ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а
до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

Ефективність використання техніки при вирощуванні сої з розробкою операційної технології обприскування

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Новиков Олександр Сергійович

Керівник: _____ Деркач Олексій Дмитрович

Рецензент: _____

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

_____ Деркач О. Д.

(підпис) прізвище, ініціали)

«05» травня 2026 р

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Новиков Олександр Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Ефективність використання техніки при вирощуванні сої з розробкою операційної технології обприскування

керівник проєкту Деркач Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі рослинництва, вирощування сої та існуючих засобів внесення пестицидів. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Стан вирощування сої в Україні та вплив пестицидів на її врожайність. 2. Розробка плану механізованих робіт виробництва сої. 3. Удосконалення конструкції обприскувача. 4. Розробка операційно-технологічної карти обприскування. 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6. Техніко-економічні показники обприскувача. Висновки та пропозиції. Література.

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

1. Аналіз вирощування сої (А1) 2. План механізованих робіт вирощування сої (А1) 3. Обприскувач (вид загальний) (А1). 4. Розпилюючий пристрій (А1) 5. Вал (А3). 6. Втулка кулькова (А4) 7. Втулка (А4). 8. Диск (А4). 9. Кожух (А4). 10. Накінечник (А4). 11. Скоба (А4). 12. Операційно-технологічна карта. (А1) 13. Техніко-економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Деркач О. Д., завідувач кафедри	05.05.2026	12.06.2026
нормоконтроль	Деркач О. Д., завідувач кафедри	12.06.2026	

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 12.05.2026 р.	
2	Розробка плану вирощування сої	до 19.05.2026 р.	
3	Конструкційний	до 26.05.2026 р.	
4	Операційно-технологічний	до 02.06.2026 р.	
5	Охорона праці	до 09.06.2026 р.	
6	Економічний аналіз	до 12.06.2026 р.	
7	Графічна частина	до 12.06.2026 р.	

Студент _____ Новиков О. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту _____ Деркач О. Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка
			Текстові документи			
1	А4	48ДП.015000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	78		
			Графічні матеріали			
2	А1	48ДП.015000.000.ГР	Аналіз вирощування сої	1	1	
3	А1	48ДП.015000.000.ТК	План механізованих робіт	1	2	
			вирощування сої			
4	А1	48ДП.015100.000.ВЗ	Обприскувач (вид загальний)	1	3	
5	А1	48ДП.015101.000.СК	Розпилюючий пристрій	1	4	
6	А3	48ДП.015100.001	Вал	1	5	
7	А4	48ДП.015100.002	Втулка кулькова	1	5	
8	А4	48ДП.015100.003	Втулка	1	5	
9	А4	48ДП.015100.004	Диск	1	5	
10	А4	48ДП.015100.005	Кожух	1	5	
11	А4	48ДП.015100.006	Накінечник	1	5	
12	А4	48ДП.015100.007	Скоба	1	5	
13	А1	48ДП.015000.000.ОТК	Операційно-технологічна	1	6	
			карта			
14	А1	48ДП.015000.000.ПЕ	Техніко-економічні	1	7	
			показники			

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	48ДП.015000.000 ПД		
Розробив		Новиков О.С.			Ефективність використання техніки при вирощуванні сої з розробкою операційної технології обприскування	аркуш	аркушів
Перевірив		Деркач О.Д.				4	78
Консульт.						ДДАЕУ АІ-2-22	
Н. контр.		Деркач О.Д..					
Затверд.		Деркач О.Д.					

АНОТАЦІЯ

Новиков О. С. Ефективність використання техніки при вирощуванні сої з розробкою операційної технології обприскування / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні сої шляхом удосконалення вентиляторного обприскувача. Проведено аналіз сучасного стану вирощування сої в Україні, досліджено динаміку посівних площ, рівень урожайності та вплив пестицидів на продуктивність культури. Розглянуто існуючі конструкції обприскувачів і обґрунтовано необхідність їх модернізації.

У роботі розроблено план механізованих робіт при вирощуванні сої, виконано обґрунтування комплексу технологічних операцій та розрахунок основних елементів технології. Запропоновано конструктивне вдосконалення вентиляторного обприскувача ОПВ-2000, яке забезпечує збільшення ширини захвату, підвищення продуктивності агрегату та зменшення витрат робочої рідини й пального.

Виконано розрахунки міцності зварного з’єднання та тяги кріплення поворотного механізму модернізованого обприскувача. Розроблено операційно-технологічну карту обприскування посівів сої. Також розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища при використанні обприскувача.

Проведено техніко-економічну оцінку модернізованого обприскувача, яка підтвердила його ефективність. Використання розробленої конструкції дозволяє підвищити продуктивність обприскування до 19,6 га/год, зменшити витрати робочої рідини до 10–50 л/га та забезпечити річний економічний ефект понад 1,5 млн грн.

Ключові слова: соя, обприскувач, вентиляторний розпилювач, пестициди, технологія вирощування, механізовані роботи, продуктивність, економічна ефективність.

Зміст

ВСТУП 7
1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ПЕСТИЦИДІВ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ 9
1.1 Народногосподарське значення сої 9
1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності сої 12
1.3 Ефективність застосування пестицидів при вирощуванні сої 16
1.4 Особливості агротехнічних умов проведення боронування 20
1.5 Огляд існуючих технічних рішень та необхідність їх модернізації 23
1.4 Висновки з розділу 28
2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА СОЇ 30
2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні сої 30
2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування сої 34
2.3 Висновки з розділу 39
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ОБПРИСКУВАЧА 41
3.1 Удосконалення вентиляторного обприскувача та оцінка його ефективності при вирощуванні сої 41
3.2 Конструктивне вдосконалення вентиляторного обприскувача та особливості його роботи 43
3.3 Розрахунок міцності зварного з’єднання модернізованого обприскувача 47
3.4 Розрахунок тяги кріплення поворотного механізму обприскувача 50
3.5 Висновки з розділу 52
4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБПРИСКУВАННЯ 53
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 57
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОБПРИСКУВАЧА 61
ВИСНОВКИ 65
БІБЛІОГРАФІЯ 66
ДОДАТКИ 69

ВСТУП

Соя є однією з найважливіших високобілкових і олійних культур у світі, що має значне продовольче, кормове та технічне значення. В Україні посівні площі сої щороку зростають завдяки високому попиту на продукцію переробки, економічній ефективності вирощування та здатності культури покращувати родючість ґрунту шляхом фіксації атмосферного азоту. Разом із тим, отримання стабільно високих урожаїв сої значною мірою залежить від рівня технічного забезпечення технологічних процесів, своєчасності виконання польових робіт та ефективності застосування засобів механізації.

Одним із ключових елементів технології вирощування сої є захист рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, що безпосередньо впливає на врожайність та якість продукції. Для виконання цих операцій широко застосовуються обприскувачі, ефективність роботи яких визначається рівномірністю внесення робочої рідини, продуктивністю, енергетичними витратами та адаптацією до конкретних умов експлуатації. Недосконалість конструкцій окремих вузлів обприскувачів, нерівномірність розподілу препаратів і значні втрати робочої рідини призводять до перевитрат засобів захисту рослин, зниження ефективності обробки та негативного впливу на навколишнє середовище.

У сучасних умовах розвитку агропромислового виробництва особливої актуальності набувають питання підвищення ефективності використання техніки шляхом удосконалення конструкцій машин і технологічних процесів. Це дозволяє підвищити продуктивність праці, зменшити експлуатаційні витрати, покращити якість виконання технологічних операцій та забезпечити раціональне використання ресурсів.

Аналіз наукових досліджень і практичного досвіду свідчить, що значний резерв підвищення ефективності вирощування сої полягає у вдосконаленні конструктивних та режимних параметрів обприскувачів. Удосконалення систем подачі та розпилення робочої рідини, стабілізації штанги, а також оптимізація

режимів роботи машин сприяють підвищенню якості обробки посівів і зниженню втрат препаратів.

У зв'язку з цим тема роботи, присвячена підвищенню ефективності використання техніки при вирощуванні сої з удосконаленням обприскувача, є актуальною та має важливе практичне значення для аграрного виробництва.

Метою роботи є підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні сої шляхом удосконалення конструкції обприскувача та обґрунтування його раціональних параметрів і режимів роботи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

– провести аналіз сучасного стану вирощування сої в Україні, дослідити вплив пестицидів на врожайність культури та обґрунтувати необхідність удосконалення обприскувачів;

– обґрунтувати комплекс механізованих технологічних операцій при вирощуванні сої та виконати розрахунок основних елементів технології;

– розробити конструктивне вдосконалення вентиляторного обприскувача, виконати розрахунки його основних елементів і оцінити ефективність роботи;

– розробити операційно-технологічну карту обприскування посівів сої модернізованим обприскувачем;

– дослідити питання охорони праці та захисту навколишнього середовища при використанні обприскувача;

– визначити техніко-економічні показники використання модернізованого обприскувача та оцінити економічну ефективність його впровадження.

1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ПЕСТИЦИДІВ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ

1.1 Народногосподарське значення сої

Соя є однією з найцінніших зернобобових та олійних культур світового землеробства, яка має важливе продовольче, кормове, технічне та агротехнічне значення. У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу вона займає провідне місце серед сільськогосподарських культур завдяки високому вмісту білка й олії, універсальності використання та значному економічному потенціалу. Вирощування сої набуває дедалі більшого поширення як у світі, так і в Україні, оскільки культура забезпечує стабільний попит на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Головною особливістю сої є її унікальний хімічний склад. Насіння містить у середньому 35–45% білка та 18–25% олії, що значно перевищує показники більшості зернових культур. Соєвий білок характеризується високою біологічною цінністю та за амінокислотним складом наближається до білків тваринного походження. У ньому містяться незамінні амінокислоти, необхідні для нормального функціонування організму людини та тварин. Завдяки цьому соя є важливим джерелом рослинного білка для харчової промисловості та тваринництва.

Велике значення соя має у забезпеченні населення продовольчими продуктами. Із соєвого насіння виробляють олію, борошно, молоко, соуси, білкові концентрати, текстуровані продукти та інші харчові вироби. Соєва олія належить до високоякісних рослинних жирів і широко використовується у харчовій промисловості для виготовлення маргарину, майонезу, консервів та інших продуктів. Вона містить значну кількість ненасичених жирних кислот, що позитивно впливають на організм людини. Соєві продукти дедалі більше використовуються у виробництві дієтичного та функціонального харчування, що пов’язано зі зростанням попиту на здорову їжу та рослинні білки.

Важливу роль соя відіграє у розвитку тваринництва. Соєвий шрот і макуха є цінними високобілковими кормами для сільськогосподарських тварин та птиці. Використання соєвих кормів дозволяє збалансувати раціони за білком, підвищити продуктивність тварин та зменшити витрати кормів на одиницю продукції. У сучасному тваринництві соя є одним із основних компонентів комбікормів, особливо у птахівництві та свинарстві. Завдяки високій поживності та добрій засвоюваності соєвих продуктів забезпечується підвищення приростів живої маси та продуктивності тварин.

Значення сої не обмежується лише продовольчим і кормовим напрямами. Вона є важливою технічною культурою. Соєву олію використовують для виробництва лаків, фарб, пластмас, мила, мастильних матеріалів, біопалива та інших промислових продуктів. У зв’язку з розвитком альтернативної енергетики зростає значення сої як сировини для виробництва біодизеля. Це сприяє розширенню сфер її використання та підвищує економічну цінність культури.

Соя має велике агротехнічне значення у системі землеробства. Як бобова культура, вона здатна вступати у симбіоз із бульбочковими бактеріями, які фіксують атмосферний азот і збагачують ґрунт доступними формами азотних сполук. За сприятливих умов соя може накопичувати значну кількість біологічного азоту, частина якого залишається у ґрунті після збирання врожаю. Це дозволяє зменшити потребу у внесенні мінеральних азотних добрив та підвищити родючість ґрунтів. Соя є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, особливо зернових, оскільки сприяє покращенню структури ґрунту та фітосанітарного стану посівів.

Важливим аспектом народногосподарського значення сої є її економічна ефективність. Попит на сою та продукти її переробки постійно зростає на світовому ринку, що робить культуру високорентабельною для сільськогосподарських підприємств. Україна належить до країн із значним потенціалом виробництва сої завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам. Вирощування сої дозволяє аграрним підприємствам диверсифікувати структуру посівних площ,

підвищити прибутковість виробництва та зміцнити експортний потенціал держави.

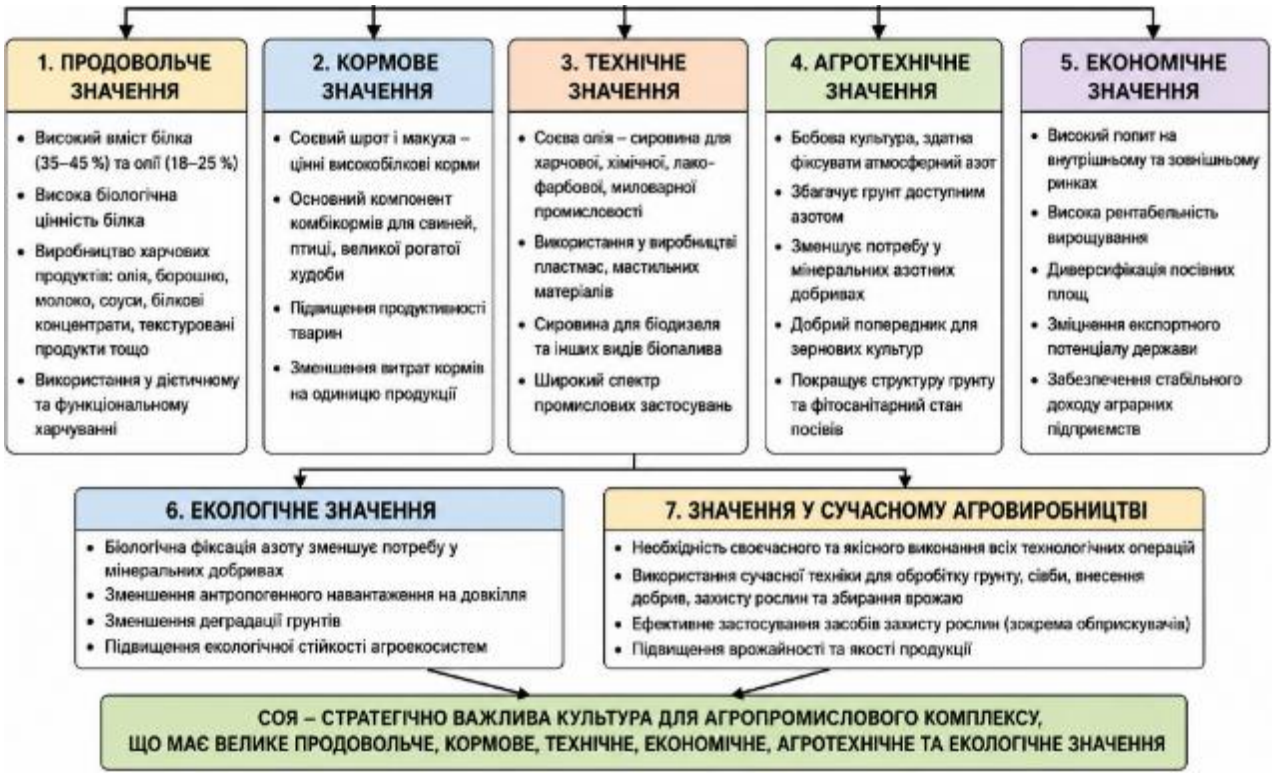


Рисунок 1.1 – Народногосподарське значення сої

Соя також має важливе екологічне значення. Завдяки здатності до біологічної фіксації азоту зменшується потреба у використанні мінеральних добрив, що сприяє зниженню антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Крім того, використання сої у сівозмінах сприяє зменшенню деградації ґрунтів та підвищенню екологічної стійкості агроекосистем. В умовах сучасного розвитку екологічно орієнтованого землеробства це набуває особливого значення.

У сучасному аграрному виробництві підвищення ефективності вирощування сої значною мірою залежить від рівня механізації технологічних процесів. Для забезпечення високої врожайності необхідне своєчасне та якісне виконання всіх технологічних операцій: обробітку ґрунту, сівби, внесення добрив, захисту рослин і збирання врожаю. Особливо важливим є ефективне застосування технічних засобів для захисту рослин, оскільки соя чутлива до забур’яненості, ураження хворобами та шкідниками. Використання сучасних обприскувачів і

вдосконалення їх конструкцій дозволяє підвищити якість внесення засобів захисту рослин, зменшити втрати робочої рідини та забезпечити економне використання препаратів.

Отже, соя є стратегічно важливою культурою для агропромислового комплексу України та багатьох країн світу. Вона має велике продовольче, кормове, технічне, економічне та екологічне значення. Зростання попиту на соєву продукцію, необхідність забезпечення населення високоякісними білковими продуктами, розвиток тваринництва та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва зумовлюють подальше розширення посівних площ сої та вдосконалення технологій її вирощування.

1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності сої

Соя належить до стратегічно важливих сільськогосподарських культур, які мають значний вплив на розвиток агропромислового комплексу України. Упродовж останніх років спостерігається стійка тенденція до збільшення площ вирощування сої, що обумовлено високим попитом на світовому ринку, економічною ефективністю культури та її важливим значенням для продовольчої й кормової галузей. Розширення посівних площ сої в Україні також пов’язане зі зростанням потреби у високобілковій сировині, розвитком тваринництва та підвищенням експортного потенціалу держави.

Аналіз статистичних даних свідчить, що соя поступово займає провідні позиції серед олійних культур України. Особливо активне зростання посівних площ спостерігалося після 2015 року, коли культура стала однією з найбільш рентабельних у структурі сільськогосподарського виробництва. Значний вплив на популяризацію вирощування сої мали сприятливі ціни на продукцію, стабільний попит з боку переробних підприємств та міжнародного ринку, а також адаптація сучасних сортів до різних ґрунтово-кліматичних умов України.

У 2024 році площі посівів сої в Україні досягли рекордних показників. За даними аграрних аналітичних джерел, площа посівів перевищила 2,6–2,7 млн га,

що майже на 40% більше порівняно з попереднім роком. Таке різке збільшення пояснюється високою рентабельністю культури у 2023 році, переорієнтацією аграріїв на більш прибуткові олійні культури та зміною структури посівних площ в умовах економічної нестабільності.

Найбільші площі під посівами сої зосереджені у центральних, північних та західних регіонах України. Лідерами за площами вирощування у 2024 році стали Полтавська, Хмельницька, Житомирська, Вінницька та Київська області. Саме ці регіони характеризуються сприятливими агрокліматичними умовами, достатнім рівнем зволоження та високою культурою землеробства. За даними наукових публікацій, Полтавська область мала близько 215 тис. га посівів сої, Хмельницька – понад 212 тис. га, Житомирська – близько 150 тис. га.

Значне поширення сої у структурі посівних площ пояснюється також її агротехнічними перевагами. Як бобова культура, соя здатна фіксувати атмосферний азот, що дозволяє зменшити потребу у внесенні азотних добрив та підвищити родючість ґрунтів. Крім того, вона є добрим попередником для зернових культур, що позитивно впливає на структуру сівозмін і загальну ефективність землеробства. Саме тому аграрні підприємства дедалі частіше включають сою до структури посівів як економічно та агротехнічно вигідну культуру.

Разом із розширенням посівних площ важливим показником ефективності виробництва є рівень урожайності сої. Урожайність значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, рівня технологічного забезпечення, якості насіннєвого матеріалу, системи удобрення та ефективності захисту рослин. У сучасних умовах особливого значення набуває рівень механізації технологічних процесів, зокрема якість роботи обприскувачів, які забезпечують ефективне внесення засобів захисту рослин.

За останні роки середня врожайність сої в Україні коливалася в межах 2,0–2,7 т/га залежно від погодних умов та регіону вирощування. У 2023 році середня врожайність становила близько 2,6 т/га, що було одним із найкращих показників за останній період. Водночас у 2024 році, попри рекордний валовий збір, середня врожайність дещо знизилася та становила приблизно 2,3–2,35 т/га. Основною

причиною цього стали несприятливі погодні умови, зокрема посушливе та спекотне літо, яке негативно вплинуло на формування врожаю.

