технічне обслуговування проводять щоденно після закінчення роботи, а у разі роботи в кілька змін — після другої зміни, але не пізніше ніж через 12 год роботи. Перше технічне обслуговування здійснюють через кожні 60 год.

Під час проведення щозмінного технічного обслуговування виконують такі операції: перевіряють ступінь нагрівання підшипників, валів, корпусів, силових агрегатів тощо; виявляють місця підтікання масла і робочої рідини та

ущільнюють з'єднання; зливають залишки робочої рідини з баків та комунікацій, промивають всмоктувальний і заливний фільтри, інші складальні частини обприскувача зовні і всередині, змащують їх згідно з інструкцією; регулюють натяг пасових та ланцюгових передач; підтягують болтові кріплення; усувають інші несправності, виявлені протягом зміни.

При проведенні першого технічного обслуговування виконують усі операції щозмінного обслуговування, а також перевіряють рівень масла в картерах редукторів, насосів, демпферному пристрої і за потреби доливають його; знімають, прочищають, промивають і змащують привідні ланцюги; перевіряють витрату робочої рідини розпилювачами і, якщо треба, замінюють їх новими; перевіряють дозатори і стан захисних кожухів, сіток вентилятора тощо; регулюють зазори між дифузором і лопатями вентилятора, між колесом відцентрового вентилятора і вхідним колектором, тиск у шинах ходових коліс.

Технічне обслуговування при зберіганні складається з таких етапів: підготовка до зберігання і консервація; технічне обслуговування під час зберігання; розконсервація.

Зберігання буває короткочасне і тривале. Технічне обслуговування при підготовці до зберігання проводять відразу після закінчення робіт. Воно полягає в дезактивації обприскувача, промиванні всієї системи, особливо фільтруючих елементів, перевірці їх стану, визначенні працездатності складальних одиниць і заміні деталей, які вийшли з ладу, змащенні відповідно до інструкції. З обприскувачів знімають карданну передачу, насос, гумові рукави комунікацій і гідросистеми, пульт керування, доводять їх до кондиційного стану і здають на зберігання. Зачищають місця з пошкодженим фарбуванням і відновлюють покриття. Очищають не пофарбовані і різьбові частини деталей і змащують їх захисним мастилом.

Установлюють обприскувач на підставки, попередньо закривши всі отвори.

4.4. Збереження і використання нафтопродуктів

Пасивне відношення до паливо – мастильних матеріалів також призводить до знищення довкілля.

Спалюючи велику кількість палива, сільськогосподарська техніка викидає у повітря дуже багато шкідливих газів, що спричиняють забруднення повітря. Тому правильне зберігання і використання нафтопродуктів – один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря.

Для запобігання підтікання паливо – мастильних матеріалів у господарстві проводиться контроль для своєчасного проведення технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів. Також потрібно слідкувати за справністю системи живлення двигуна, гідросистеми та її окремих агрегатів.

Під час роботи потрібно вибирати такі режими, які відповідають екологічній роботі машинно–тракторного агрегату. Особливо це стосується ділянок поля, що прилягають до лісонасаджень або польових доріг.

При експлуатації резервуарів господарство застосовує засоби, які зменшують витрати від випаровування.

Для зберігання нафтопродуктів в господарстві використовують стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що мало випаровуються, обладнують вентиляційними пристроями. При зберіганні бензину вільне сполучення внутрішнього середовища резервуарів з атмосферою недопустиме, оскільки це призводить до його значних втрат. Тому всі отвори резервуарів з нафтопродуктами, що легко випаровуються, повинні бути щільно закриті.

4.5. Заходи направлені на зменшення негативного впливу засобів механізації на навколишнє середовище

Важливе значення приділяється знищенню бур'янів в міжряддях і захисних зонах.

При міжрядному обробітку кукурудзи дана технологічна операція дуже складна, від якої залежить урожайність. Міжрядний обробіток в господарстві проводиться агрегатом в складі МТЗ-82 + ОПШ - 2000.

Для запобігання негативної дії на ґрунт окремих елементів даного агрегату потрібно звернути увагу на справність і надійність кріплення всіх робочих органів, їх правильне регулювання.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічна ефективність вдосконаленого визначається у порівнянні з базовою моделлю.

