

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГАРНО-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 проекту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕ-
НИЦІ ОЗИМОЇ В ТОВАРИСТВІ З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АГРО
КМР» З ОБГРУНТУВАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ҐРУНТОЗАХИСНИХ ТЕХНОЛОГІЧ-
НИХ ЗАХОДІВ**

Виконав: студент 4 курсу, групи М-2-19 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

Василенко Ярослав Олегович

Керівник: _____ Деркач Олексій Дмитрович

Рецензент: _____

Дніпро – 2023

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

(прізвище,
ініціали)

« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Василенку Ярославу Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «УДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ТОВАРИСТВІ З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АГРО КМР» З ОБГРУНТУВАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ҐРУНТОЗАХИСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ»

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

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

затверджені наказом ДДАЕУ від

« ____ » _____ 2023 року № _____

2. Строк подання студентом роботи 10.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Навчальна література з машиновикористання в рослинництві, «Підвищення надійності обприскувачів», довідник сільського інженера за ред. Рибака Т.І. Аналіз літературних джерел, розробок щодо удосконалення конструкції обприскувачів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки 1. Аналіз діяльності ТОВ «Агро КМР». 2. Удосконалення використання техніки при вирощуванні пшениці озимої. 3. Удосконалення обприскувача John Deere 3930. 4. Охорона праці. 5. Аналіз економічної ефективності проекту. Загальні висновки. Бібліографічний список.

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

1. Характеристика господарства (А4). 2. Технологічна карта вирощування пшениці озимої (А4). 3 Загальний вид удосконаленого обприскувача(А1). 4. Складальне креслення(А4). 5. Деталювання (А4). Економічна ефективність проєкту (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Деркач О.Д., доцент		
5	Вініченко І.І., професор		

7. Дата видачі завдання: 10.06.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 06.04.2023 р.	
2	Технологічний	до 18.04.2023 р.	
3	Конструкційний	до 08.05.2023 р.	
4	Охорона праці	до 16.05.2023 р.	
5	Економічний	до 26.05.2023 р.	
6	Графічна частина	до 07.06.2023 р.	

Студент _____

(підпис)

Василенко Я. О. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

Деркач О. Д. _____

№	формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша 4	примітки
		(підпис)	(прізвище та ініціали)			

					48 ДП.006 000.000 ПД		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Василенко Я. О.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Деркач О. Д.					
<i>Т. Контр.</i>					Відомість дипломно- го проєкту		
<i>Н. Контр.</i>		Деркач О. Д.					
<i>Затверд.</i>		Деркач О. Д.					
					ДАЕУ М-2-19		

АНОТАЦІЯ

Василенко Я. О. Удосконалення використання техніки при вирощуванні пшениці озимої в товаристві з обмеженою відповідальністю Агро КМР з обґрунтуванням ґрунтозахисних технологічних заходів/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

Дипломний проєкт присвячений удосконаленню використання техніки при вирощуванні пшениці озимої з обґрунтуванням ґрунтозахисних технологічних заходів. Мета проєкту закладається у покращенні ефективності та продуктивності процесу вирощування пшениці озимої, шляхом вдосконалення наявної техніки та обґрунтуванням ґрунтозахисних технологічних заходів.

Для досягнення мети, у роботі проведено розрахунки використання техніки та оптимізації процесів при вирощуванні пшениці озимої.

На основі розрахунків розроблено пропозиції щодо впровадження технічних засобів, які сприятимуть підвищенню ефективності процесу вирощування пшениці озимої. До уваги брали технічні характеристики, вплив на навколишнє середовище та економічну доцільність.

Наступним етапом було розроблення операційної технології основного обробітку ґрунту з використанням запропонованих нових технічних засобів. У технології детально описані послідовність операцій, параметри техніки та методи виконання. Проведено обґрунтування та розрахунок ефективності запропонованої технології.