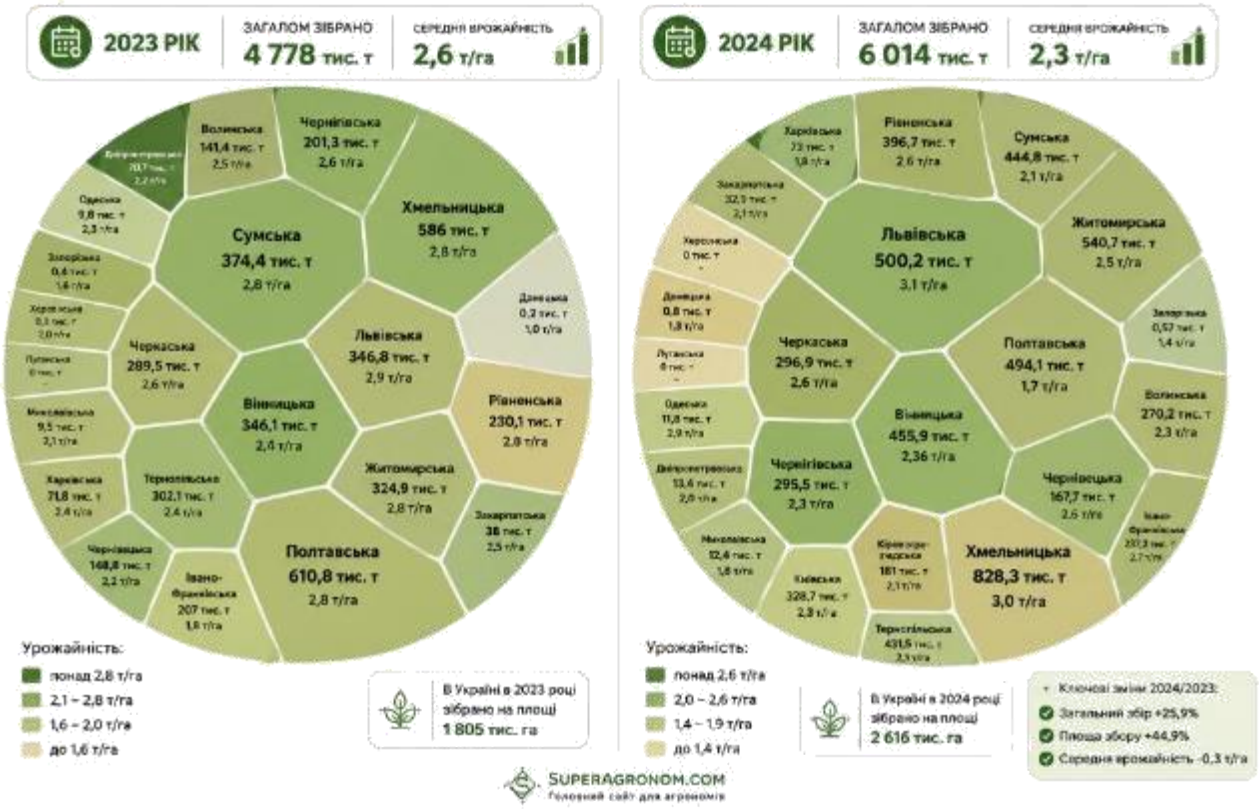


Рисунок 1.2 – Стан виробництва сої в аграрному секторі України

Незважаючи на певне зниження врожайності, валовий збір сої у 2024 році став рекордним і перевищив 6 млн тонн. Це стало можливим саме завдяки суттєвому збільшенню посівних площ. У 2023 році валовий збір становив близько 4,8–5,2 млн тонн, тоді як у 2024 році він зріс більш ніж на 1 млн тонн.

Аналіз регіональної врожайності показує значну різницю між областями України. Найвищі показники врожайності у 2024 році були зафіксовані в західних регіонах, де спостерігалися більш сприятливі погодні умови та достатній рівень вологозабезпечення. Зокрема, в Івано-Франківській області врожайність перевищила 3,2 т/га, у Львівській – понад 3,1 т/га, у Тернопільській – понад 3,0 т/га. У центральних та південних областях урожайність була нижчою через дефіцит вологи та високі температури повітря у період формування бобів.

Важливим чинником підвищення врожайності сої є впровадження сучасних технологій вирощування та використання високопродуктивної техніки. Значний вплив на рівень урожайності має якість проведення технологічних операцій, особливо внесення гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів. Нерівномірне внесення робочої рідини або порушення строків обробки призводять до втрат урожаю та погіршення фітосанітарного стану посівів. Саме тому удосконалення конструкцій обприскувачів і підвищення ефективності їх роботи є важливим резервом збільшення врожайності культури.

Слід зазначити, що сучасний рівень урожайності сої в Україні ще не повністю відповідає потенціалу сучасних сортів і гібридів. За умови дотримання інтенсивних технологій вирощування та ефективного використання технічних засобів потенційна врожайність може перевищувати 4,0 т/га. Проте в багатьох господарствах фактична врожайність залишається нижчою через недостатній рівень технічного забезпечення, порушення технологічних регламентів та несприятливі погодні фактори.

У сучасних умовах важливого значення набуває також питання економічної ефективності виробництва сої. Незважаючи на коливання врожайності, культура залишається однією з найбільш прибуткових у структурі рослинництва. Зростання світового попиту на соєві боби, шрот та олію сприяє підвищенню інтересу аграріїв до вирощування сої. Водночас ефективність виробництва значною мірою залежить від оптимізації витрат на технологічні операції, паливно-мастильні матеріали та засоби захисту рослин.

Перспективи подальшого розвитку виробництва сої в Україні залишаються позитивними. Україна має сприятливі природно-кліматичні умови, значний земельний потенціал та вигідне географічне положення для експорту продукції. Разом із тим підвищення ефективності вирощування сої потребує впровадження сучасних агротехнологій, удосконалення машинно-тракторного парку та підвищення якості виконання технологічних операцій.

Отже, аналіз посівних площ та рівня врожайності сої свідчить про стабільне зростання значення цієї культури в аграрному виробництві України.

Розширення площ посівів, високий попит на продукцію та значний експортний потенціал забезпечують подальший розвиток соєвого виробництва. Водночас підвищення врожайності культури значною мірою залежить від рівня технічного забезпечення та ефективності використання сучасної сільськогосподарської техніки, зокрема обприскувачів, удосконалення яких є важливим напрямом підвищення продуктивності та економічної ефективності вирощування сої.

1.3 Ефективність застосування пестицидів при вирощуванні сої

Соя є однією з найбільш чутливих сільськогосподарських культур до впливу бур'янів, шкідників та хвороб. У сучасних технологіях її вирощування важливе місце займає система захисту рослин, яка базується на застосуванні пестицидів – гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів. Саме ефективність використання засобів захисту рослин значною мірою визначає рівень урожайності, якість насіння та економічну ефективність виробництва сої. За даними агрономічних досліджень, втрати врожаю сої без належного захисту можуть становити від 30 до 50%, а в окремих випадках – більше половини потенційного врожаю.

Найбільший вплив на врожайність сої мають бур'яни, які конкурують із культурними рослинами за світло, вологу та поживні речовини. У початкові фази розвитку соя росте відносно повільно, тому сильно пригнічується бур'янистою рослинністю. Встановлено, що навіть наявність 5 рослин бур'янів на 1 м² призводить до зниження врожайності приблизно на 11%. Якщо густота бур'янів збільшується до 10–15 шт./м², втрати врожаю можуть становити 26–31%. За сильного забур'янення, коли кількість бур'янів перевищує 25 шт./м², урожайність сої зменшується майже удвічі.

Особливо небезпечними для сої є такі бур'яни, як амброзія полинолиста, лобода біла, щириця звичайна, осот рожевий та мишій сизий. За даними польових досліджень, навіть дві рослини амброзії на 1 м² можуть знизити врожайність сої приблизно на 15%. Це пояснюється високою конкурентною здатністю бур'яну щодо споживання вологи та елементів живлення.

Для ефективного контролю бур'янів у технологіях вирощування сої застосовують гербіциди ґрунтової та післясходової дії. Дослідження показують, що використання сучасних гербіцидів дозволяє значно підвищити врожайність культури. За результатами досліджень 2017–2018 років встановлено, що застосування бакових сумішей гербіцидів зменшувало масу бур'янів на 75–80%, а врожайність сої при цьому була більш ніж удвічі вищою порівняно з необробленими ділянками.

Разом із тим ефективність гербіцидного захисту значною мірою залежить від своєчасності внесення препаратів. Несвоєчасний контроль бур'янів або порушення строків обробки можуть спричинити втрату від 15 до 30% урожаю. Особливо небезпечним є переростання бур'янів, коли вони переходять у стійкіші фази розвитку та гірше піддаються дії препаратів. У таких умовах знижується ефективність гербіцидів і підвищується ризик фітотоксичної дії на саму культуру.

Важливу роль у формуванні врожайності сої відіграє також фунгіцидний захист. У посівах сої поширені такі хвороби, як септоріоз, антракноз, церкоспороз, пероноспороз, фомопсис та біла гниль. За сприятливих погодних умов розвиток цих хвороб може призвести до значного зниження врожаю та погіршення якості насіння. Особливо інтенсивно хвороби розвиваються у періоди підвищеної вологості повітря та високих температур.

Септоріоз і пероноспороз належать до найбільш поширених хвороб сої в Україні. Ураження листкового апарату призводить до зменшення площі фотосинтетичної поверхні, передчасного відмирання листків та зниження інтенсивності накопичення сухої речовини. За сильного розвитку хвороб втрати врожайності можуть становити 20–25%, а за епіфітотійного розвитку – понад 30%.

Для захисту посівів застосовують фунгіциди на основі триазолів, стробілуринів та SDHI-інгібіторів. У регіонах із достатнім рівнем вологозабезпечення рекомендується проводити дві фунгіцидні обробки за сезон. Перше внесення здійснюють у фазі початку цвітіння, друге – у фазі формування бобів. За даними виробничих досліджень, дворазове застосування фунгіцидів забезпечує приріст урожайності сої на 0,3–0,7 т/га залежно від ступеня ураження посівів.

Не менш важливим є інсектицидний захист сої. У посівах культури поширені павутинний кліщ, акацієва вогнівка, попелиці, клопи-щитники та інші шкідники. Пошкодження рослин комахами призводить до порушення процесів фотосинтезу, деформації бобів та зменшення маси насіння. Крім безпосередньої шкоди, багато шкідників є переносниками вірусних та грибкових захворювань.

Особливо небезпечними є клопи-щитники та попелиці, які пошкоджують молоді рослини та генеративні органи. За масового поширення шкідників втрати врожаю можуть становити 15–20%. Крім того, місця пошкодження рослин часто стають осередками проникнення інфекційних хвороб, зокрема фомопсису та білої гнилі.

Застосування сучасних інсектицидів дозволяє значно зменшити чисельність шкідників та забезпечити збереження врожаю. За оптимальних строків обробки приріст урожайності після застосування інсектицидів може становити 0,2–0,5 т/га. Найвищу ефективність забезпечують комплексні системи захисту, які передбачають поєднання гербіцидного, фунгіцидного та інсектицидного контролю.

Слід зазначити, що ефективність дії пестицидів значною мірою залежить від якості внесення робочої рідини. Нерівномірне обприскування, неправильний вибір форсунок, недотримання висоти штанги або швидкості руху агрегату призводять до нерівномірного покриття рослин та зниження ефективності препаратів. У результаті частина бур’янів, хвороб чи шкідників залишається неконтрольованою, що негативно впливає на врожайність культури.

Рисунок 1.3 – Ефективність застосування пестицидів при вирощуванні сої

Особливе значення має вдосконалення конструкцій обприскувачів та оптимізація режимів їх роботи. Сучасні обприскувачі забезпечують більш рівномірний розподіл робочої рідини, зменшення втрат препаратів та підвищення

ефективності обробки. Завдяки цьому підвищується біологічна ефективність пестицидів і зростає врожайність сої.

Водночас надмірне або неправильне використання пестицидів може мати негативні наслідки. Перевищення рекомендованих норм внесення здатне викликати фітотоксичність, пригнічення росту рослин та зниження продуктивності культури. Крім того, надлишкове застосування засобів захисту рослин підвищує екологічне навантаження на агроекосистеми та збільшує витрати виробництва. Саме тому важливим є дотримання регламентів застосування препаратів та використання інтегрованих систем захисту рослин.

У сучасних технологіях вирощування сої особливу увагу приділяють поєднанню агротехнічних, біологічних та хімічних методів захисту. Інтегрований підхід дозволяє зменшити пестицидне навантаження, підвищити екологічну безпеку виробництва та забезпечити стабільно високі врожаї. Встановлено, що поєднання ефективного гербіцидного захисту, інокуляції насіння та оптимального удобрення забезпечує найвищий приріст урожайності сої.

Отже, пестициди відіграють важливу роль у формуванні врожайності сої та забезпеченні стабільного виробництва культури. Використання гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів дозволяє суттєво зменшити втрати врожаю від бур’янів, хвороб і шкідників. За відсутності належного захисту втрати врожайності можуть становити 30–50%, тоді як сучасні системи захисту забезпечують підвищення врожайності на 20–40% і більше. Ефективність дії пестицидів значною мірою залежить від якості виконання обприскування, тому удосконалення обприскувачів та оптимізація їх роботи є важливими напрямами підвищення продуктивності вирощування сої.

1.4 Особливості агротехнічних умов проведення боронування

У системі агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення родючості ґрунту та забезпечення стабільного зростання врожайності сільськогосподарських культур, важливе значення має раціональний обробіток ґрунту.

Обробіток ґрунту являє собою механічний вплив на ґрунтовий шар за допомогою робочих органів сільськогосподарських машин і знарядь. Основними завданнями обробітку є створення оптимально розпушеного орного шару для регулювання водного, повітряного, теплового та поживного режимів ґрунту, а також забезпечення сприятливих умов для розвитку кореневої системи рослин. Крім того, обробіток ґрунту сприяє знищенню бур'янів, шкідників і збудників хвороб, загортанню післяжнивних решток, органічних та мінеральних добрив, захисту ґрунту від водної й вітрової ерозії, а також створенню необхідних умов для якісної сівби та подальшого догляду за посівами.

До основних технологічних процесів обробітку ґрунту належать перевертання, розпушування, кришіння, перемішування, вирівнювання та ущільнення.

Перевертання ґрунтового шару забезпечує загортання на необхідну глибину рослинних решток, добрив, насіння бур'янів, шкідників і патогенних організмів, які за відсутності доступу повітря поступово гинуть. Найчастіше цей процес виконують плугами з полицями.

У результаті розпушування та кришіння зменшуються розміри ґрунтових агрегатів і змінюється їх взаємне розташування, що сприяє підвищенню пористості та зниженню щільності ґрунту. Це покращує водо- та повітропроникність, активізує діяльність аеробних мікроорганізмів і створює кращі умови для розвитку кореневої системи рослин. Крім того, під час розпушування формується мульчувальний шар, який зменшує втрати вологи через випаровування та руйнує ґрунтову кірку.

Перемішування ґрунту необхідне для формування однорідного орного шару та рівномірного розподілу в ньому добрив, вапна, піску, гіпсу та інших матеріалів, що позитивно впливає на ріст і розвиток рослин.

Вирівнювання поверхні поля сприяє зменшенню випаровування вологи, покращує умови проведення сівби, догляду за посівами та збирання врожаю.

Ущільнення ґрунту забезпечує збільшення капілярної пористості та зменшення некапілярної, запобігає надмірному загортанню насіння під час сівби. У посушливих умовах ущільнення сприяє зменшенню втрат вологи через

випаровування, а також запобігає пошкодженню кореневої системи та випадінню рослин.

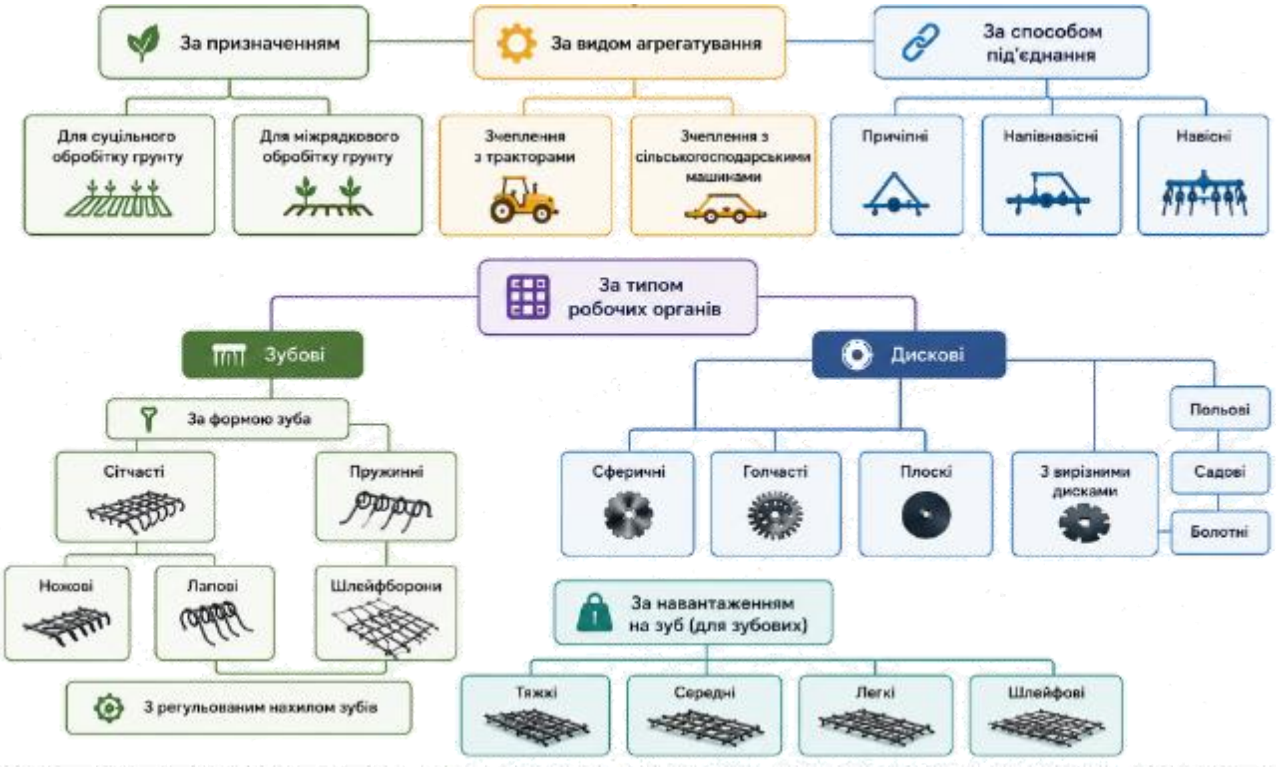


Рисунок 1.4 – Систематизація основних типів борін

Окремий вплив ґрунтообробних машин і знарядь на ґрунт називають прийомом обробітку ґрунту.

До основних прийомів обробітку належать оранка, лущення, культивація, боронування, шлейфування, коткування та фрезерування.

Одним із найбільш поширених прийомів поверхневого обробітку є боронування, технологічні особливості якого мають важливе значення при виконанні даної дипломної роботи.

Боронування забезпечує розпушування верхнього шару ґрунту, його часткове перемішування та вирівнювання поверхні поля, а також сприяє знищенню проростків і сходів бур’янів. Цей агротехнічний прийом застосовують для подрібнення грудок, руйнування ґрунтової кірки, вирівнювання гребенів та покращення структури поверхневого шару ґрунту.

Для виконання боронування використовують зубові, голчасті, дискові, сітчасті та пружинні борони.

Якість проведення боронування оцінюють за такими показниками, як своєчасність виконання операції, відповідність глибини розпушування агротехнічним вимогам, ступінь знищення бур'янів, а також відсутність великих брил і гребенів на поверхні поля.

1.5 Огляд існуючих технічних рішень та необхідність їх модернізації

Обприскування є одним із найпоширеніших методів внесення пестицидів для захисту сільськогосподарських культур. Суть цього процесу полягає у рівномірному нанесенні на поверхню рослин або ґрунту дрібнодисперсних частинок робочої рідини у вигляді розчинів, суспензій чи емульсій, які містять пестициди.