Враховуючи зміну цін на техніку, паливо-мастильні матеріали, сільськогосподарську продукцію, а також зміну нормативів на заробітну плату, дані показники вважаються реальними для умов експлуатації нового агрегату. Розрахунок здійснюється згідно з запланованою методикою в наступній послідовності:

1. На основі експлуатаційних показників роботи нової і базової машин нормативно-довідникових даних, реальних цін на трактори і сільськогосподарську техніку, паливо-мастильні матеріали та інше, заповнюється таблиця вихідних даних для визначення економічної ефективності спеціалізованої техніки.

Вихідні дані (станом на 1.01.2023 р) для розрахунків економічної ефективності нашого агрегату наведені в таблиці 5.1. де враховані тільки показники, що відносяться до технологічного процесу і впливають на економічний ефект.

2. Аналіз економічної ефективності проводимо на ПЕОМ IBM- А/ХТ з використанням програми, розробленої на мові “gwbasic”.

3. У діалоговому режимі з машиною вихідні дані з таблиці 5.1 заносяться в програму. Показники економічної ефективності виводяться на друкувальний пристрій.

Таблиця 5.1- Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності спеціалізованої ланки.

Показники	Позна- чення	Агрегат	
		базов	нова
1	2	3	4
Продуктивність агрегату за годину змінного часу	W ₂	2,2	2,2
Балансова вартість т.грн; - енергетичного засобу,	Б _т	720	720

- машини.	B_M	166	170
Річне завантаження, год:			
- енергетичного засобу,	T_T	1550	1550
- машини.	T_M	200	200
Чисельність виробничого персоналу, чол.:			
- основного,	$L_{осн.}$	1	1
- допоміжного.	$L_{доп.}$	-	-
Коефіцієнт, що враховує доплати:			
- основного персоналу,	$K_{осн}$	1,1	1,1
- допоміжного персоналу.	$K_{доп}$	-	-
Годинні тарифні ставки, грн/люд.год.:			
- основного персоналу,	$\Gamma_{осн}$	115	115
- допоміжного персоналу.	$\Gamma_{доп}$	-	-
Коефіцієнт відрахувань на реновацію:			
- енергетичного засобу,	$Q_{р.т.}$	12,5	12,5
- машини.	$Q_{р.м.}$	12,5	12,5
Коефіцієнт відрахувань на потоковий ремонт і технічне обслуговування:			
- енергетичного засобу,	$Y_{п.т.}$	22	22
- машини.	$Y_{п.м.}$	27	27
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт:			
- енергетичного засобу,	$Y_{к.т.}$	6	6
- машини.	$Y_{к.м.}$	6	6
Витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/га.	G	5,4	5,4
Ціна 1 кг палива з врахуванням мастильних матеріалів, що припадає на 1 кг палива, грн.	\mathcal{C}	55	55
Кількість кожного виду продукції, що виробляється машиною на одиницю напрацювання, ц/га.	$M_{п.}$	85	105
Ціна кожного виду продукції грн/ц.	$\mathcal{C}_{п.}$	800	800
Затрати на зберігання, що припадають на 1 год. експлуатаційного часу, грн/га:			
- енергетичного засобу,	$Z_{зб.т.}$	0,065	0,065
- машини.	$Z_{зб.м.}$	0,065	0,065
Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.	E	0,15	
Коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту.	\tilde{O}	0,8	
Коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову.	\ddot{Y}	1,1	

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини (E_p) у грн. визначаємо за формулою:

$$E_p = (\Pi_6 - \Pi_n + E') \cdot V \quad \dots\dots\dots (5.1)$$

де Π_6, Π_n – зведені затрати на одиницю напрацювання для базової та нової машини, грн/од.напр.

E' – економічний ефект від змін витрати основних матеріалів і якості продукції, що отримується під час експлуатації нової машини, од. напр/рік.

$$E_p = (470,8 - 461,8 + 16000) \cdot 400 = 6403600 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від виробництва і використання за строк експлуатації нової машини (E_{ec}) у грн.:

$$E_{ec} = E_p (Q_u + E), \quad (5.2)$$

де Q_u – коефіцієнт відрахувань на реновацію нової машини

E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень

$$E_{ec} = 6403600 (0,125 + 0,15) = 1760990 \text{ грн.}$$

Лімітна ціна нової машини (Π_l) у гривнях:

$$\Pi_l = \Pi_{v.m.} \cdot \tilde{O}, \quad (5.3)$$

$$\Pi_l = 175544 \cdot 0,8 = 140435 \text{ грн.}$$

де $\Pi_{v.m.}$ – верхня межа нової машини, грн

\tilde{O} - коефіцієнт гарантії споживачу ефекту використання нової машини.