Залежно від норми витрати робочої рідини розрізняють звичайне, малооб'ємне та ультрамалооб'ємне обприскування.

При звичайному способі обприскування норма внесення робочої рідини становить 1000–2000 л/га у садах, 600–800 л/га на виноградниках та 200–400 л/га на польових культурах. Такий метод характеризується відносно низькою продуктивністю і потребує значних трудових та енергетичних витрат.

За малооб'ємного обприскування витрати робочої рідини скорочуються у 3–10 разів порівняно зі звичайним методом, при цьому кількість діючої речовини пестициду не змінюється, а концентрація препарату у розчині підвищується.

Ультрамалооб'ємне обприскування передбачає використання готових заводських препаратів без додаткового приготування робочих розчинів. Норма витрати рідини в такому випадку складає 5–25 л/га для садів і виноградників та лише 0,5–3 л/га для польових культур.

Рисунок 1.5 – Види обприскування

Обприскувачі класифікують за різними ознаками. Відповідно до призначення їх поділяють на польові, садові, виноградникові, універсальні, а також машини для роботи у закритому ґрунті. За способом утворення крапель робочої рідини розрізняють гідравлічні та пневматичні обприскувачі. За типом приводу та конструктивними особливостями вони можуть бути ранцевими, тачковими, тракторними, автомобільними або авіаційними. Тракторні моделі, у свою чергу, поділяються на причіпні, навісні, монтовані та самохідні.

Конструкція обприскувачів включає робочі та допоміжні вузли. До основних робочих органів належать насос, розпилювальні пристрої, система заправлення та мішалки. Допоміжними елементами є рама, резервуар для робочої рідини, фільтри, регулятори тиску, трубопроводи, органи керування і контролю, а також ходова частина у причіпних моделей.

Принцип роботи обприскувача полягає у тому, що вал відбору потужності трактора через карданну передачу приводить у дію насос. Мембранно-поршневий насос подає робочу рідину з резервуара через систему трубопроводів до дозувальних та регулювальних елементів. Центральний клапан забезпечує подачу або перекриття потоку рідини до штанги обприскувача. У разі припинення подачі рідина повертається через колектор назад у бак, що одночасно забезпечує її перемішування.

Регулювання тиску у системі здійснюється спеціальним клапаном, який підтримує необхідний режим роботи для внесення заданої норми робочої рідини. Надлишок рідини через колектор повертається назад у резервуар. Особливістю

системи є розташування зворотного трубопроводу в нижній частині бака, що дозволяє уникнути утворення піни під час циркуляції рідини.

Секційні клапани забезпечують рівномірний розподіл робочої рідини між окремими секціями штанги та дозволяють вимикати окремі ділянки під час обробки країв поля або розворотів агрегату. Безпосереднє нанесення робочої рідини на рослини здійснюється за допомогою розпилювачів, встановлених на штанзі.

Конструкція сучасних обприскувачів характеризується високим рівнем уніфікації вузлів і деталей, що спрощує технічне обслуговування, ремонт та експлуатацію машин.

У садових розпилювачах передбачена можливість регулювання положення завихрювального осердя відносно сопла розпилювального диска безпосередньо під час роботи агрегату. Така конструктивна особливість дозволяє змінювати параметри факела розпилення залежно від умов обробки. При наближенні осердя до диска збільшується кут розпилення та ширина захвату, однак при цьому зменшується дальність польоту краплин робочої рідини. Це дає змогу адаптувати режим роботи обприскувача до різних типів насаджень та густоти рослин.

Дефлекторні розпилювачі під час роботи формують плоский факел краплин, що особливо ефективно при стрічковому або смуговому внесенні препаратів. Процес утворення крапель відбувається внаслідок удару потоку робочої рідини об спеціальну пластину, яка може бути встановлена перпендикулярно або під певним кутом до напрямку руху рідини. Завдяки цьому забезпечується рівномірний розподіл препарату по поверхні рослин.

Широкого застосування у сучасних обприскувачах набули щілинні розпилювачі. Вони випускаються з різними кутами факела розпилення, найчастіше 80° та 110°, а також мають різні діаметри вихідних отворів, які позначаються кольоровим маркуванням. Розпилювачі з кутом 110° рекомендуються для внесення гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів, оскільки забезпечують більш рівномірне покриття рослин робочою рідиною.

Прямоструменеві розпилювачі мають просту конструкцію у вигляді конусного сопла, в якому не відбувається завихрення потоку рідини. Вони створюють спрямований струмінь та використовуються переважно для обробки високорослих дерев і важкодоступних ділянок.

Ротаційні розпилювачі застосовують у малооб'ємних обприскувачах і протруювачах насіння. Робочими органами таких пристроїв є чашки або сітчасті барабани, які обертаються з великою частотою. Під дією відцентрових сил рідина розпадається на дрібні краплі майже однакового розміру. Розмір краплин залежить від швидкості обертання та конструктивних параметрів розпилювача.

У конструкції обприскувачів розпилювачі встановлюються на спеціальних розподільних пристроях, які можуть бути штанговими, вентиляторними, комбінованими або виконані у вигляді брандспойтів.

Вентиляторні розпилювальні пристрої використовують для дистанційного обприскування. Їх принцип роботи полягає у тому, що краплини робочої рідини транспортуються до рослин потужним повітряним потоком, створеним вентилятором. Це забезпечує краще проникнення препарату в рослинний покрив та рівномірніше покриття листкової поверхні.

Штангові розпилювальні системи дозволяють виконувати як суцільне, так і стрічкове обприскування. Налаштування типу обробки здійснюється шляхом зміни кута факела розпилення або зміни відстані між розпилювачами на штанзі.

Брандспойти застосовуються для ручного обприскування окремих дерев, кущів та важкодоступних ділянок. Вони бувають звичайного типу з дальністю подачі рідини 4–8 м та далекобійного типу, здатного забезпечувати обприскування на відстані 12–15 м.

Заправні пристрої обприскувачів призначені для наповнення резервуара водою або готовою робочою рідиною. У сучасних машинах для цього використовують високопродуктивні мембранно-поршневі насоси, продуктивність яких може досягати 200 л/хв. Це дозволяє значно скоротити час підготовки агрегату до роботи.

Рисунок 1.6 – Класифікація обприскувачів

Для підтримання однорідності робочої рідини в резервуарі застосовують мішалки, які запобігають осіданню нерозчинних частинок пестицидів на дно бака та забезпечують постійну концентрацію препарату. За принципом дії мішалки поділяють на гідравлічні, пневматичні та механічні. До механічних належать лопатеві та гвинтові конструкції.

Резервуари обприскувачів використовуються для зберігання робочої рідини та забезпечення безперервної роботи агрегату протягом певного проміжку часу. Об’єм баків залежить від типу машини та встановленої норми внесення

препаратів. Як правило, місткість резервуара розраховується таким чином, щоб запасу робочої рідини вистачало на півзміни або повну зміну роботи агрегату. Баки невеликого об'єму виготовляють переважно з поліетилену, а резервуари великої місткості – зі склопластику або поліестерних матеріалів, армованих скловолокном.

Для вирощування сої доцільно використовувати вентиляторний розпилювач, оскільки він забезпечує більш якісне проникнення робочої рідини у густий рослинний покрив культури. У період активного росту соя формує значну листкову масу, через що за звичайного штангового обприскування частина препарату може не потрапляти на нижні яруси рослин. Повітряний потік вентиляторного розпилювача сприяє кращому проникненню крапель у середину посіву та рівномірному покриттю листків з обох сторін.

Крім того, вентиляторне обприскування підвищує ефективність застосування фунгіцидів та інсектицидів, оскільки препарати краще потрапляють у важкодоступні частини рослин, де найчастіше розвиваються хвороби та накопичуються шкідники. Такі розпилювачі також дозволяють зменшити втрати робочої рідини, підвищити рівномірність внесення препаратів та покращити якість захисту посівів сої, що позитивно впливає на врожайність культури.

1.4 Висновки з розділу

У результаті проведеного аналізу встановлено, що обприскування є одним із найважливіших технологічних процесів у системі захисту сільськогосподарських культур, зокрема сої. Ефективність внесення пестицидів значною мірою залежить від конструкції обприскувача, типу розпилювальних пристроїв та якості формування факела розпилення. Від правильного вибору способу обприскування і типу розпилювачів залежить рівномірність покриття рослин робочою рідиною, ефективність дії препаратів та рівень втрат урожаю від бур'янів, хвороб і шкідників.

Розглянуто основні типи розпилювачів – дискові, дефлекторні, щілинні, прямоструменеві та ротаційні, а також їх конструктивні особливості та сфери

застосування. Встановлено, що кожен тип розпилювача має свої переваги та використовується залежно від технологічних умов вирощування культур і способу внесення препаратів.

Проведений аналіз показав, що важливу роль у роботі обприскувачів відіграють допоміжні системи та робочі органи: резервуари, насоси, мішалки, регулятори тиску, заправні пристрої та розподільні системи. Їх узгоджена робота забезпечує стабільну подачу робочої рідини, підтримання необхідної концентрації препаратів та рівномірне внесення пестицидів.

Особливу увагу приділено вентиляторним розпилювальним пристроям, які є найбільш доцільними для вирощування сої. Встановлено, що використання вентиляторного розпилювача забезпечує краще проникнення робочої рідини у густий рослинний покрив культури, рівномірніше покриття листкової поверхні та підвищення ефективності застосування фунгіцидів і інсектицидів. Повітряний потік сприяє доставці краплин до нижніх ярусів рослин, що особливо важливо у період інтенсивного розвитку листкової маси сої.

Також визначено, що застосування вентиляторного способу обприскування дозволяє зменшити втрати робочої рідини, підвищити якість захисту рослин та покращити ефективність використання пестицидів. Це позитивно впливає на фітосанітарний стан посівів, рівень урожайності та економічну ефективність вирощування сої.

Отже, удосконалення конструкції обприскувачів і застосування вентиляторних розпилювальних систем є перспективним напрямом підвищення ефективності технології вирощування сої та забезпечення стабільного отримання високих урожаїв.

2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА СОЇ

2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні сої

Ефективність вирощування сої значною мірою залежить від правильного вибору та своєчасного виконання комплексу технологічних операцій. Сучасна технологія вирощування культури передбачає використання високопродуктивної техніки, яка забезпечує якісне виконання польових робіт, зменшення витрат пального, скорочення трудових затрат та підвищення врожайності. Важливе значення має також дотримання агротехнічних строків виконання операцій, оскільки навіть незначне їх порушення може негативно впливати на ріст і розвиток рослин сої.

Технологічний процес вирощування сої починається з основного та передпосівного обробітку ґрунту. Після збирання попередника проводять лущення стерні, яке сприяє подрібненню рослинних решток, збереженню вологи та знищенню проростаючих бур’янів. Для виконання цієї операції доцільно використовувати сучасні енергонасичені трактори, наприклад John Deere 8R 340 у комплекті з дисковими боронами типу Horsch Joker 7 RT. Такі агрегати забезпечують високу продуктивність та якісне перемішування рослинних решток із ґрунтом на глибину 6–8 см.

Повторне лущення на глибину 10–12 см дозволяє знищити сходи бур’янів та частково розпушити ущільнений шар ґрунту. Для цього також використовують сучасні дискові агрегати з шириною захвату 6–8 м, що дозволяє значно скоротити строки виконання робіт. У подальшому здійснюють глибший обробіток ґрунту на 12–14 см із застосуванням комбінованих ґрунтообробних агрегатів, які забезпечують вирівнювання поверхні поля та підготовку ґрунту до основного обробітку.

Важливою складовою технології вирощування сої є система удобрення. Для підвищення родючості ґрунту та забезпечення рослин елементами живлення

восени проводять внесення мінеральних добрив. У сучасних умовах для цього застосовують трактори типу Fendt 936 Vario у комплекті з розкидачами добрив AMAZONE ZA-TS. Використання сучасних систем дозування забезпечує рівномірне внесення мінеральних добрив по всій ширині захвату агрегату.

Після внесення добрив проводять основний обробіток ґрунту — оранку на глибину 25–27 см. Для цієї операції доцільно використовувати потужні трактори Case IH Magnum 340 у комплекті з оборотними плугами LEMKEN Diamant 11. Глибока оранка сприяє накопиченню вологи, знищенню бур'янів та створенню сприятливих умов для розвитку кореневої системи сої.

У зимовий період на полях проводять снігозатримання, яке дозволяє накопичити додаткові запаси вологи у ґрунті. Для цього використовують сучасні трактори середнього класу та снігозатримувальні агрегати або широкозахватні борони.

Навесні, після фізичного достигання ґрунту, проводять боронування з метою закриття вологи та руйнування ґрунтової кірки. Для виконання цієї операції доцільно використовувати трактори New Holland T7.315 із широкозахватними зубовими боронами. Боронування дозволяє зменшити втрати вологи та створити сприятливі умови для проростання насіння.

Після боронування виконують шлейфування та передпосівну культивацію на глибину 5–6 см. У сучасних технологіях для цього використовують комбіновані передпосівні агрегати типу Köckerling Allrounder, які одночасно виконують розпушення, вирівнювання та ущільнення ґрунту. Використання комбінованих агрегатів дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю та скоротити ущільнення ґрунту.

Особливе значення має якісне проведення сівби сої. Для цього застосовують сучасні високоточні сівалки, наприклад Horsch Maestro або John Deere 1775NT, які забезпечують рівномірне розміщення насіння на задану глибину та дотримання оптимальної норми висіву. Сівбу виконують у ранні оптимальні строки за температури ґрунту 10–12 °C. Для отримання дружних сходів після

посіву проводять прикочування кільчасто-шпоровими котками, що сприяє кращому контакту насіння з ґрунтом та підвищує польову схожість.

Одним із найважливіших елементів технології вирощування сої є система захисту рослин. Через високу чутливість культури до бур'янів, хвороб і шкідників необхідне своєчасне внесення гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів. Для транспортування води та приготування робочих розчинів використовують сучасні автоцистерни та змішувальні станції. Внесення препаратів здійснюють за допомогою сучасних самохідних або причіпних обприскувачів.

Для вирощування сої доцільно використовувати сучасний вентиляторний обприскувач, наприклад Hardi Alpha Evo або John Deere R4140. Використання вентиляторної системи забезпечує краще проникнення робочої рідини у густий рослинний покрив сої, що особливо важливо у фазу інтенсивного росту рослин. Повітряний потік дозволяє рівномірно покривати листкову поверхню з обох боків та доставляти препарат до нижніх ярусів рослин.

Передпосівне внесення гербіцидів забезпечує контроль бур'янів у початкові фази розвитку культури. Післясходові обробки проводять у фазу 2–4 трійчастих листків сої. Сучасні обприскувачі обладнані GPS-навігацією, автоматичним контролем норми внесення та системами стабілізації штанги, що дозволяє підвищити точність обробки та зменшити перевитрати препаратів.

У період вегетації за необхідності проводять боронування посівів легкими боронами для руйнування ґрунтової кірки та знищення молодих сходів бур'янів. Однак у сучасних інтенсивних технологіях основний акцент робиться саме на ефективному хімічному захисті рослин.

Важливим етапом технології є збирання врожаю. Для мінімізації втрат зерна використовують сучасні зернозбиральні комбайни, наприклад CLAAS LEXION 770 або John Deere S780. Сучасні комбайни забезпечують високоякісний обмолот, мінімальні втрати зерна та високу продуктивність роботи. Для збирання сої використовують спеціальні жатки з плаваючим різальним апаратом, які дозволяють ефективно зрізати низько розташовані боби.

КОМПЛЕКС ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

№	ОПЕРАЦІЯ	АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ (глибина / норма)	АГРОСТРОКИ
1	Лущення стерні	6–8 см	17–24/07
2	Лущення стерні	10–12 см	27/07–03/08
3	Лущення стерні	12–14 см	15–21/09
4	Внесення прогресивних мінеральних добрив	74,8 ц д.р./га	20–21/10
5	Внесення складних мінеральних добрив	74,8 ц д.р./га	20–21/10
6	Внесення мінеральних добрив (разом із NPK)	74,8 ц д.р./га	20–21/10
7	Оранка	25–27 см	25–22/10
8	Снігозатримання	–	15–16/01
9	Боронування	–	01–03/04
10	Шлейфування	–	04–05/04
11	Передпосівна культивація	5–6 см	05–07/04
12	Погрузка насіння	–	05–07/04
13	Транспортування насіння	–	05–07/04
14	Посів	–	05–07/04
15	Прикочування	–	05–07/04
16	Транспортування води	–	08–09/04
17	Приготування розчину гербіцидів	–	08–09/04
18	Транспортування розчину гербіцидів	–	08–09/04
19	Обприскування (гербіциди)	–	08–09/04
20	Боронування посівів	–	09–10/04
21	Транспортування води	–	17–18/04
22	Приготування розчину ядохімікатів	–	10–11/06
24	Транспортування розчину ядохімікатів	–	10–11/06
24	Обприскування (фунгіциди, інсектициди)	–	10–11/06
25	Скошування (десикація)	–	02–04/07
26	Обмолот у валки	–	06–09/07
27	Транспортування соломи	–	06–09/07
28	Скирдування соломи	–	06–09/03
29	Транспортування зерна	–	06–09/07
30	Транспортування зерна	–	06–09/07

СУЧАСНА ТЕХНІКА, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ

ТРАКТОРИ (універсальні)

- John Deere 8R 340
- Case IH Magnum 340
- Fendt 936 Vario

ДИСКОВІ БОРОНИ для лущення

- Horsch Joker 7 RT
- Case IH True-Tandem
- Lemken Rubin 10

ПЛУГИ ОБОРОТНІ для оранки

- LEMKEN Diamant 11
- Kverneland 150 S Variomat
- Gregoire-Besson Spel

РОЗКИДАЧІ ДОБРИВ

- AMAZONE ZA-TS 4200
- Rauch Axis H 50.2
- Bogballe M60W

БОРОНИ ЗУБОВІ широкозахватні

- Great Plains 1300
- Lemken Koralin 9

КОМБІНОВАНІ КУЛЬТИВАТОРИ

- Köckerling Allrounder
- Horsch Terrano 5 FX

СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ для сої

- Horsch Maestro 24 SV
- John Deere 1775NT
- Kinze 3600

ОБПРИСКУВАЧІ (вентиляторні)

- Hardi Alpha Evo
- John Deere R4140
- Case IH Patriot 4440

АВТОЦИСТЕРНИ для води

- Fliegl VFW 18000
- Joskin Aqua Trans
- Meprozet PN-18

ЗЕРНОЗБИРАЛЬНІ КОМБАЙНИ

- CLAAS LEXION 770
- John Deere S780
- Case IH Axial-Flow 8250

ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ

- Самоскиди MAN, Scania
- Причепи Wielton, Fliegl
- Перевантажувачі зерна

Рисунок 2.1 – Комплекс основних технологічних операцій при вирощуванні сої

Після збирання врожаю виконують транспортування зерна сучасними автомобілями-самоскидами та причепами великої вантажопідйомності. Солому подрібнюють та рівномірно розподіляють по полю або використовують для подальшого пресування.

Застосування сучасної техніки у технології вирощування сої дозволяє значно підвищити ефективність виконання всіх технологічних операцій.

Використання високопродуктивних тракторів, комбінованих ґрунтообробних агрегатів, точних сівалок та сучасних обприскувачів забезпечує скорочення витрат пального, зменшення кількості проходів техніки по полю та підвищення якості польових робіт.

Особливу роль у підвищенні врожайності сої відіграє ефективна система захисту рослин. Використання сучасних вентиляторних обприскувачів забезпечує рівномірне покриття рослин робочою рідиною, підвищення ефективності дії пестицидів та зменшення втрат препаратів. Це дозволяє покращити фітосанітарний стан посівів та забезпечити стабільне формування високого врожаю.

Отже, обґрунтований комплекс технологічних операцій із використанням сучасної високопродуктивної техніки є важливою умовою ефективного вирощування сої. Раціональне поєднання ґрунтообробних, посівних, захисних та збиральних операцій забезпечує підвищення продуктивності культури, зниження виробничих витрат та покращення економічної ефективності виробництва сої.

2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування сої

Однією з найважливіших умов ефективного вирощування сої є правильне обґрунтування технологічних параметрів виконання польових робіт та раціональний вибір сучасної техніки. Використання високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів дозволяє своєчасно виконувати агротехнічні операції, зменшувати енерговитрати та забезпечувати високу врожайність культури. Для господарства з площею посіву сої 250 га проведено розрахунок основних технологічних показників із використанням сучасної техніки: тракторів John Deere, Case IH, Fendt, посівних комплексів Horsch Maestro, вентиляторних обприскувачів Hardi Alpha Evo та зернозбиральних комбайнів CLAAS LEXION.

Основним показником ефективності роботи машинно-тракторного агрегату є його продуктивність. Змінна продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W_{зм}=0,1 \cdot B \cdot V \cdot T \cdot K$$

де $W_{зм}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зміну; B – ширина захвату агрегату, м; V – робоча швидкість руху, км/год; T – тривалість зміни, год; K – коефіцієнт використання часу зміни.

Для виконання першого лущення стерні використовується трактор John Deere 8R 340 у комплекті з дисковою бороною Horsch Joker 7 RT шириною захвату 7 м. Робоча швидкість агрегату становить 10 км/год, тривалість зміни – 7 год, коефіцієнт використання часу – 0,87.

Розрахунок продуктивності агрегату: $W_{зм}$ =0.1 · 7 · 10 · 7 · 0,87=42,7 га/зміну

Отримана продуктивність забезпечує виконання лущення стерні на площі 250 га протягом 6–7 днів. Використання сучасної широкозахватної дискової борони дозволяє якісно подрібнювати післяжнивні рештки та зменшувати втрати вологи з ґрунту.

Для другого лущення стерні на глибину 10–12 см продуктивність агрегату дещо зменшується через збільшення тягового опору ґрунту та становить 39,7 га/зміну. При глибшому обробітку на 12–14 см із використанням комбінованого агрегату продуктивність становить 23,6 га/зміну.

Кількість необхідних агрегатів визначається за формулою:

$$N_{агр} = \frac{F}{W_{зм} \cdot D}$$

де $N_{агр}$ – кількість агрегатів; F – площа виконання робіт, га; D – кількість робочих днів.

Для оранки на площі 250 га при продуктивності агрегату 8,8 га/зміну та тривалості робіт 3 дні: $N_{агр}$= 250/(8,8 · 3) = 9,47.

Отже, для виконання оранки в оптимальні агротехнічні строки необхідно 10 машинно-тракторних агрегатів.

Основний обробіток ґрунту є найбільш енергоємною операцією технології вирощування сої. Для його виконання використовується трактор Case IH

Magnum 340 у комплекті з оборотним плугом LEMKEN Diamant 11. Загальні витрати дизельного пального при виконанні оранки становлять 3450 кг.

Витрати пального визначають за формулою:

$$Q = G_{га} \cdot F$$

де Q – загальні витрати пального, кг; $G_{га}$ – питомі витрати пального на 1 га, кг/га; F – площа обробітку, га.

При питомих витратах пального 13,8 кг/га: Q = 13,8 · 250 = 3450 кг

Для оцінки енергоємності технологічних операцій визначають питомі енерговитрати:

$$E_п = \frac{Q \cdot q}{F}$$

де q – теплота згоряння дизельного пального, 42 МДж/кг.

Для оранки: $E_п$ = 3450 · 42 / 250=579,6 МДж/га.

Отримані результати свідчать про значну енергоємність процесу оранки. Саме тому використання сучасних енергонасичених тракторів дозволяє зменшити питомі витрати пального та скоротити строки виконання робіт.

Весняний комплекс технологічних операцій включає боронування, шлейфування та передпосівну культивацію. Для закриття вологи використовують широкозахватні борони Great Plains 1300. Продуктивність агрегату при боронуванні становить:

$$W_{зм}=110 \text{ га/зміну}$$

При цьому витрати пального складають лише 1,1 кг/га, що робить операцію малозатратною з енергетичної точки зору.

Передпосівна культивація проводиться комбінованими агрегатами Köckerling Allrounder на глибину 5–6 см. Питомі витрати пального при цьому становлять 3,5 кг/га, а загальні витрати: Q = 3.5 · 250=875 кг.

Питомі енерговитрати при культивації: Еп=875 · 42 /250=147 МДж/га.

Використання комбінованих агрегатів дозволяє одночасно виконувати розпушення, вирівнювання та ущільнення ґрунту, що зменшує кількість проходів техніки по полю.

Однією з найвідповідальніших операцій є сівба сої. Для цього використовується сівалка точного висіву Horsch Maestro 24 SV. Завдяки електронним системам контролю висіву забезпечується рівномірне розміщення насіння та дотримання заданої норми висіву.

Продуктивність посівного агрегату: $W_{зм}$ = 41,5 га/зміну.

Загальні витрати пального при посіві: Q = 4,3 · 250=1075 кг

Питомі енерговитрати: $E_п$ =1075 · 42 / 250=180,6 МДж/га.

Після посіву проводять прикочування кільчасто-шпоровими котками, що забезпечує ущільнення верхнього шару ґрунту та покращує контакт насіння з вологою.

Особливе значення у технології вирощування сої має система захисту рослин. Для внесення гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів використовується сучасний вентиляторний обприскувач Hardi Alpha Evo.

Продуктивність вентиляторного обприскувача визначається за формулою: $W_{зм}$ = 0,1 · 24 · 12 · 6 · 0,85 = 146,9 га/зміну, де 24 м – ширина захвату; 12 км/год – швидкість руху агрегату.

Використання вентиляторного обприскування дозволяє забезпечити рівномірне покриття листкової поверхні та краще проникнення препарату у нижні яруси рослин.

Питомі витрати пального при обприскуванні становлять близько 0,6 кг/га: Q = 0,6 · 250 = 150 кг.

Питомі енерговитрати: $E_п$ = 150 · 42 / 250 = 25,2 МДж/га.

Невисокі енерговитрати та висока продуктивність роблять вентиляторні обприскувачі одними з найефективніших машин у технології вирощування сої.

Збирання врожаю виконується зернозбиральними комбайнами CLAAS LEXION 770 із соєвими жатками. Продуктивність комбайна при скошуванні становить 4,2 га/год.

Загальні витрати пального при збиранні: Q = 5,5 · 250=1375 кг.

Питомі енерговитрати: $E_п$ = 1375 · 422 / 50 = 231 МДж/га.

ПЛОЩА ПОСІВУ	ЦІЛЬ ВИРОЩУВАННЯ	ТЕХНОЛОГІЯ	ПЛАНОВА ВРОЖАЙНІСТЬ
250 га	Отримання високого та якісного врожаю сої	Інтенсивна, із застосуванням сучасної техніки	3,0–3,5 т/га

КОМПЛЕКС ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

№		ОПЕРАЦІЯ	АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ (глибина, норма тощо)	СТРОКИ ВИКОНАННЯ	ТЕХНІКА ТА АГРЕГАТ	ПРОДУКТИВНІСТЬ (га/зміну)	ПОТРЕБА (агрегатів)	ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО (кг)
1. ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ГРУНТУ	1	Лущення стерні	6–8 см	17–24/07	John Deere 8R 340 + Horsch Joker 7 RT	42,7	1	1200
	2	Лущення стерні	10–12 см	27/07–03/08	John Deere 8R 340 + Horsch Joker 7 RT	39,7	1	1350
	3	Лущення стерні	12–14 см	15–21/09	John Deere 8R 340 + Köckerling Vector	23,6	2	2000
	4	Внесення прогресивних мінеральних добрив	74,8 ц д.р./га	20–21/10	Fendt 936 Vario + AMAZONE ZA-TS 4200	98,0	1	44,9
2. УДОБРЕННЯ	5	Змішування мінеральних добрив	74,8 ц д.р./га	20–21/10	МТЗ-80 + СЗУ-20	140,0	1	53,9
	6	Внесення мінеральних добрив (разом із NPK)	74,8 ц д.р./га	20–21/10	МТЗ-80 + 1РМГ-4	30,0	2	127,2
	7	Оранка	25–27 см	20–22/10	Case IH Magnum 340 + LEMKEN Diamant 11	8,8	5	3450
3. ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК	8	Снігозатримання	–	15–16/01	John Deere 8R 340 + СВУ-2,6	48,5	3	475
	9	Боронування	–	01–03/04	John Deere 8R 340 + Great Plains 1300	110,0	1	275
	10	Шлейфування	–	04–05/04	ДТ-75М + ЗБ-2,5	62,4	2	325
4. ПЕРЕДПОСІВНИЙ ОБРОБІТОК	11	Передпосівна культивація	5–6 см	05–07/04	John Deere 8R 340 + Köckerling Allrounder	37,4	2	875
	12	Погрузка насіння	–	05–07/04	ЮМЗ-6 + ЛЕ-0,8	60,0	1	629
	13	Транспортування насіння	–	05–07/04	УЗСА-40	36,4	1	–
5. ПОСІВ	14	Посів	–	05–07/04	John Deere 8R 340 + Horsch Maestro 24 SV	41,5	2	1075
	15	Прикочування	–	05–07/04	ДТ-75М + ЗККШ-6А	52,8	2	350
6. ЗАХИСТ РОСЛИН	16	Транспортування води	–	08–09/04	John Deere 8R 340 + Joskin Aqua Trans (РЖТ-8)	12,0 т/зм.	4	276,8
	17	Приготування розчину гербіцидів	–	08–09/04	МТЗ-80 + СТК-5	70,0	1	54,6
	18	Транспортування розчину гербіцидів	–	08–09/04	John Deere 8R 340 + Joskin Aqua Trans (РЖТ-8)	12,0 т/зм.	4	276,8
	19	Обприскування (гербіциди)	–	08–09/04	Hardi Alpha Evo (вентиляторний)	37,0	4	150
	20	Боронування посівів	–	09–10/04	John Deere 8R 340 + Great Plains 1300	90,0	1	250
	21	Боронування посівів	–	17–18/04	John Deere 8R 340 + Great Plains 1300	90,0	1	250
	22	Транспортування води гдокімікатів	–	10–11/06	John Deere 8R 340 + Joskin Aqua Trans (РЖТ-8)	12,0 т/зм.	4	276,8
	23	Приготування розчину ядокімікатів	–	10–11/06	МТЗ-80 + СТК-5	70,0	1	150
	24	Транспортування розчину ядокімікатів	–	10–11/06	John Deere 8R 340 + Joskin Aqua Trans (РЖТ-8)	12,0 т/зм.	4	1150
	25	Обприскування (фунгіциди, інсектициди)	–	10–11/06	Hardi Alpha Evo (вентиляторний)	37,0	4	2000
7. ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ	26	Скошування	–	02–04/07	CLAAS LEXION 770 + соєва жатка	4,2 га/год	10	1375
	27	Обмолот валків	–	06–09/07	CLAAS LEXION 770	7,0 га/год	5	1500
	28	Транспортування соломи	–	06–09/07	МТЗ-80 + 2ПТС-4-887	37,0	5	–
	29	Скирдування соломи	–	06–09/07	ЮМЗ-6 + ПФ-0,5	25,0	7	150
	30	Транспортування зерна	–	06–09/07	САЗ-3503	36,4	4	276

ЗАГАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ	Загальна площа	Загальні витрати пального	Питомі витрати пального	Сумарні енерговитрати	Сумарні трудовитрати	Коефіцієнт використання машинного часу
	250 га	≈ 12 975 кг	≈ 51,9 кг/га	≈ 2 180 МДж/га	≈ 2,6 люд.-год/га	0,80–0,90

Рисунок 2.1 – План механізованих робіт вирощування сої

Для транспортування зерна використовують сучасні автомобілі MAN та Scania із причепами великої вантажопідйомності. Це дозволяє оперативно вивозити зерно від комбайнів та зменшувати простої збиральної техніки.

Сумарні витрати дизельного пального на виконання основних технологічних операцій становлять: $Q_{заг}$ = 12975 кг.

Таким чином, для вирощування сої на площі 250 га необхідно близько 13 т дизельного пального.

Загальні питомі енерговитрати технології вирощування сої: $E_{заг}$ = 12975 · 42 / 250 = 2179,8 МДж/га.

Проведені розрахунки свідчать, що використання сучасної високопродуктивної техніки дозволяє скоротити строки виконання польових робіт, зменшити витрати праці та пального, підвищити якість виконання технологічних операцій та забезпечити формування високого врожаю сої. Особливо важливим є використання сучасних вентиляторних обприскувачів, які забезпечують ефективний захист рослин та підвищують результативність застосування пестицидів.

2.3 Висновки з розділу

У результаті проведеного обґрунтування комплексу технологічних операцій при вирощуванні сої встановлено, що ефективність виробництва культури значною мірою залежить від раціонального підбору сучасної техніки, дотримання агротехнічних строків виконання робіт та оптимізації технологічних параметрів машинно-тракторних агрегатів.

Проведений аналіз показав, що для вирощування сої на площі 250 га доцільно використовувати сучасні енергонасичені трактори John Deere, Case IH, Fendt, комбіновані ґрунтообробні агрегати Horsch та Köckerling, сівалки точного висіву Horsch Maestro 24 SV, вентиляторні обприскувачі Hardi Alpha Evo та зернозбиральні комбайни CLAAS LEXION 770. Використання сучасної техніки забезпечує підвищення продуктивності польових робіт, зниження витрат пального та скорочення тривалості виконання технологічних операцій.

Установлено, що найбільш енергоємними операціями є основний обробіток ґрунту, посів та збирання врожаю. Питомі енерговитрати при виконанні оранки становлять близько 580 МДж/га, при посіві – 180,6 МДж/га, а під час

збирання врожаю – понад 230 МДж/га. Разом із тим застосування сучасних широкозахватних агрегатів дозволяє суттєво зменшити експлуатаційні витрати та підвищити ефективність використання машинно-тракторного парку.

У процесі розрахунків визначено, що загальна потреба у дизельному пальному для вирощування сої на площі 250 га становить приблизно 12,9–13,0 т, а середні питомі витрати пального – близько 51,9 кг/га. Загальні питомі енерговитрати технології складають приблизно 2180 МДж/га.

Особливу увагу приділено системі захисту рослин та використанню сучасного вентиляторного обприскувача Hardi Alpha Evo. Встановлено, що вентиляторний спосіб обприскування забезпечує краще проникнення робочої рідини у густий рослинний покрив сої, рівномірніше покриття листкової поверхні та підвищення ефективності застосування гербіцидів, фунгіцидів і інсектицидів. Це дозволяє зменшити втрати препаратів, покращити фітосанітарний стан посівів та підвищити врожайність культури.

Розрахунок продуктивності машинно-тракторних агрегатів показав, що використання сучасної техніки дозволяє забезпечити виконання всіх технологічних операцій у встановлені агротехнічні строки. Зокрема, продуктивність сучасного вентиляторного обприскувача становить близько 147 га/зміну, а посівного агрегату – понад 41 га/зміну, що значно перевищує показники застарілої техніки.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ОБПРИСКУВАЧА

3.1 Удосконалення вентиляторного обприскувача та оцінка його ефективності при вирощуванні сої

Обприскування належить до основних способів внесення пестицидів під час захисту сільськогосподарських культур. Суть процесу полягає у нанесенні на поверхню рослин або ґрунту дрібнодисперсних крапель робочої рідини у вигляді розчинів, емульсій чи суспензій, що містять засоби захисту рослин.

Залежно від норми витрати робочої рідини розрізняють традиційне, малооб'ємне та ультрамалооб'ємне обприскування. При традиційному способі витрата робочої рідини становить 1000–2000 л/га у садівництві, 600–800 л/га на виноградниках та 200–400 л/га на польових культурах. Такий метод характеризується значними витратами води, пального та трудових ресурсів, а також порівняно низькою продуктивністю.

За принципом утворення краплин обприскувачі поділяються на гідравлічні та пневматичні. Залежно від типу приводу і конструктивного виконання розрізняють ранцеві, тракторні, автомобільні та авіаційні обприскувачі. Тракторні машини можуть бути навісними, причіпними або комбінованими.

Для підвищення ефективності внесення пестицидів було проведено удосконалення вентиляторного обприскувача. Після модернізації агрегат стало можливим використовувати не лише у садівництві, а й як польовий обприскувач для захисту посівів сої. Це дозволило значно підвищити економічність роботи агрегату, зменшити витрати робочої рідини, пального та скоротити тривалість виконання технологічних операцій.

Для оцінки ефективності модернізованого агрегату було проведено порівняльний аналіз із серійним штанговим обприскувачем ОП-2000-2-01, ширина захвату якого становить 18–22 м. Після внесення конструктивних змін робоча ширина захвату обприскувача ОПВ-2000 збільшилася до 30–40 м, що дозволило суттєво підвищити його продуктивність.

Крім того, модернізований агрегат забезпечує значне зниження норми витрати робочої рідини. Для серійного штангового обприскувача витрата становить 100–300 л/га, тоді як для удосконаленого вентиляторного агрегату вона зменшилася до 10–50 л/га. Це дозволяє скоротити витрати води, зменшити кількість заправок та підвищити продуктивність виконання робіт.

Для визначення продуктивності агрегатів використовується формула:

$$W = 0{,}1 \cdot B_р \cdot V_р \cdot \tau$$

де $B_р$ – робоча ширина захвату, м; $V_р$ – робоча швидкість руху, км/год; τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Для штангового обприскувача при ширині захвату 20 м, швидкості руху 8 км/год та коефіцієнті використання часу 0,7 продуктивність становить:

$$W_{шт} = 0{,}1 \cdot 20 \cdot 8 \cdot 0{,}7 = 11{,}2 \text{ га/год}$$

Для удосконаленого вентиляторного обприскувача при ширині захвату 35 м:

$$W_{вд} = 0{,}1 \cdot 35 \cdot 8 \cdot 0{,}7 = 19{,}6 \text{ га/год}$$

Отримані результати свідчать, що продуктивність модернізованого агрегату зросла майже у 1,75 раза порівняно зі штанговим обприскувачем.

Для оцінки витрат пального використовується формула:

$$G = N_e \cdot K_з \cdot g_e / W_г$$

де N_e – номінальна потужність двигуна, кВт; $K_з$ – коефіцієнт завантаження двигуна; g_e – питома витрата пального, кг/кВт·год; $W_г$ – годинна продуктивність агрегату, га/год.

Для серійного штангового обприскувача: $G_{шт} = (58{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}26) / 11{,}2 = 1{,}22$ кг/га.

Для модернізованого вентиляторного агрегату: $G_{вд} = (58{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}26) / 19{,}6 = 0{,}7$ кг/га.

Таким чином, удосконалений обприскувач забезпечує зменшення витрат пального майже на 43%. Це дозволяє суттєво знизити експлуатаційні витрати та підвищити економічну ефективність захисту посівів сої.

Покращення техніко-економічних показників досягнуто завдяки внесенню ряду конструктивних змін у вентиляторний обприскувач ОПВ-2000.

Першим важливим удосконаленням стала зміна конструкції сопла, через яке під дією вентилятора здійснюється подача та розпилення робочої рідини. У зоні розташування вентилятора та форсунок було зменшено діаметр сопла, що забезпечило підвищення швидкості повітряного потоку. У результаті цього збільшилася швидкість вильоту краплин робочої рідини та покращилася якість їх транспортування до рослин.

Крім того, збільшення довжини сопла дозволило підвищити дальність польоту розпиленої рідини з урахуванням напряму вітру. Це сприяло більш рівномірному покриттю рослинного покриву та зменшенню втрат препарату під час внесення.

Другим важливим конструктивним удосконаленням стало збільшення ширини колії агрегату шляхом перестановки маточин опорних коліс. Це забезпечило підвищення стійкості обприскувача під час роботи на великих швидкостях і зменшило ризик його бокового зміщення на нерівностях поля.

Завдяки проведеним удосконаленням вентиляторний обприскувач ОПВ-2000 став більш продуктивним, економічним та ефективним при захисті посівів сої. Застосування такого агрегату дозволяє суттєво скоротити витрати пального та робочої рідини, підвищити якість обприскування та забезпечити більш ефективне використання пестицидів у сучасних технологіях вирощування сої.