$$\Pi_{v.m.} = [E_p (Q_u + E) + B_m] (1/ \check{Y}), \quad (5.4)$$

де \check{Y} – коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову;

B_m – балансова ціна нової машини, грн.

$$\Pi_{v.m.} = [6403600 (0,125 + 0,15) + 170000] (1/1,1) = 1755445 \text{ грн.}$$

Річна економія праці під час експлуатації нової машини в людино-годинах визначають за формулою:

$$Z_p = (Z_{лб} - Z_{лн}) \cdot V_3. \quad (5.5)$$

де $Z_{\text{лб}}$, $Z_{\text{лн}}$ – затрати праці на одиницю напрацювання базової і нової машин, люд.-год./га.

$$Z_p = 0$$

Зведені затрати на одиницю напрацювання (Π) у гривнях визначаємо за формулою:

$$\Pi = U + KE,$$

де U – прямі експлуатаційні затрати на одиницю напрацювань, грн/га.

$$\Pi_{\text{б}} = 448,3 + 150 \cdot 0,15 = 470,8 \text{ грн/га,}$$

$$\Pi_{\text{н}} = 437,9 + 159 \cdot 0,15 = 461,8 \text{ грн/га.}$$

Прямі експлуатаційні затрати рівні:

$$U = Z + \Gamma + P + A + Z_3, \quad (5.7)$$

де Z – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн/га,

Γ – затрати на паливо-мастильні матеріали, грн/га,

P – затрати на технічне обслуговування, потоковий і капітальний ремонт, грн/га,

A – затрати на ренувацію, грн/га,

Z_3 – затрати на зберігання, грн/га.

$$U_{\text{б}} = 57,5 + 297 + 75 + 18,8 + 0,03 = 448,3 \text{ грн/га,}$$

$$U_{\text{н}} = 57,5 + 281 + 79,5 + 19,9 + 0,02 = 437,9 \text{ грн/га.}$$

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу становлять:

$$Z = (1/W_{\text{зм}}) \sum L_i \tau_i \cdot K_{\text{jd}}, \quad (5.8)$$

де $W_{\text{зм}}$ – продуктивність машини за одну годину змінного часу, га/год.;

L_i – чисельність виробничого персоналу, чол.;

τ_i – годинна тарифна ставка оплати праці обслуговуючого персоналу, грн/га.

K_{jd} – коефіцієнт доплати.

$$З_6 = (1/2,2) 1 \cdot 115 \cdot 1,1 = 57,5 \text{ грн/га,}$$

$$З_u = (1/2,2) 1 \cdot 115 \cdot 1,1 = 57,5 \text{ грн/га.}$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали:

$$F = g \cdot Ц, \quad (5.9)$$

де g – витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/од.напрацюв.

$Ц$ – ціна 1 кг палива в грн.

$$\Gamma_6 = 5,4 \cdot 55 = 297 \text{ грн/га,}$$

$$\Gamma_n = 5,1 \cdot 55 = 281 \text{ грн/га .}$$

Затрати на технічне обслуговування, потоковий і капітальний ремонт за нормативами відрахувань від балансової ціни машини:

$$P = B (Y_T + Y_K) / W_{зм} \cdot T_p. \quad (5.10)$$

де B - балансова вартість машини, грн.;

Y_T - коефіцієнт відрахувань на потоковий ремонт і технічне обслуговування машини;

Y_K – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

T_p – річне завантаження машин, год.

$$P_6 = 166000 (0,22 + 0,27) / 2,2 \cdot 200 = 75 \text{ грн/га;}$$

$$P_n = 170000 (0,22 + 0,27) / 2,2 \cdot 200 = 79,5 \text{ грн/га.}$$

Затрати на реновацію машин:

$$A = B \cdot q / W_{зм} \cdot T_p; \quad (5.11)$$

де q – коефіцієнт відрахувань на реновацію машини:

$$A_6 = 166000 \cdot 0,125 / 2,2 \cdot 200 = 18,8 \text{ грн/га,}$$

$$A_n = 170000 \cdot 0,125 / 2,2 \cdot 200 = 19,9 \text{ грн/га.}$$

Затрати на зберігання:

$$З_з = З_{з6} / W_{зм}, \quad (5.12)$$

де $Z_{зб}$ – затрати на зберігання машини, що припадають на 1 год. експлуатаційного часу, грн/год.

$$Z_б = 0,065 / 2,2 = 0,03 \text{ грн/га,}$$

$$Z_ц = 0,045 / 2,23 = 0,02 \text{ грн/га.}$$

Капітальні вкладення K на 1 напрацювання становлять:

$$K = B / W_{зм} \cdot T_p \quad (5.13)$$

$$K_б = 166000 / 2,2 \cdot 200 = 150 \text{ грн/га;}$$

$$K_ц = 170000 / 2,2 \cdot 200 = 159 \text{ грн/га.}$$

Затрати праці ($Z_л$) в людино-годинах на 1 напрацювання під час виконання машиною або робітниками робочого процесу:

$$Z_л = L / W_{зм}, \quad (5.14)$$

де L – чисельність виробничого персоналу, чол.

$$Z_{л.б.} = 1 / 2,2 = 0,45;$$

$$Z_{л.ц.} = 1 / 2,23 = 0,44.$$

Економічний ефект (E') від зміни кількості і якості продукції:

$$E' = (L_{ом.н} - L_{ом.б.}), \quad (5.15)$$

де $L_{ом.н} - L_{ом.б.}$ - вартість основних матеріалів під час використання базової і нової машини, грн/га.

$$E' = 84000 - 68000 = 16000 \text{ грн;}$$

$$L_{ом} = \sum h_{омі} \cdot Ц_{омі} \cdot S, \quad (5.16)$$

де $h_{омі}$ врожайність кукурудзи, кг/га;

$Ц_{омі}$ - оптова ціна одиниці основного виду матеріалів, грн/ц.

S - площа під культурою, га

$$L_{ом.б.} = 85 \cdot 800 = 68000 \text{ грн.}$$

$$L_{ом.н.} = 105 \cdot 800 = 84000 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 - Економічна ефективність використання оприскувача ОПШ-2000У

Показники	Машина	
	ОПШ-2000	ОПШ-2000У
1	2	3
Річне напрацювання, га	400	400
Прямі затрати на:		
• оплату праці, грн/га	57,5	57,5
• паливо-мастильні матеріали, грн/га	29,7	28,1
• технічне обслуговування і ремонт, грн/га	1,88	1,99
• реновація, грн/га	7,5	7,95
Інші прямі затрати, грн/га	22,5	23,8
Всього прямих затрат, грн/га	448,3	437,9
Капітальні вкладення, грн/од. напр.	150	159
Економічний ефект від зміни кількості та якості продукції	-	440
Річний економічний ефект від експлуатації нової машини, грн	-	640360
Економічний ефект від виробництва і використання за строк служби нової машини, грн	-	1760990
Верхня межа машини, грн	-	175544
Лімітна ціна машини, грн	-	140435
Затрати праці в люд.год./од.напр.	0,45	0,44

Як бачимо з таблиці 5.2. річний економічний ефект становитиме 6403 т.грн., при запланованій врожайності 85 ц/га. Для впровадження даної технології сума додаткових капіталовкладень становить 159000 грн.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

На підставі виконаного аналізу виробничо-фінансової діяльності, стану охорони праці та довкілля, технології виробництва окремих сільськогосподарських культур у господарствах, виконаних досліджень у технологічній і методичній частинах дипломного проекту можна зробити наступні висновки та пропозиції:

1. Найбільшу питому вагу в структурі посівних площ господарств складають зернові – 63.6%; цукровий буряк складає – 11.8%, та кукурудза 7.5%.

2. Як показують розрахунки урожайність кукурудзи в умовах регіону може становити біля 100 ц/га, але без врахування інших обмежувальних факторів

3. Обприскування посівів кукурудзи гербіцидами слід проводити, коли при весняному обстеженні на 1 м² поля виявлено більше 10-15 однорічних або 2-3 багаторічних бур'янів.

4. Норма внесення розчину повинна складати 300-400 л/га. Відхиленні від норми допускається $\pm 3\%$.

5. Старі існуючі конструкції оприскувачів знаходяться на нижчому рівні використання ніж сучасні тому потрібно дещо удосконалювати, що дозволяє зменшити затрати та кількість обслуговуючого персоналу.

6. Найкращого захисту оброблюваних рослин робочим розчином необхідно встановити штангу на висоті 1,07 м над рівнем поверхні, в якій зосереджена найбільша кількість зеленої маси рослин.

7. Для аналізу можливих небезпек під час роботи рухомого складу машинно-тракторного парку доцільно використовувати метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій і їх наслідків.