3.2 Конструктивне вдосконалення вентиляторного обприскувача та особливості його роботи

У результаті модернізації серійного вентиляторного обприскувача ОПВ-2000 з’явилася можливість ефективного використання агрегату не лише у садівництві, а й для обробки посівів польових культур, зокрема сої та зернових. Проведені конструктивні зміни дозволили підвищити продуктивність машини, покращити якість внесення робочої рідини та розширити ширину робочого захвату.

Основним елементом удосконалення стала модернізація конструкції сопла вентиляторно-розпилювального пристрою. Завдяки зміні геометричних параметрів сопла вдалося збільшити швидкість повітряного потоку та підвищити інтенсивність розпилення робочої рідини. Це забезпечило збільшення дальності польоту краплин і дало можливість розширити робочу ширину захвату агрегату, що безпосередньо вплинуло на зростання продуктивності обприскувача.

При цьому основні вузли та механізми базової конструкції обприскувача залишилися без змін. До них належать резервуар із гідравлічною мішалкою, насосний агрегат, карданні передачі, регулятор тиску, силовий привід та вентиляторно-розпилювальний пристрій із завитком для формування повітряного потоку.

Привід робочих органів здійснюється від вала відбору потужності трактора через карданну передачу та двоступеневий редуктор. Від редуктора передається крутний момент на робоче колесо вентилятора та колінчастий вал насоса. Наявність двох ступенів редуктора дозволяє більш раціонально використовувати потужність енергетичного засобу та забезпечує можливість зміни інтенсивності повітряного потоку залежно від умов роботи й типу культури.

Технологічний процес роботи модернізованого обприскувача здійснюється таким чином. Перед початком виконання технологічної операції тракториствмикає вал відбору потужності та вибирає необхідний режим роботи агрегату. Після цього за допомогою важеля гідророзподільника відкривається подача робочої рідини до вентиляторно-розпилювального пристрою.

Робоча рідина з резервуара через систему клапанів та фільтр надходить до насоса, який створює необхідний тиск у системі. Далі рідина подається до регулятора тиску та гідравлічної мішалки, що забезпечує підтримання однорідної концентрації робочого розчину в баку.

Необхідна кількість робочої рідини, яка встановлюється регулюванням гайки регулятора тиску, через вентиль подається до вентиляторно-розпилювального пристрою. Надлишок рідини через переливну магістраль повертається

назад у резервуар, що забезпечує стабільність тиску в системі та безперервне перемішування робочого розчину.

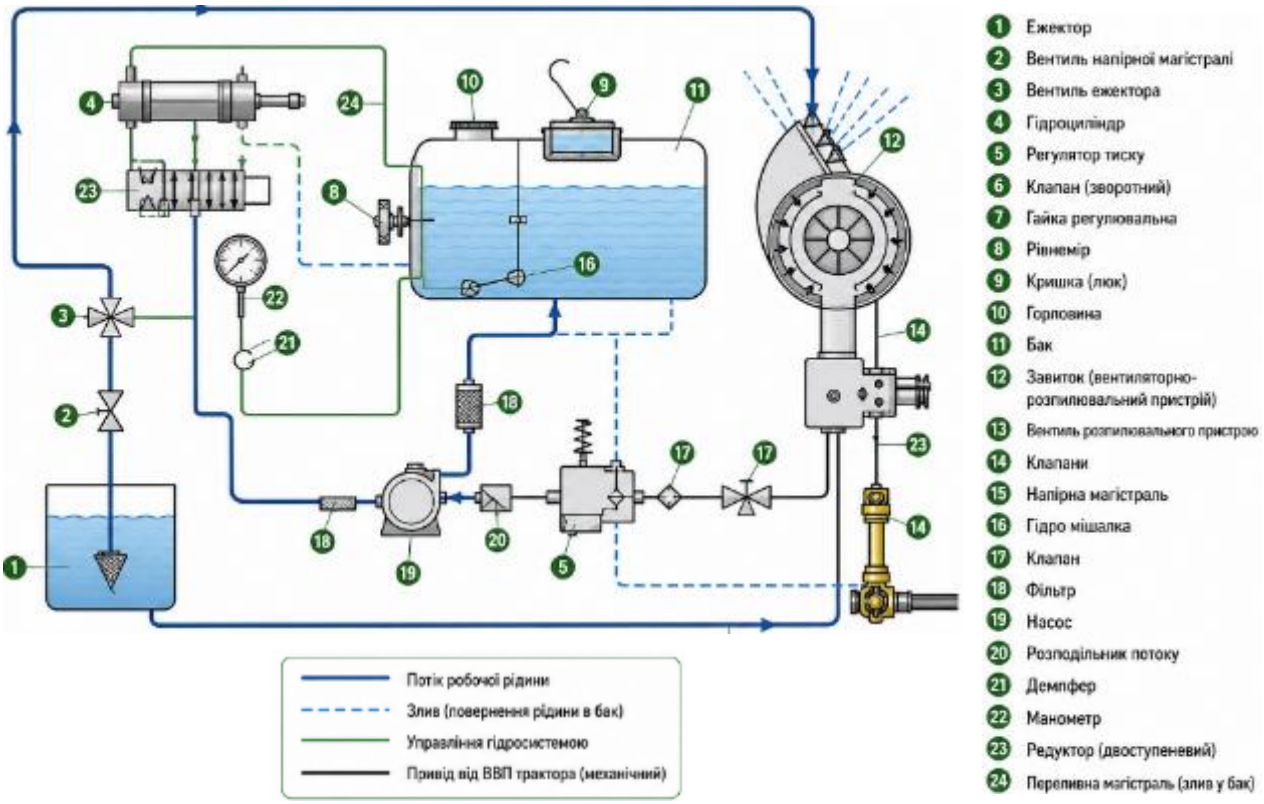


Рисунок 3.1 – Схема роботи обприскувача

У вентиляторно-розпилювальному пристрої рідина розпилюється на дрібнодисперсні краплі та за допомогою потужного повітряного потоку транспортується до рослин. Завдяки цьому забезпечується краще проникнення препарату в рослинний покрив і більш рівномірне покриття листкової поверхні. При припиненні подачі робочої рідини система забезпечує очищення розпилювального пристрою від залишків препарату.

Заправлення резервуара обприскувача може здійснюватися як пересувними заправними засобами, так і за допомогою системи самозаправки. При централізованому заправленні рідина подається через спеціальний клапан у горловині бака, проходить фільтрацію, а її рівень контролюється рівнеміром.

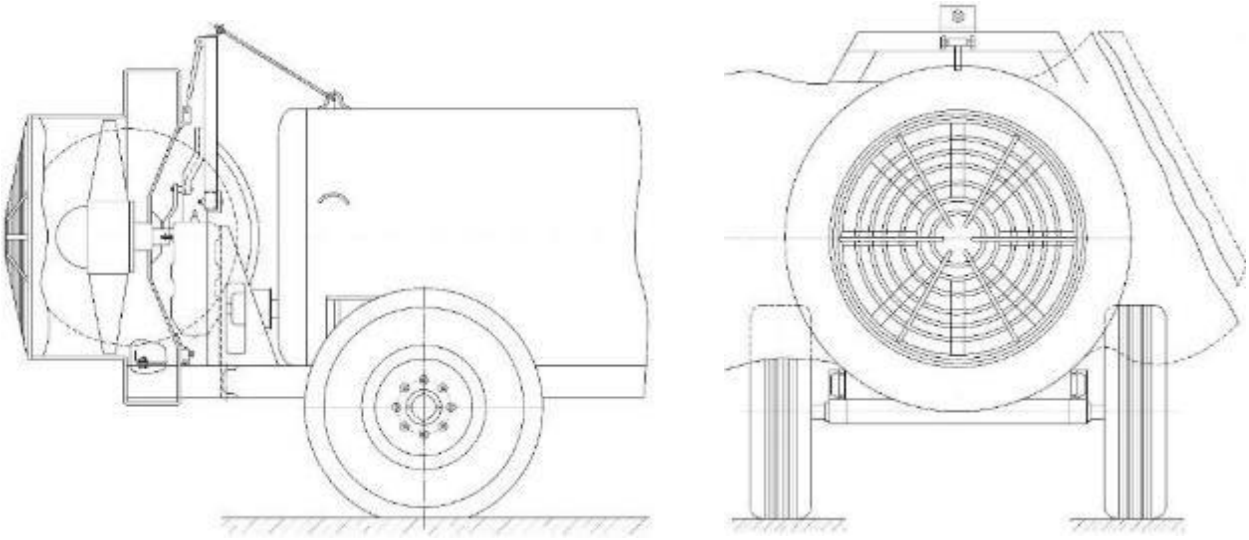


Рисунок 3.2 – Конструктивна схема обприскувача

Самозаправка бака виконується за допомогою гідравлічного ежектора, який підключений до напірної магістралі через окремий вентиль. Під час роботи ежектора вентиль напірної магістралі перекривається, а залишки робочої рідини зливаються через спеціальний клапан. Така система дозволяє значно скоротити час підготовки агрегату до роботи та підвищити автономність його використання в польових умовах.

Регулювання обприскувача на задану норму внесення робочої рідини здійснюється залежно від типу культури та умов роботи. Необхідна норма внесення забезпечується зміною ширини робочого захвату, швидкості руху агрегату, кількості встановлених розпилювачів, діаметра їх вихідних отворів та робочого тиску в напірній магістралі.

Завдяки проведеним конструктивним удосконаленням вентиляторний обприскувач ОПВ-2000 став більш універсальним, продуктивним та економічним. Його використання при вирощуванні сої дозволяє зменшити витрати робочої рідини та пального, підвищити якість внесення пестицидів і забезпечити ефективний захист рослин від бур’янів, хвороб та шкідників.

3.3 Розрахунок міцності зварного з’єднання модернізованого обприскувача

Для забезпечення надійної роботи модернізованого обприскувача необхідно виконати перевірочний розрахунок міцності зварного з’єднання елементів конструкції. Вихідними даними для проведення розрахунку є навантаження на зварний шов (F = 400) Н, товщина листового елемента (δ = 10) мм, відстань прикладання сили (a = 160) мм та довжина шва (l = 60) мм. Зварювання виконується ручним способом із використанням електродів типу Е42.

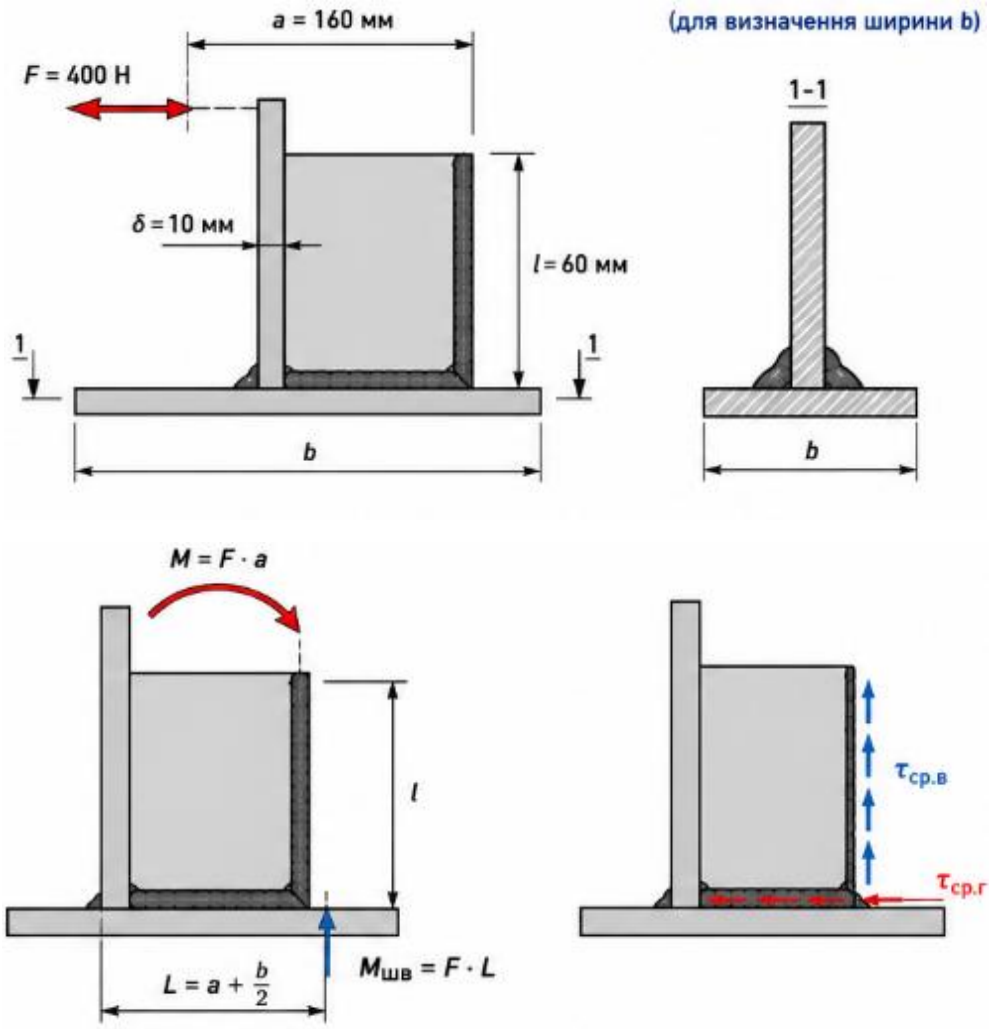


Рисунок 3.3 – Схема до розрахунку міцності зварного з’єднання

Першим етапом розрахунку є визначення необхідної ширини листа з умови забезпечення міцності конструкції. Розрахунок проводиться за допустимими напруженнями згину.

Згинальний момент у небезпечному перерізі визначається за формулою:

$$M=F \cdot a$$

Підставивши вихідні дані, отримаємо: M=400 · 0,16=64 Н·м.

Осьовий момент опору перерізу визначається виразом:

$$W = \frac{\delta \cdot b^2}{6}$$

Напруження згину при цьому становитиме:

$$\sigma = \frac{6 \cdot F \cdot a}{\delta \cdot b^2}$$

Для забезпечення необхідного запасу міцності повинна виконуватись умова:

$$\sigma \leq [\sigma]$$

Допустиме напруження визначається з урахуванням границі текучості матеріалу та коефіцієнта запасу міцності:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T}$$

де σ_T = 220 МПа – границя текучості матеріалу; n_T = 1,5 – коефіцієнт запасу міцності.

Тоді необхідна ширина листа:

$$b = \sqrt{\frac{6 \cdot F \cdot a \cdot n_T}{\delta \cdot \sigma_T}}$$

Після підстановки числових значень:

$$b = \sqrt{\frac{6 \cdot 400 \cdot 0.16 \cdot 1.5}{0.01 \cdot 220 \cdot 10^6}} = 0.0213 \text{ м}$$

Отже, розрахункова ширина листа становить: b = 22 мм.

Наступним етапом є визначення моменту, який виникає у зварному шві:

$$M_{\text{шв}} = F \cdot L$$

де

$$L = a + \frac{b}{2}$$

Після підстановки значень: L=160+22/2=171 мм.

Тоді момент у шві становить: $M_{шв}$=400 · 0,171=68,4 Н·м.

Загальний момент у шві складається з моментів у горизонтальній та вертикальній частинах шва:

$$M_{шв} = M_г + M_в$$

Для визначення дотичних напружень у шві використовується приведена сила, прикладена до центра ваги привареного листа:

$$F_r = l \cdot 0.7 \cdot k \cdot \tau_{ср}$$

де k = 10 мм – катет зварного шва.

Момент від приведеної сили:

$$M_r = F_r \cdot (b + k)$$

Після перетворення отримуємо:

$$M_r = l \cdot 0.7 \cdot k \cdot (b + k) \cdot \tau_{ср}$$

Момент у вертикальній частині шва визначається:

$$M_в = \frac{0.7 \cdot k \cdot b^2}{6} \cdot \tau_{ср}$$

Оскільки у місці перетину швів дотичні напруження в горизонтальній та вертикальній частинах однакові, сумарні дотичні напруження від моменту визначаються:

$$\tau_{ср.м} = \frac{M_{шв}}{0.7 \cdot k \cdot l \cdot (b+k) + 0.7 \cdot k \cdot \frac{b^2}{6}}$$

Після підстановки числових значень: $\tau_{ср.м}$ = 5,4 МПа

Напруження у швах від безпосередньої дії сили визначаються:

$$\tau_{ср.F} = \frac{F}{(2l+b) \cdot 0.7 \cdot k}$$

Після підстановки вихідних даних: $\tau_{ср.F}$ =0,4 МПа.

Сумарні напруження у зварному шві становлять:

$$\tau_{ср} = \tau_{ср.м} + \tau_{ср.F} = 5.4 + 0.4 = 5.8 \text{ МПа}$$

Для забезпечення надійної роботи конструкції повинна виконуватись умова міцності:

$$\tau_{\text{ср}} \leq [\tau]$$

Допустиме дотичне напруження для матеріалу шва визначається:

$$[\tau] = 0.6[\sigma]$$

При допустимому нормальному напруженні: σ = 146 МПа отримуємо: τ = 0,6 · 146=87 МПа

Порівнюючи отримані результати: 5,8 < 87 МПа можна зробити висновок, що зварне з'єднання має достатній запас міцності та працює у безпечному режимі. Отримані результати свідчать про надійність конструкції модернізованого обприскувача та можливість його ефективної експлуатації при виконанні технологічних операцій із захисту посівів сої.

3.4 Розрахунок тяги кріплення поворотного механізму обприскувача

Для забезпечення надійної роботи поворотного механізму модернізованого обприскувача необхідно виконати перевірочний розрахунок тяги кріплення на міцність. Вихідними даними для розрахунку є вага поворотного пристрою G = 250 Н, відстань a = 170 мм та плече прикладання сили b = 290 мм.

На основі розрахункової схеми кріплення поворотного механізму визначається зусилля, яке діє у тязі (АС). Для цього записуємо рівняння рівноваги моментів відносно точки кріплення:

$$G \cdot a - N_{AC} \cdot b = 0$$

Звідси зусилля у тязі визначається:

$$N_{AC} = \frac{G \cdot a}{b}$$

Після підстановки числових значень отримуємо:

$$N_{AC} = \frac{250 \cdot 170}{290} = 147 \text{ Н}$$

Отже, тяга сприймає навантаження величиною 147 Н.

Для визначення необхідної площі поперечного перерізу тяги використовують умову міцності при розтягу:

$$\sigma = \frac{N_{AC}}{A} \leq [\sigma]$$

де A – площа поперечного перерізу тяги; σ – допустиме напруження для матеріалу.

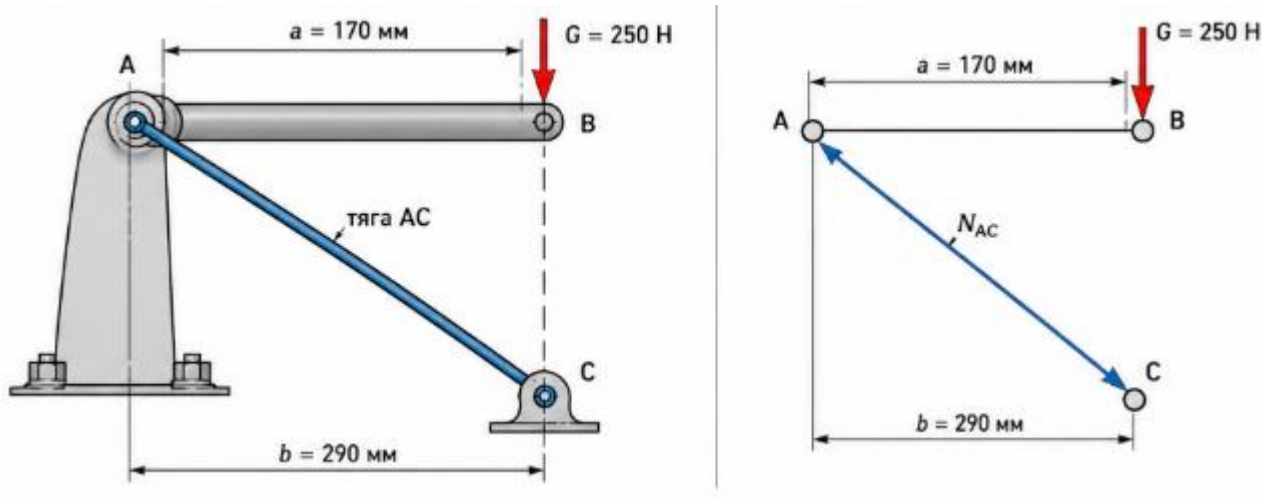


Рисунок 3.4 – Схема до розрахунку тяги кріплення поворотного механізму

Оскільки тяга має круглий поперечний переріз, площа визначається за формулою:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

Підставляючи вираз площі у формулу міцності, отримуємо:

$$\frac{4 \cdot N_{AC}}{\pi d^2} \leq [\sigma]$$

Звідси мінімально допустимий діаметр тяги:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot N_{AC}}{\pi \cdot [\sigma]}}$$

При допустимому напруженні σ = 140 МПа після підстановки числових значень отримуємо:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 147}{3.14 \cdot 140 \cdot 10^6}} = 0.01 \text{ м}$$

Отже, мінімально допустимий діаметр тяги становить: d = 10 мм.