8. Для запобігання негативної дії агрегату для міжрядного обробітку кукурудзи на ґрунт операцію слід проводити при відповідній його вологості.

9. Запропонована технологія догляду за посівами дає змогу значно підвищити продуктивність. Для виконання операції догляду за посівами кукурудзи пропонується використовувати запропонований агрегат.

10. Економічний ефект від виробництва і використання за строк служби нової машини 1760990 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Домінська О.Я. Вплив факторів на розвиток кукурудзи в Україні // Агросвіт. — 2015. — № 7. — С. 13–19.
- 2 Шкарлет С. М. Стан та тенденції діяльності підприємств галузі кукурудзи України / С. М. Шкарлет, А. М. Коробка // Вісник аграрної науки Причорномор'я. — 2013. — Вип. 1. — С. 35-41.
- 3 Приймачук Т. Ю. Розвиток галузі в Україні / Т. Ю. Приймачук, Т. А. Штанько, В. Б. Ковальов // Вісник аграрної науки. — 2017. — № 7. — С. 68-75.
- 4 Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології, вид. 2-ге. —К. : 1995. — 368 с.
- 5 Винокуров Л. Е.; Васильчик М. В.; Гаман М. В. Основи охорони праці. -К. : Вікторія. -2001. — 254 с.
- 6 Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. та ін. Сільськогосподарські машини. —К. : Урожай, 2004. — 448 с.
- 7 Гряник Г. М., Лехман С. Д., Бутко Д. А. Охорона праці. —К. : Урожай, 1994. — 272 с.
- 8 Ільченко В. Ю., Карасьов П. І. та ін. Експлуатація машинно-тракторного парку в агрегатному виробництві. — К. : Урожай, 1993. — 286 с.
- 9 Лехман С. Д. та ін. Довідник з охорони праці в сільському господарстві (запитання і відповіді). —К. : Урожай, 1990. — 400 с.
- 10 Операционная технология возделывания зерновых культур. Справочник. / Сайко В. Ф., Сокоренко Н. В. и др.; под ред. В. Ф. Сайко. —К. : Урожай, 1991. — 160 с.
- 11 Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. / Рибарук В. Я., Ріпка І. І. — Львів, ЛДАУ, 1998. — 264 с.
12. Фіцула М. М. Педагогіка: Навч. посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. —К. : Академвидав, 2003. —528 с.
13. ДСТУ 3008 – 95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. —К.: Держстандарт України, 1995. —36 с.

14. Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення /Укл.: В. М. Боярчук, С. М. Онисько, В. Т. Дмитрів.- Львів: ЛДАУ, 2003. – 28 с.

15. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П.О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. Таврійський науковий вісник. 2018. № 101. С. 42-49. 30.

16. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. Науковий вісник НУБІП України. 2017. Вип. 269. Сер. Агрономія. С. 10-17.

17. Ківер В.Х., Галечко І.Д. Реакція гібридів кукурудзи на способи та строки внесення азотних добрив при різних рівнях мінерального живлення. Вісник аграрної науки. 1994. № 8. С. 18-21.

18. Крамарьов С., Красенков С., Пащенко Ю., Коцюбан А., Підгорна Л., Шевченко В., Ісаєнко В., Андрієнко А. Урожайність і якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від рівня мінерального живлення в північному Степу України. Вісник Львівського національного аграрного університету: Агрономія. 2009. №13. С. 306-320.

19. Крамарьов С.М., Красенков С.В., Пащенко Ю.М. Оптимизированная система удобрения гибридов кукурузы разных групп спелости и их родительских форм в условиях степной зоны Украины. Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування : зб. наукових праць Уманського державного аграрного університету. К. 2008.

20. Лехман С.Д., Кубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. К. : Урожай, 1993. 270 с. 40.

21. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : Українські технології, 2008. 312 с.

22. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.

23. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-тє видання, перероблене. Львів: Растр-7, 2021. 288 с.

24. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза. 2 вид. доп. і перероб. Львів : НВФ «Українські технології» 2003. 72 с.

25. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2014. №8 (279).

26. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Системи застосування добрив : підручник. К. : Вища шк., 2002. 317 с.

27. Лісовал А.П. Методи агрохімічних досліджень. К. : 2001. 246 с.

28. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полухович М.М., Пархуць Б.І., Пархуць І.М. 555 запитань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.-довід. посіб. / за ред. В.І. Лопушняка. Львів : Простір М, 2018. 488 с.