За результатами розрахунку для конструкції приймається тяга діаметром 10 мм, що забезпечує необхідний запас міцності та надійну роботу поворотного механізму обприскувача під час експлуатації.

3.5 Висновки з розділу

У результаті проведених досліджень та розрахунків встановлено, що модернізація вентиляторного обприскувача ОПВ-2000 дозволяє значно підвищити ефективність технологічного процесу захисту посівів сої. Виконані конструктивні вдосконалення сприяли збільшенню ширини захвату агрегату, покращенню якості розпилення робочої рідини та підвищенню продуктивності машини.

У ході аналізу встановлено, що модернізований обприскувач забезпечує зменшення витрат робочої рідини з 100–300 л/га до 10–50 л/га, що дозволяє суттєво скоротити витрати води та підвищити економічність виконання технологічних операцій. Завдяки збільшенню ширини захвату до 30–40 м продуктивність агрегату зросла з 11,2 до 19,6 га/год, тобто майже у 1,75 раза.

Розрахунки витрат пального показали, що модернізований вентиляторний обприскувач забезпечує зниження питомих витрат пального з 1,22 до 0,7 кг/га. Проведені конструктивні вдосконалення сопла вентиляторно-розпилювального пристрою дозволили збільшити швидкість повітряного потоку та покращити транспортування дрібнодисперсних краплин робочої рідини до рослин. Збільшення довжини сопла забезпечило підвищення дальності польоту краплин та рівномірніше покриття рослинного покриву. Крім того, розширення колії агрегату підвищило його стійкість під час роботи у польових умовах.

У процесі виконання розрахунків міцності встановлено, що зварне з’єднання модернізованої конструкції має достатній запас міцності. Розрахункові дотичні напруження у швах становлять 5,8 МПа, що значно менше допустимого значення 87 МПа. Це свідчить про надійність та безпечність роботи зварного з’єднання в експлуатаційних умовах. Також було виконано розрахунок тяги кріплення поворотного механізму обприскувача. У результаті визначено, що зусилля у тязі становить 147 Н, а мінімально допустимий діаметр тяги – 10 мм. Отримані результати підтверджують достатню міцність елемента та його надійну роботу під дією експлуатаційних навантажень.

4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБПРИСКУВАННЯ

Одним із найважливіших елементів технології вирощування сої є своєчасне та якісне внесення засобів захисту рослин. Ефективність застосування гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів значною мірою залежить від правильної організації технологічного процесу обприскування, вибору раціональних режимів роботи агрегату та узгодження всіх елементів операційно-технологічної карти.

Для виконання обприскування посівів сої запропоновано використовувати модернізований вентиляторний обприскувач ОПВ-2000, агрегатований із трактором класу 1,4–2,0, наприклад John Deere 6120M або New Holland T6.175. Завдяки вдосконаленій конструкції сопла та збільшеній ширині захвату агрегат забезпечує високу продуктивність роботи та якісне покриття рослин робочою рідиною.

Операційно-технологічна карта розробляється для виконання обприскування посівів сої на площі 250 га у фазу активного росту рослин із застосуванням фунгіцидного препарату. Норма витрати робочої рідини для модернізованого вентиляторного обприскувача приймається на рівні 40 л/га. Робоча швидкість руху агрегату становить 8 км/год, а ширина захвату – 35 м.

Основним показником ефективності роботи агрегату є його продуктивність. Теоретична годинна продуктивність визначається за формулою:

$$W_г = 0,1 \cdot B \cdot V$$

де $W_г$ – годинна продуктивність агрегату, га/год; B – робоча ширина захвату, м; V – робоча швидкість руху, км/год.

Підставляючи значення для модернізованого обприскувача, отримуємо: $W_г = 0,1 \cdot 35 \cdot 8 =$ га/год.

Однак у реальних виробничих умовах необхідно враховувати втрати часу на розвороти, заправлення бака, технічне обслуговування та інші допоміжні операції. Тому експлуатаційну продуктивність визначають із урахуванням коефіцієнта використання часу зміни:

$$W_{експ} = W_г \cdot \tau$$

де τ = 0,7 – коефіцієнт використання часу зміни.

Тоді $W_{експ}$ =28 · 0,7 = 19,6 га/год.

Отримана продуктивність свідчить про високу ефективність використання модернізованого вентиляторного обприскувача.

Для визначення тривалості виконання робіт використовують формулу:

$$t = \frac{F}{W_{експ}}$$

де F – площа обробітку, га.

Для площі 250 га: t = 250/19,6=12,75 год.

Таким чином, для виконання обприскування всієї площі необхідно близько 13 годин роботи агрегату, тобто робота може бути виконана протягом двох змін.

Одним із важливих етапів розробки операційно-технологічної карти є визначення потреби у робочій рідині. Загальна кількість робочого розчину визначається:

$$Q_р = F \cdot q$$

де $Q_р$ – загальна кількість робочої рідини, л; q – норма витрати робочої рідини, л/га.

Після підстановки значень:

$$Q_р = 250 \cdot 40=10000 \text{ л}$$

Отже, для обробки площі 250 га необхідно 10 м³ робочої рідини.

Місткість резервуара модернізованого обприскувача становить 2000 л. Кількість заправок визначається:

$$n = \frac{Q_р}{V_б}$$

де $V_б$ – об’єм бака обприскувача, л.

Тоді n = 10000/2000}=5.

Таким чином, для виконання роботи необхідно виконати п’ять заправок бака.

Важливим показником ефективності роботи є витрати пального. Питомі витрати пального для трактора при роботі з вентиляторним обприскувачем приймаються на рівні 0,7 кг/га. Загальні витрати пального визначаються:

$$G = F \cdot g$$

де G – загальні витрати пального, кг; g – питомі витрати пального, кг/га.

Тоді $G = 250 \cdot 0{,}7 = 175$ кг.

Отримані результати свідчать про високу економічність модернізованого вентиляторного обприскувача.

Для забезпечення якісного внесення пестицидів необхідно правильно визначити робочий тиск у системі та продуктивність форсунок. Витрата рідини через одну форсунку визначається за формулою:

$$q_ф = \frac{Q \cdot V \cdot b}{600}$$

де $q_ф$ – витрата через одну форсунку, л/хв; Q – норма внесення, л/га; V – швидкість руху, км/год; b – крок між форсунками, м.

При нормі внесення 40 л/га, швидкості 8 км/год та кроці між форсунками 0,5 м: $q_ф = 40 \cdot 8 \cdot 0{,}5 / 600 = 0{,}27$ л/хв.

Для забезпечення стабільної роботи системи рекомендується підтримувати робочий тиск у межах 0,25–0,4 МПа.

Важливим елементом операційно-технологічної карти є організація руху агрегату по полю. Для зменшення непродуктивних втрат часу застосовується човниковий спосіб руху. Ширина поворотної смуги приймається 12–15 м залежно від габаритів агрегату та умов поля.

Робочий процес обприскування здійснюється у такій послідовності. Перед початком роботи проводять технічний огляд агрегату, перевіряють герметичність системи, роботу насоса, форсунок та вентилятора. Після цього виконують заправлення резервуара робочою рідиною та налаштовують норму внесення препарату.

Під час руху агрегату насос подає робочу рідину до вентиляторно-розпилювального пристрою, де вона розпилюється на дрібнодисперсні краплини та транспортується повітряним потоком до рослин. Завдяки високій швидкості

повітряного потоку забезпечується краще проникнення препарату у густий рослинний покрив сої та рівномірніше покриття листкової поверхні.

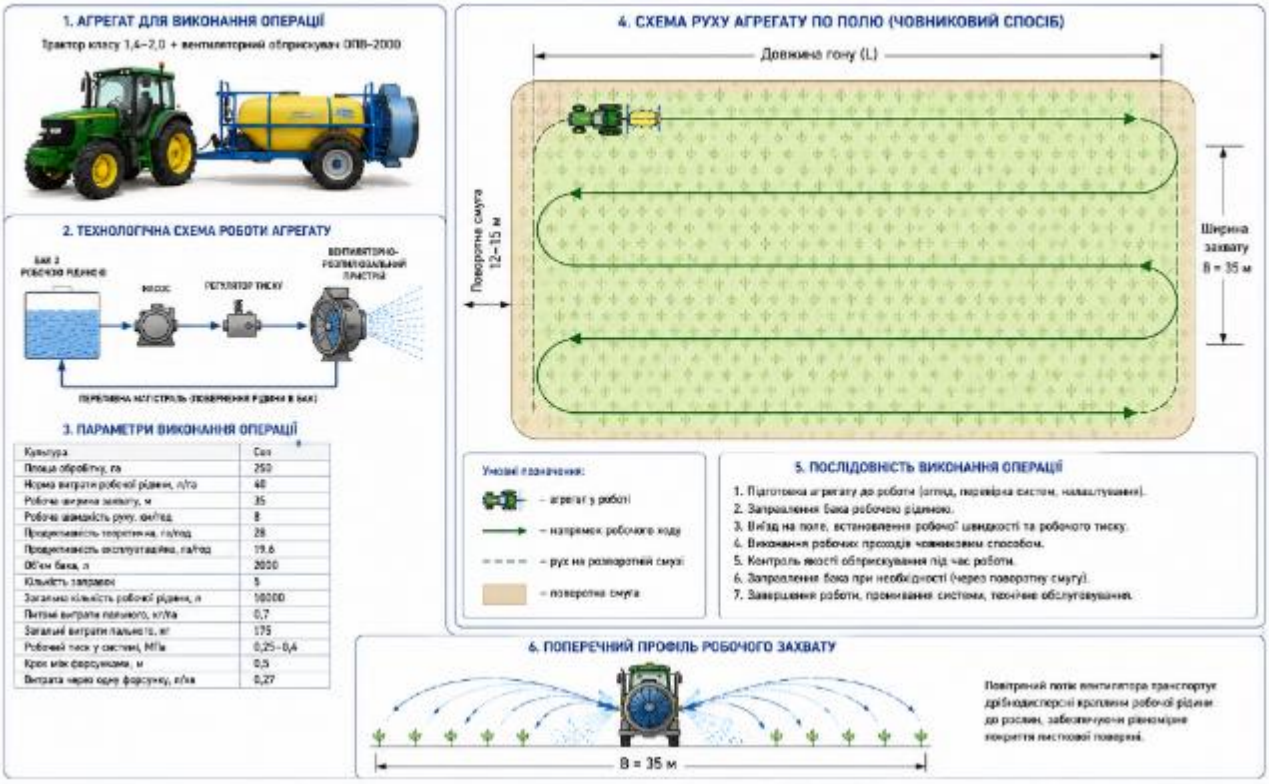


Рисунок 4.1 – Схема виконання технологічної операції – обприскування

Особливістю модернізованого вентиляторного обприскувача є можливість ефективної роботи при меншій нормі витрати робочої рідини порівняно зі штанговими машинами. Це дозволяє суттєво скоротити кількість заправок, зменшити витрати води та підвищити продуктивність роботи агрегату.

Використання модернізованого вентиляторного обприскувача при вирощуванні сої забезпечує низку переваг: підвищення продуктивності роботи, покращення якості внесення пестицидів, зменшення витрат пального та робочої рідини, а також скорочення експлуатаційних витрат.

Проведені розрахунки підтверджують, що застосування розробленої операційно-технологічної карти дозволяє забезпечити ефективне виконання обприскування посівів сої у встановлені агротехнічні строки та створює умови для підвищення врожайності культури.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Під час виконання технологічних операцій із захисту посівів сої особливого значення набувають питання охорони праці та захисту навколишнього середовища. Робота з обприскувачами пов'язана з використанням пестицидів, які можуть негативно впливати на здоров'я людини, тварин та екологічний стан довкілля. Тому під час експлуатації модернізованого вентиляторного обприскувача необхідно дотримуватися вимог безпеки праці, санітарно-гігієнічних норм та природоохоронних заходів.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами під час роботи з обприскувачем є токсична дія пестицидів, рухомі частини машинно-тракторного агрегату, підвищений рівень шуму, вібрації, можливість опіків хімічними речовинами, забруднення повітря робочої зони та ризик виникнення аварійних ситуацій під час транспортування та внесення робочих розчинів.

До роботи з обприскувачами допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання з охорони праці, інструктаж із безпечного поводження з пестицидами та мають посвідчення на право роботи з пестицидами і агрохімікатами. Працівники повинні бути ознайомлені з правилами експлуатації обприскувача, технологією приготування робочих розчинів та порядком дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

Перед початком роботи необхідно провести технічний огляд обприскувача. Особливу увагу приділяють перевірці герметичності трубопроводів, стану форсунок, фільтрів, насоса, карданної передачі та вентиляторно-розпилювального пристрою. Забороняється експлуатація агрегату при несправних системах подачі робочої рідини, пошкоджених шлангах або відсутності захисних кожухів на рухомих частинах машини.

Важливим елементом безпечної роботи є правильна організація приготування робочих розчинів. Приготування пестицидів необхідно виконувати на спеціально обладнаних майданчиках із твердим водонепроникним покриттям та

системою збору залишків робочої рідини. Майданчики повинні розташовуватися на відстані не менше 200 м від житлових будинків, водойм та місць утримання тварин.

Працівники, які виконують заправлення обприскувача та приготування робочих розчинів, повинні використовувати засоби індивідуального захисту: комбінезон, гумові рукавиці, захисні окуляри, респіратор та гумове взуття. Після завершення роботи засоби індивідуального захисту необхідно очистити та продезінфікувати.

При використанні модернізованого вентиляторного обприскувача особливу увагу необхідно приділяти роботі вентилятора та повітряному потоку. Під час роботи агрегату забороняється перебування сторонніх осіб у зоні дії розпилення, оскільки дрібнодисперсні краплини можуть переноситися повітряним потоком на значну відстань.

Роботи з внесення пестицидів рекомендується проводити у ранкові або вечірні години при швидкості вітру не більше 3–4 м/с та температурі повітря не вище 25 °C. Це дозволяє зменшити втрати робочої рідини через випаровування та знесення препарату за межі оброблюваної ділянки.

Під час роботи агрегату механізатор повинен постійно контролювати роботу системи обприскування, тиск у магістралі та рівномірність факела розпилення. Забороняється очищення форсунок ротом або продуванням стисненим повітрям без засобів захисту. Для очищення використовують спеціальні щітки або промивання чистою водою.

При транспортуванні пестицидів необхідно дотримуватися правил перевезення небезпечних вантажів. Препарати перевозять у герметичній заводській тарі з відповідним маркуванням. Забороняється транспортування пестицидів разом із харчовими продуктами, кормами або людьми.

Після завершення обприскування необхідно провести очищення системи обприскувача. Для цього резервуар та трубопроводи промивають чистою водою із додаванням нейтралізуючих речовин. Залишки робочої рідини забороняється

зливати на поверхню ґрунту або у водойми. Їх необхідно утилізувати відповідно до вимог екологічної безпеки.

Важливим напрямом охорони праці є забезпечення пожежної безпеки під час роботи обприскувача. На агрегаті повинні бути справні вогнегасники, а механізатор повинен знати правила користування ними. Забороняється паління та використання відкритого вогню під час роботи з пестицидами та паливно-мастильними матеріалами.

Особливе значення при використанні обприскувачів має захист навколишнього природного середовища. Нераціональне внесення пестицидів може призводити до забруднення ґрунту, водних ресурсів та атмосферного повітря. Тому використання модернізованого вентиляторного обприскувача повинно забезпечувати мінімальні втрати робочої рідини та високу рівномірність внесення препаратів.

Однією з переваг модернізованого вентиляторного обприскувача є зменшення норми витрати робочої рідини до 10–50 л/га. Це дозволяє скоротити загальну кількість пестицидів, які потрапляють у навколишнє середовище, та зменшити рівень хімічного навантаження на екосистему.

Завдяки збільшенню швидкості повітряного потоку та покращенню якості розпилення забезпечується краще осадження краплин на поверхні рослин і зменшується знесення препарату вітром. Це дозволяє підвищити ефективність використання пестицидів та зменшити їх втрати.

Для запобігання забрудненню водних об’єктів забороняється виконувати обприскування поблизу відкритих водойм та джерел питної води. Санітарно-захисна зона повинна становити не менше 300 м від річок, ставків та каналів.

Важливим заходом охорони навколишнього середовища є правильне поводження з тарою від пестицидів. Порожню тару необхідно збирати у спеціально відведених місцях та передавати на утилізацію спеціалізованим підприємствам. Забороняється повторне використання тари для господарських потреб.

Для зменшення негативного впливу на ґрунт необхідно суворо дотримуватись рекомендованих норм внесення препаратів та уникати перевищення

концентрації робочих розчинів. Надмірне використання пестицидів може призводити до накопичення токсичних речовин у ґрунті та погіршення його родючості.

Використання сучасного модернізованого вентиляторного обприскувача дозволяє значно підвищити екологічну безпеку технології захисту рослин. Завдяки високій продуктивності агрегату скорочується кількість проходів техніки по полю, зменшується ущільнення ґрунту та знижуються витрати пального.

Зменшення витрат дизельного пального позитивно впливає на екологічний стан довкілля, оскільки знижується кількість шкідливих викидів у атмосферу. Питомі витрати пального модернізованого обприскувача становлять близько 0,7 кг/га, що значно менше порівняно із традиційними штанговими машинами.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та природоохоронних заходів під час використання модернізованого вентиляторного обприскувача забезпечує безпечні умови праці для механізаторів, зменшує негативний вплив пестицидів на навколишнє середовище та підвищує екологічну ефективність технології вирощування сої.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОБПРИСКУВАЧА

Для оцінки ефективності впровадження модернізованого вентиляторного обприскувача проведено техніко-економічний аналіз його використання у технології вирощування сої та порівняння із серійним штанговим обприскувачем. Основною метою розрахунків є визначення економічної доцільності впровадження розробленої конструкції, оцінка витрат на її експлуатацію та визначення річного економічного ефекту.

У процесі розрахунків враховано сучасні ринкові ціни на дизельне пальне, насіння сої та матеріальні ресурси станом на 2026 рік. Середня вартість дизельного пального в Україні у 2026 році становить близько 75–88 грн/л. Для розрахунків приймаємо середню ціну дизельного пального 82 грн/л.

Встановлено, що модернізований вентиляторний обприскувач має дещо вищу вартість порівняно із серійним штанговим агрегатом через удосконалену конструкцію сопла, змінену систему подачі повітряного потоку та збільшену ширину захвату. Вартість серійного штангового обприскувача приймається на рівні 1,35 млн грн, тоді як модернізований вентиляторний обприскувач коштує близько 1,55 млн грн. Додаткові капіталовкладення становлять: Кд=1550000-1350000=200000 грн.

Незважаючи на вищу вартість, модернізований обприскувач забезпечує значно вищу продуктивність та менші експлуатаційні витрати. Продуктивність серійного штангового обприскувача становить 11,2 га/год, тоді як модернізований вентиляторний агрегат забезпечує 19,6 га/год. Це дозволяє скоротити тривалість виконання технологічної операції майже у 1,75 раза.

Для визначення трудових витрат на виконання обприскування використовують формулу:

$$T = F/W,$$

де T – затрати часу, год; F – площа обробітку, га; W – продуктивність агрегату, га/год.

Для серійного штангового обприскувача при площі 250 га: $T_{шт}$=250/11,2=22,3 год

Для модернізованого вентиляторного агрегату: $T_{вент}$=250/19,6=12,8 год.

Таким чином, використання модернізованого обприскувача дозволяє скоротити трудові витрати майже на 9,5 год при обробці 250 га.

Вартість оплати праці механізатора визначається виходячи із середньої погодинної оплати праці 240 грн/год.

Тоді витрати на оплату праці становлять: для штангового обприскувача: $C_{зп.шт}$=22,3 · 240=5352 грн; для модернізованого вентиляторного обприскувача: $C_{зп.вент}$=12,8 · 240=3072 грн.

Економія коштів на оплаті праці становить: $E_{зп}$=5352-3072=2280 грн.

Важливим показником ефективності є витрати паливно-мастильних матеріалів. Встановлено, що питомі витрати пального для серійного штангового обприскувача складають 1,22 кг/га, а для модернізованого вентиляторного агрегату – 0,7 кг/га.

Загальні витрати пального визначаються:

$$G=F \cdot g$$

Для штангового обприскувача: $G_{шт}$=250 · 1,22=305 кг. Для модернізованого вентиляторного обприскувача: $G_{вент}$=250 · 0,7=175 кг.

Економія дизельного пального становить: Δ G=305-175=130 кг.

Вартість паливно-мастильних матеріалів: для серійного обприскувача: $C_{пмм.шт}$=305 · 82=25010 грн.; для модернізованого агрегату: $C_{пмм.вент}$=175 · 82=14350 грн.

Економія витрат на паливо становить: $E_{пмм}$=25010-14350=10660 грн.

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою:

$$A= C \cdot H_a/100$$

де C – балансова вартість машини; H_a – норма амортизації.

При нормі амортизації 10 %:

для серійного обприскувача: $A_{шт}$=1350000 · 10/100=135000 грн.

для модернізованого: $A_{вент}$=1550000 · 10/100=155000 грн

Витрати на технічне обслуговування та ремонт приймаються на рівні 8 % від вартості машини.

Для серійного обприскувача: $C_{тоір.шт}$=1350000 · 0,08=108000 грн.

Для модернізованого агрегату: $C_{тоір.вент}$=1550000 · 0,08=124000 грн.

Незважаючи на дещо вищі амортизаційні витрати та витрати на технічне обслуговування, модернізований обприскувач забезпечує суттєве підвищення ефективності використання засобів захисту рослин.

Встановлено, що використання вентиляторного способу обприскування дозволяє зменшити норму витрати робочої рідини з 100–300 до 10–50 л/га. Це дозволяє скоротити витрати води, зменшити кількість заправок та підвищити продуктивність агрегату.

Завдяки кращому проникненню робочої рідини у рослинний покрив сої підвищується ефективність дії фунгіцидів та інсектицидів, що позитивно впливає на врожайність культури. За результатами розрахунків приріст урожайності сої становить близько 0,3 т/га.

При урожайності 4,2 т/га валовий збір збільшується: ΔВ=250 · 0.3=75 т.

Середня закупівельна ціна сої у 2026 році становить близько 19–21 тис. грн/т. Для розрахунків приймаємо 20000 грн/т.

Додатковий прибуток від підвищення врожайності: $П_д$=75 · 20000=1500000 грн.

Загальний річний економічний ефект визначається як сума економії експлуатаційних витрат та додаткового прибутку: Ер=1500000+10660+2280=1512940 грн.

Строк окупності додаткових капіталовкладень визначається:

$$Т_{ок}=К_д/Е_р$$

Після підстановки значень: $Т_{ок}$ =200000/1512940=0,13 року.

Отже, строк окупності модернізованого вентиляторного обприскувача становить приблизно 1,5 місяця роботи.

Таблиця 6.1 – Порівняльна техніко-економічна оцінка обприскувачів

Показник	Серійний штанговий	Модернізований вентиляторний
Вартість машини, грн	1350000	1550000
Ширина захвату, м	20	35
Продуктивність, га/год	11,2	19,6
Витрати робочої рідини, л/га	100–300	10–50
Питомі витрати пального, кг/га	1,22	0,7
Загальні витрати пального на 250 га, кг	305	175
Трудові витрати, год	22,3	12,8
Витрати на оплату праці, грн	5352	3072
Амортизаційні відрахування, грн	135000	155000
ТО і ремонт, грн	108000	124000
Додатковий прибуток, грн	–	1500000
Річний економічний ефект, грн	–	1512940
Строк окупності, років	–	0,13

Проведена техніко-економічна оцінка показала, що модернізований вентиляторний обприскувач, незважаючи на вищу вартість, забезпечує значно кращі експлуатаційні показники порівняно із серійним штанговим агрегатом. Завдяки збільшенню ширини захвату до 35 м продуктивність зросла з 11,2 до 19,6 га/год, а витрати робочої рідини та пального суттєво зменшилися. Також скоротилися трудові витрати та витрати на оплату праці. Використання модернізованого обприскувача забезпечує додатковий прибуток 1,5 млн грн, річний економічний ефект понад 1,51 млн грн, а строк окупності становить лише 0,13 року.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що ефективність обприскування сої залежить від конструкції обприскувача, типу розпилювачів та якості формування факела розпилення. Найбільш ефективними для сої є вентиляторні розпилювачі, які забезпечують краще проникнення робочої рідини у рослинний покрив та підвищують ефективність дії пестицидів.

2. Доведено, що використання сучасної техніки John Deere, Case IH, Horsch, Hardi Alpha Evo та CLAAS LEXION забезпечує підвищення продуктивності робіт і зниження витрат пального. Загальна потреба дизельного пального при вирощуванні сої на площі 250 га становить близько 13 т, а продуктивність вентиляторного обприскувача – до 147 га/зміну.

3. Встановлено, що модернізація обприскувача ОПВ-2000 дозволила збільшити ширину захвату до 30–40 м, підвищити продуктивність з 11,2 до 19,6 га/год та зменшити витрати робочої рідини до 10–50 л/га. Питомі витрати пального знизилися з 1,22 до 0,7 кг/га. Розрахунки підтвердили достатню міцність конструкції та надійність роботи агрегату.

4. Розроблена операційно-технологічна карта показала, що модернізований вентиляторний обприскувач забезпечує ефективний захист посівів сої та високу якість обприскування. При ширині захвату 35 м продуктивність агрегату становить 19,6 га/год, а загальна потреба у робочій рідині – 10 тис. л.

5. Проведена техніко-економічна оцінка показала, що модернізований вентиляторний обприскувач, незважаючи на вищу вартість, забезпечує значно кращі експлуатаційні показники порівняно із серійним штанговим агрегатом. Завдяки збільшенню ширини захвату до 35 м продуктивність зросла з 11,2 до 19,6 га/год, а витрати робочої рідини та пального суттєво зменшилися. Також скоротилися трудові витрати та витрати на оплату праці. Використання модернізованого обприскувача забезпечує додатковий прибуток 1,5 млн грн, річний економічний ефект понад 1,51 млн грн, а строк окупності становить лише 0,13 року.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Чехова І. Соціально-економічне значення продукції олійних культур // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2021. № 30. С. 146–157.

2. Кузьменко О., Бєлка О., Гайдаш Є. Науково-технічна діяльність Інституту олійних культур НААН щодо забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектору України // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2021. № 31. С. 160–168.

3. Костецька К., Осокіна Н., Герасимчук О. Підвищення якості насіння сої // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2023. № 34. С. 46–60.

4. Гайдаш Є., Кузьменко О., Бєлка О. Основні олійні культури в реєстрі сортів рослин України // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2023. № 35. С. 115–126.

5. Квасніцька Л. С., Войтова Г. П. Забур'яненість посівів у сівозмінах із соняшником в умовах Правобережного Лісостепу // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2025. № 38. С. 80–88. DOI: 10.36710/IOC-2025-38-08.

6. Чайка Т. О., Короткова І. В., Поспєлова Г. Д., Ляшенко В. В. Ефективність біопрепаратів у підвищенні врожайності та прибутковості органічної сої в умовах кліматичних ризиків // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2025. № 39. С. 184–197. DOI: 10.36710/IOC-2025-39-16.

7. Алієв Е. Б. Обґрунтування складу техніко-технологічного забезпечення процесів переробки нішевих олійних культур // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2025. № 39. С. 199–215. DOI: 10.36710/IOC-2025-39-17.

8. Бакум М. В., Нікітін С. П., Сергеєва А. В. Проектування сільськогосподарських машин. Ч. 1. Плуги загального призначення. Харків : ХДТУСГ, 2003. 336 с.

9. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини : підручник. Київ : Каравела, 2008. 552 с.

10. Войтюк Д. Г., Дубровін В. О., Іщенко Т. Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник. Київ : Вища школа, 2004. 544 с.

11. Войтюк Д. Г., Барановський В. М., Булгаков В. М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник. Київ : Вища освіта, 2005. 464 с.

12. Головчук А. Ф., Марченко В. І., Орлов В. Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки : підручник. Київ, 2004. 320 с.

13. ДСТУ 3978-2000. Машини та обладнання сільськогосподарські. Назви та марки.

14. ДСТУ ISO 4254-1:2012. Сільськогосподарські машини. Вимоги щодо безпеки. Частина 1. Загальні вимоги (ISO 4254-1:2008, IDT).

15. Дубчак В. М., Пришляк В. М., Новицька Л. І. Вища математика в прикладах та задачах : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2018. 254 с.

16. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1, ч. 2. Машини для сівби та садіння. Харків : Око, 2002. 452 с.

17. Іванов М. І., Гунько І. В., Ковальова І. М., Худолій О. І. Аналіз технологічних систем : навч. посіб. Ч. 1. Вінниця, 2010. 113 с.

18. Калетнік Г. М., Чаусов М. Г., Швайко В. М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість : підручник. Київ : Хай-Тек Прес, 2011. 616 с.

19. Калетнік Г. М., Чаусов М. Г. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість : підручник. Київ : Хай-Тек Прес, 2013. 528 с.

20. Калетнік Г. М., Булгаков В. М., Черниш О. М. та ін. Технічна механіка : підручник. Київ : Хай-Тек-Прес, 2011. 340 с.

21. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р. М. Деталі машин : навч. посіб. Київ : Кондор, 2004. 584 с.

22. Павленко В. С., Паламарчук І. П., Цуркан О. В., Полєвода Ю. А. З'єднання в машинобудуванні : навч. посіб. Вінниця : ПП «ТД Едельвейс і К», 2015. 110 с.

23. Сивак Р. І., Деревенько І. А. Короткий курс теоретичної механіки. Вінниця : ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2016. 200 с.

24. Солона О. В., Купчук І. М. Прикладна механіка. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт. Вінниця : ВНАУ, 2017. 116 с.

25. Солона О. В., Купчук І. М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування : навч. посіб. Вінниця, 2019. 254 с.

26. Спірін А. В., Твердохліб І. В., Борисюк Д. В., Омельянов О. М. Охорона праці в галузі : практикум. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2015. 127 с.

27. Шмат К. І., Сисолін П. В., Самарін О. Є. Методи і принципи проєктування сільськогосподарських машин і агрегатів : навч. посіб. Херсон : ОЛДІ-плюс, 2004. 176 с.

28. Шмат К. І., Сисолін П. В., Карманов В. В., Іванов Г. І. Робочі процеси і розрахунок сільськогосподарських машин. Херсон : ОЛДІ-плюс, 2004. 308 с.

29. Яропуд В. М., Спірін А. В., Твердохліб І. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві : навч. посіб. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 2020. 401 с.

30. Кобець А. С., Деркач О. Д., Макаренко Д. О. Методологія інтеграції даних цифрової пенетрометрії з програмним забезпеченням Locus Map у процесі точного землеробства при вирощуванні соняшнику // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2026. № 40. С. 159–172. DOI: 10.36710/IOC-2026-40-13.

ДОДАТКИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ефективність використання техніки при вирощуванні сої з удосконаленням обприскувача

Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Новиков Олександр Сергійович

Керівник: к.т.н., доцент
Деркач Олексій Дмитрович

Дніпро, 2026

Ефективність застосування пестицидів при вирощуванні сої
ВТРАТИ ВРОЖАЮ СОЇ БЕЗ НАЛЕЖНОГО ЗАХИСТУ
Бур'яни
30–50%
Шкідники
15–20%
Хвороби
на 20–30%
ЗАГАЛЬНІ МОЖЛИВІ ВТРАТИ БЕЗ ЗАХИСТУ:
30–50%
потенційного врожаю
ВПЛИВ ГУСТОТИ БУР'ЯНІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СОЇ
Кількість бур'янів, шт./м²
Втрати врожаю
5 шт./м²
11%
10–15 шт./м²
26–31%
>25 шт./м²
до 50%
Навіть 2 рослини амброзії на 1 м² знижують урожайність сої приблизно на 15%.
ПРИРІСТ УРОЖАЙНОСТІ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ПЕСТИЦИДІВ
Приріст урожайності
ГЕРБІЦИДИ
0,3–1,0 т/га
ФУНГІЦИДИ
0,3–0,7 т/га
ІНСЕКТИЦИДИ
0,2–0,5 т/га
Комплексна система захисту (гербіциди + фунгіциди + інсектициди) забезпечує підвищення врожайності на 20–40% і більше.
ВПЛИВ ОСНОВНИХ ХВОРОБ НА ВРОЖАЙНІСТЬ
Втрати врожаю
Септоріоз
20–25%
Пероноспороз
20–30%
Фомопсис
15–25%
Біла гниль
до 30%
Дворазове фунгіцидне внесення у фазі цвітіння та формування бобів зменшує розвиток хвороб на 60–70%.
СЕРЕДНЯ УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ У 2023–2024 РР.
2023 р.
2024 р.
Івано-Франківська 3,4 3,2
Львівська 3,2 3,1
Тернопільська 3,1 3,0
Вінницька 2,7 2,4
Полтавська 2,2 2,8
Херсонська 1,7 1,2
Урожайність залежить від погодних умов, рівня технологій та своєчасності захисту рослин.
ВАЖЛИВІСТЬ ЯКІСНОГО ОБПРИСКУВАННЯ
Рівномірне покриття рослин забезпечує максимальну ефективність пестицидів.
Правильний вибір форсунок, тиску, висоти штанги та швидкості руху – запорука успіху.
Покращення якості внесення робочої рідини може підвищити ефективність препаратів на 10–20%.
Зменшення втрат препаратів та негативного впливу на довкілля.
ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ СОЇ
Агротехнічні методи
Біологічні методи
Хімічні методи
Стабільно високий урожай та якість насіння
Раціональне застосування пестицидів – шлях до високої врожайності, економічної ефективності та екологічної безпеки.
2024 РІК
ЗАГАЛОМ ЗІБРАНО
6 014 тис. т
СЕРЕДНЯ ВРОЖАЙНІСТЬ
2,3 т/га
Харківська 73 тис. т 1,8 т/га
Рівненська 396,7 тис. т 2,6 т/га
Сумська 444,8 тис. т 2,1 т/га
Закарпатська 32,9 тис. т 2,1 т/га
Львівська 500,2 тис. т 3,1 т/га
Житомирська 540,7 тис. т 2,5 т/га
Херсонська 0 тис. т
Донецька 0,8 тис. т 1,9 т/га
Запорізька 0,57 тис. т 1,4 т/га
Черкаська 296,9 тис. т 2,6 т/га
Полтавська 494,1 тис. т 1,7 т/га
Луганська 0 тис. т
Одеська 11,0 тис. т 2,9 т/га
Волинська 270,2 тис. т 2,3 т/га
Вінницька 455,9 тис. т 2,36 т/га
Дніпропетровська 13,4 тис. т 2,0 т/га
Чернігівська 295,5 тис. т 2,3 т/га
Чернівецька 167,7 тис. т 2,6 т/га
Івано-Франківська 237,2 тис. т 2,7 т/га
Миколаївська 12,4 тис. т 1,8 т/га
Кіровоградська 181 тис. т 2,1 т/га
Хмельницька 828,3 тис. т 3,0 т/га
Київська 328,7 тис. т 2,3 т/га
Тернопільська 431,5 тис. т 2,1 т/га
Урожайність:
понад 2,6 т/га
2,0 – 2,6 т/га
1,4 – 1,9 т/га
до 1,4 т/га
В Україні в 2024 році зібрано на площі
2 616 тис. га
Ключові зміни 2024/2023:
Загальний збір +25,9%
Площа збору +44,9%
Середня врожайність -0,3 т/га
Стан виробництва сафлору в аграрному секторі України
4.ВДП.015000.000ГР
Аналіз вирощування сої
ДДАЕУ

ХІ.ОЕТ.0005.01.00/01

ПЛОЩА ПОСІВУ 250 га

ЦІЛЬ ВИРОЩУВАННЯ Отримання високого та якісного врожаю сої

ТЕХНОЛОГІЯ Інтенсивна, із застосуванням сучасної техніки

ПЛАНОВА ВРОЖАЙНІСТЬ 3,0–3,5 т/га

КОМПЛЕКС ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

№		ОПЕРАЦІЯ	АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ (глибина, норма тощо)	СТРОКИ ВИКОНАННЯ	ТЕХНІКА ТА АГРЕГАТ	ПРОДУКТИВНІСТЬ (га/зміну)	ПОТРЕБА (агрегатів)	ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО (кг)
1. ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ГРУНТУ	1	Лущення стерні	6–8 см	17–24/07	John Deere 8R 340 + Horsch Joker 7 RT	42,7	1	1200
	2	Лущення стерні	10–12 см	27/07–03/08	John Deere 8R 340 + Horsch Joker 7 RT	39,7	1	1350
	3	Лущення стерні	12–14 см	15–21/09	John Deere 8R 340 + Köckerling Vector	23,6	2	2000
	4	Внесення прогресивних мінеральних добрив	74,8 ц д.р./га	20–21/10	Fendt 936 Vario + AMAZONE ZA-TS 4200	98,0	1	44,9
2. УДОБРЕННЯ	5	Змішування мінеральних добрив	74,8 ц д.р./га	20–21/10	МТЗ-80 + СЗУ-20	140,0	1	53,9
	6	Внесення мінеральних добрив (разом із NPK)	74,8 ц д.р./га	20–21/10	МТЗ-80 + 1ПМГ-4	30,0	2	127,2
3. ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК	7	Оранка	25–27 см	20–22/10	Case IH Magnum 340 + LEMKEN Diamant 11	8,8	5	3450
	8	Снігозатримання	–	15–16/01	John Deere 8R 340 + СВУ-2,6	48,5	3	475
	9	Боронування	–	01–03/04	John Deere 8R 340 + Great Plains 1300	110,0	1	275
	10	Шлейфування	–	04–05/04	ДТ-75М + ИБ-2,5	62,4	2	325
II. ПЕРЕДПОСІВНИЙ ОБРОБІТОК	11	Передпосівна культивація	5–6 см	05–07/04	John Deere 8R 340 + Köckerling Allrounder	37,4	2	875
	12	Погрузка насіння	–	05–07/04	ЮМЗ-6 + ЛЕ-0,8	60,0	1	629
	13	Транспортування насіння	–	05–07/04	УЗСА-40	36,4	1	–
5. ПОСІВ	14	Посів	–	05–07/04	John Deere 8R 340 + Horsch Maestro 24 SV	41,5	2	1075
	15	Прикочування	–	05–07/04	ДТ-75М + ЗККШ-6А	52,8	2	350
	16	Транспортування води	–	08–09/04	John Deere 8R 340 + Joskin Aqua Trans (РЖТ-8)	12,0 т/зм.	4	276,8
6. ЗАХИСТ РОСЛИН	17	Приготування розчину гербіцидів	–	08–09/04	МТЗ-80 + СТК-5	70,0	1	54,6
	18	Транспортування розчину гербіцидів	–	08–09/04	John Deere 8R 340 + Joskin Aqua Trans (РЖТ-8)	12,0 т/зм.	4	276,8
	19	Обприскування (гербіциди)	–	08–09/04	Hardi Alpha Evo (вентиляторний)	37,0	4	150
	20	Боронування посівів	–	09–10/04	John Deere 8R 340 + Great Plains 1300	90,0	1	250
	21	Боронування посівів	–	17–18/04	John Deere 8R 340 + Great Plains 1300	90,0	1	250
	22	Транспортування води десикантів	–	10–11/06	John Deere 8R 340 + Joskin Aqua Trans (РЖТ-8)	12,0 т/зм.	4	276,8
	23	Приготування розчину десикантів	–	10–11/06	МТЗ-80 + СТК-5	70,0	1	150
	24	Транспортування розчину десикантів	–	10–11/06	John Deere 8R 340 + Joskin Aqua Trans (РЖТ-8)	12,0 т/зм.	4	1150
	25	Обприскування (фунгіциди, інсектициди)	–	10–11/06	Hardi Alpha Evo (вентиляторний)	37,0	4	2000
7. ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ	26	Скошування	–	02–04/07	CLAAS LEXION 770 + коса жатка	4,2 га/год	10	1375
	27	Обмолот валків	–	06–09/07	CLAAS LEXION 770	7,0 га/год	5	1500
	28	Транспортування соломи	–	06–09/07	МТЗ-80 + 2ПТС-4-887	37,0	5	–
	29	Скирдування соломи	–	06–09/07	ЮМЗ-6 + ПФ-0,5	25,0	7	150
	30	Транспортування зерна	–	06–09/07	САЗ-3503	36,4	4	276

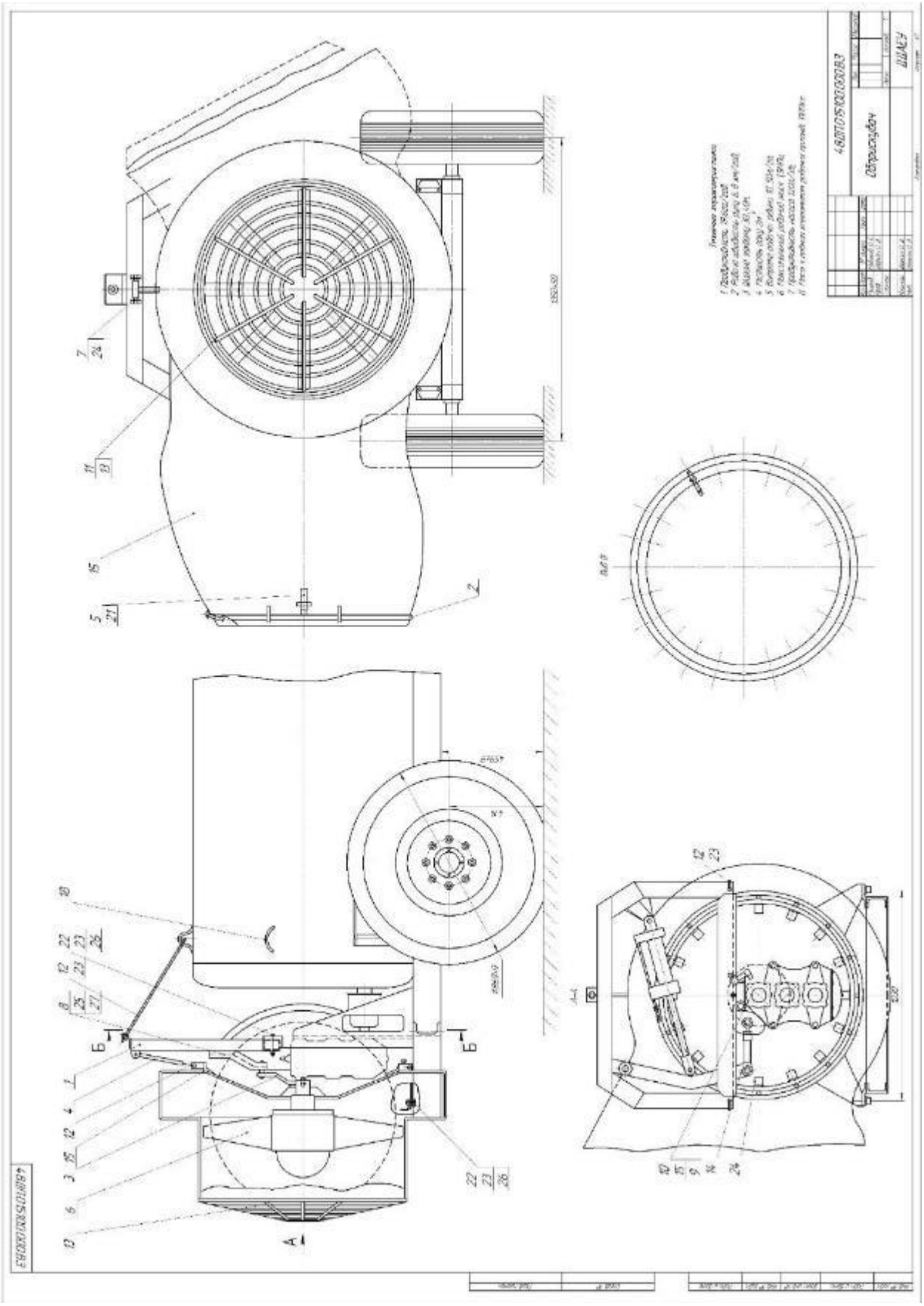
ЗАГАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ

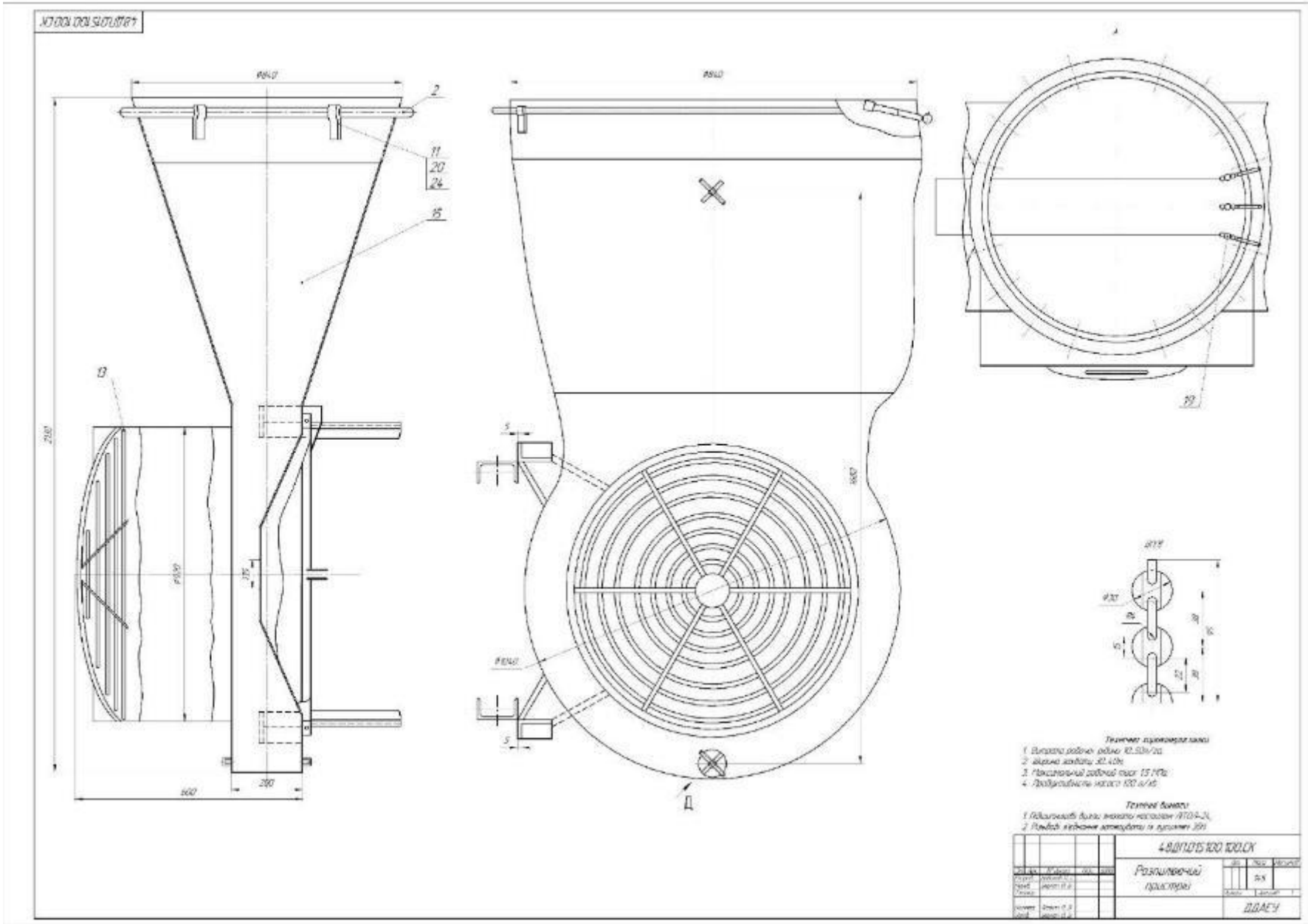
Загальна площа	Загальні витрати пального	Питомі витрати пального	Сумарні енерговитрати	Сумарні трудовитрати	Коефіцієнт використання машинного часу
250 га	≈ 12 975 кг	≈ 51,9 кг/га	≈ 2 180 МДж/га	≈ 2,6 люд.-год/га	0,80–0,90

48ДП.15000.000.ТК

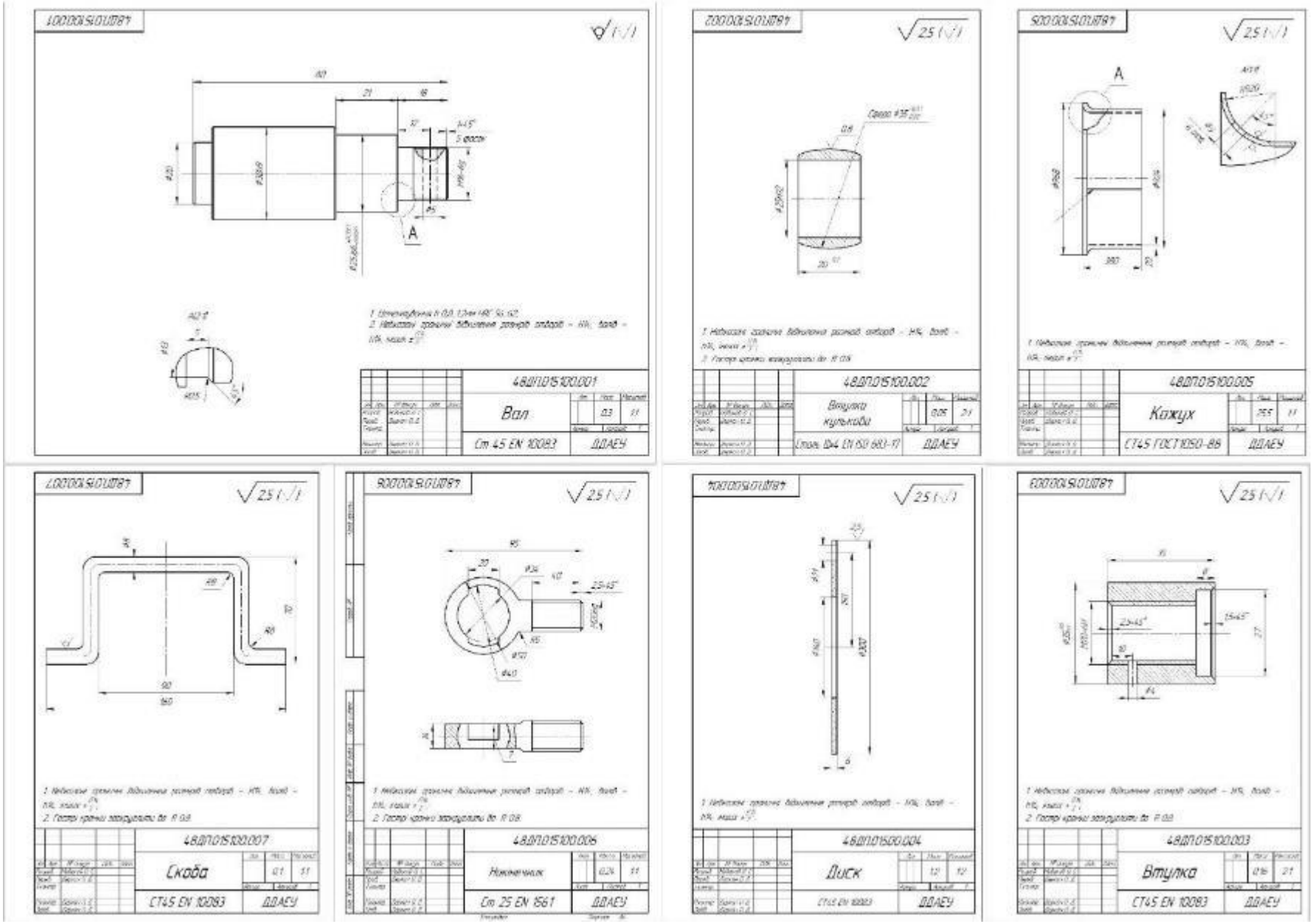
Схема технологічних операцій вирощування сої

4




Технические характеристики
Техника безопасности
4.807.105.100.100.СХ
Разливочный прилоток
ДВАГУ

6


48ДП015100.001
Вал
Ст 45 ЕN 10083
ДДАЕУ
48ДП015100.002
Втулка кульковa
Сталь ШХ4 ГОСТ 801-77
ДДАЕУ
48ДП015100.005
Кожух
СТ45 ГОСТ 1050-88
ДДАЕУ
48ДП015100.007
Скоба
СТ45 ЕN 10083
ДДАЕУ
48ДП015100.006
Наконечник
Ст 25 ЕN 1561
ДДАЕУ
48ДП015100.004
Диск
СТ45 ЕN 10083
ДДАЕУ
48ДП015100.003
Втулка
СТ45 ЕN 10083
ДДАЕУ

1. АГРЕГАТ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

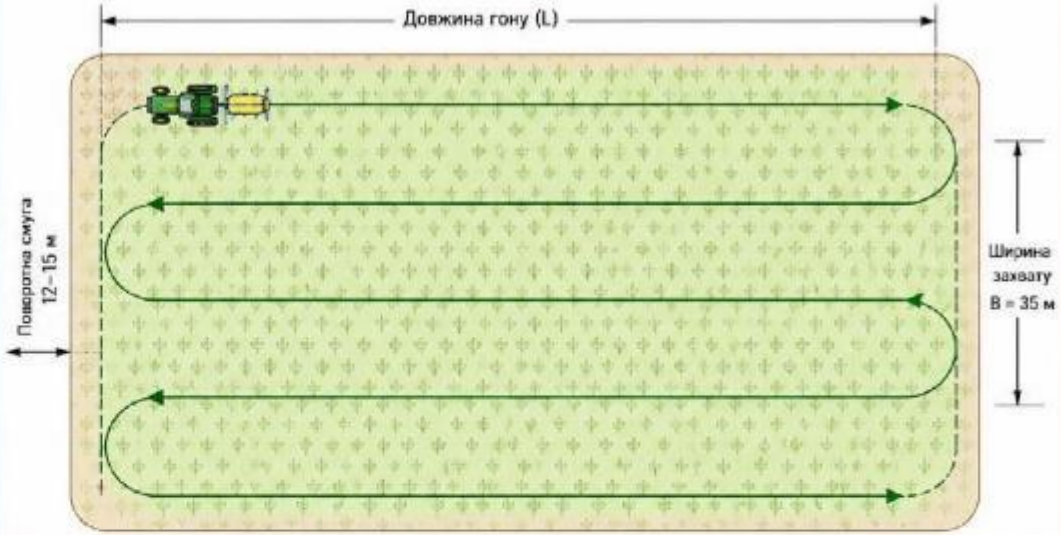
Трактор класу 1,4–2,0 + вентиляторний обприскувач ОПВ-2000

2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА РОБОТИ АГРЕГАТУ

3. ПАРАМЕТРИ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

Культура	Соя
Площа обробітку, га	250
Норма витрати робочої рідини, л/га	40
Робоча ширина захвату, м	35
Робоча швидкість руху, км/год	8
Продуктивність теоретична, га/год	28
Продуктивність експлуатаційна, га/год	19,6
Об'єм бака, л	2000
Кількість заправок	5
Загальна кількість робочої рідини, л	10000
Питомі витрати пального, кг/га	0,7
Загальні витрати пального, кг	175
Робочий тиск у системі, МПа	0,25–0,4
Крок між форсунками, м	0,5
Витрата через одну форсунку, л/хв	0,27

4. СХЕМА РУХУ АГРЕГАТУ ПО ПОЛЮ (ЧОВНИКОВИЙ СПОСІБ)



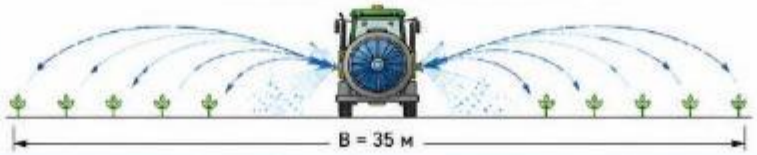
Умовні позначення:

- агрегат у роботі
- напрямок робочого ходу
- рух на розворотній смузі
- поворотна смуга

5. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

1. Підготовка агрегату до роботи (огляд, перевірка систем, налаштування).
2. Заправлення бака робочою рідиною.
3. Виїзд на поле, встановлення робочої швидкості та робочого тиску.
4. Виконання робочих проходів човниковим способом.
5. Контроль якості обприскування під час роботи.
6. Заправлення бака при необхідності (через поворотну смугу).
7. Завершення роботи, промивання системи, технічне обслуговування.

6. ПОПЕРЕЧНИЙ ПРОФІЛЬ РОБОЧОГО ЗАХВАТУ



Повітряний потік вентилятора транспортує дрібнодисперсні краплини робочої рідини до рослин, забезпечуючи рівномірне покриття листкової поверхні.

4.8ДП015000.000.ПК

ДВАЕУ

Показник	Серійний штанговий	Модернізований вентиляторний
Вартість машини, грн	1350000	1550000
Ширина захвату, м	20	35
Продуктивність, га/год	11,2	19,6
Витрати робочої рідини, л/га	100–300	10–50
Питомі витрати пального, кг/га	1,22	0,7
Загальні витрати пального на 250 га, кг	305	175
Трудові витрати, год	22,3	12,8
Витрати на оплату праці, грн	5352	3072
Амортизаційні відрахування, грн	135000	155000
ТО і ремонт, грн	108000	124000
Додатковий прибуток, грн	–	1500000
Річний економічний ефект, грн	–	1512940
Строк окупності, років	–	0,13

№	Напис	Кіл.	№	Напис	Кіл.
				Документація	
А1	48ДП.015100.000.ВЗ	1		Креслення загального виду	1
				Складальні одиниці	
А1	48ДП.015200.000.ВЗ	2		Пристрій поворотний	1
А1	48ДП.015100.000.ВЗ	3		Пристрій розпилюючий	1
А1	48ДП.015300.000.ВЗ	4		Тяга поворотна	1
А1	48ДП.015400.000.ВЗ	5		Тяга	1
А1	48ДП.015500.000.ВЗ	6		Хомут РТН018-89	2
				Деталі	
	48ДП.015500.001	7		Вентилятор	1
	48ДП.015500.002	8		Втулка	2
	48ДП.015500.003	9		Втулка кулькова	2
	48ДП.015500.004	10		Диск	1
	48ДП.015500.005	11		Кожух	1
	48ДП.015500.006	12		Кронштейн	6
	48ДП.015500.007	13		Накінечник	1
	48ДП.015500.008	14		Огородження захисне	1
	48ДП.015500.009	15		Вісь	1
	48ДП.015500.010	16		Розтруб	1
	48ДП.015500.011	17		Розчалка	1
	48ДП.015500.012	18		Скоба	1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	48ДП.015100.000		
Розроб.		Новиков О. С.			Обприскувач	Арк.	Аркуш 1 / Аркушів 2
Перев.		Деркач О. Д.					
Н.контр.		Деркач О. Д.				ДДАЕУ	
Затв.		Деркач О. Д.					