Дипломний проєкт має велике практичне значення у використанні техніки, оскільки пропонує конструктивне вдосконалення техніки та оптимізацію вирощування пшениці озимої, що сприятиме покращенню результативності та ефективності виробництва.

Ключові слова: пшениця озима, ґрунтозахисні заходи, обприскувач, техніка.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІЧНЕ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ	9
1.1. Роль пшениці озимої як основної культури в господарстві.....	9
1.2. Технології вирощування пшениці озимої.....	18
1.3. Технічне забезпечення вирощування пшениці озимої	23
1.4. Проблеми ущільнення ґрунтів технікою.....	31
1.5. Обґрунтування теми дипломного проекту.....	35
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ ТОВ «АГРО КМР»	36
2.1. Обсяг і структура виробництва	37
2.2. Структура МТП.....	38
2.3. Використання МТП підприємства в технології No-Till при вирощуванні пшениці озимої.....	39
Висновки по розділу	42
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	44
3.1. Вихідні дані до розрахунку штанг обприскувача зі збільшеною шириною захвату	44
3.2. Розрахунок конструкції консольного типу	50
3.3 Графічний розрахунок в полі програми «Ліра САПР 2016».....	54
Висновки по розділу.	57
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	58
4.1. Загальні положення з охорони праці	58
4.3. Організаційні та технічні заходи по створенню безпечних умов праці працівників	58
4.4. Вимоги безпеки праці при внесенні ЗЗР агрегатом John Deere 4930. ...	59
Висновки по розділу..	60
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ	61
5.1. Суть економічного ефекту.....	61
5.2. Розрахунок економічної ефективності.....	61
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ	66
БІБЛІОГРАФІЯ	67

ВСТУП

Пшениця озима – одна з найбільш розповсюджених у світі сільськогосподарських культур. На її частку припадає 31% світового врожаю зерна. Населення планети зростає і, за прогнозами, досягне дев'яти мільярдів людей до 2050 року, що призведе до глобальної потреби в їжі. Про це, зокрема наголошує канадський фермер Роберт Саїк, який написав книгу “Food 5.0. How we feed the future” у 2019 р. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва потребує розробки ресурсозберігаючих технологій.

Основним завданням технологій вирощуванні пшениці є отримання високих запрограмованих урожаїв високої якості за умови збереження та (або) підвищення родючості ґрунту. В Україні досягнуто відносно високого рівня виробництва зерна озимої пшениці, однак залишаються невирішеними агротехнічні та екологічні проблеми, які перешкоджають подальшому зростанню продуктивності. Зокрема, Придніпровський регіон знаходиться в зоні ризикованого землеробства. Основним ризиком є недостатня кількість опадів.

У нашій країні клімат ґрунту, погодні умови, а також удосконалення агротехніки є важливим лімітуючим фактором, що визначає рівень урожайності та якісні показники зерна озимої пшениці. Раціональним шляхом підвищення продуктивності озимої пшениці в сучасних умовах господарювання є впровадження у виробництво сучасних високопродуктивних сортів, а також удосконалення елементів технології вирощування озимої пшениці з науково обґрунтованою системою внесення добрив. Розробка методів управління родючістю ґрунтів на основі використання мінеральних добрив і вдосконалення елементів технології обробітку ґрунту є важливою з наукової точки зору і має велике практичне значення.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНІЧНЕ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ

1.1. Роль пшениці озимої як основної культури в сільському господарстві України

Повномасштабне вторгнення російської федерації на початку 2022 року в Україну призвело до жахливих наслідків і відобразилося на всіх сферах діяльності. Зокрема великого негативного впливу зазнала сільськогосподарська галузь. У минулому, 2022 році валовий збір пшениці озимої був рекордно низьким – 19,4 млн тонн, а це на 40% менше, ніж, наприклад, у 2021 році. Окуповані території, зони забруднення боєприпасами та райони проведення активних бойових дій є причиною скорочення посівних площ пшениці з 7,1 млн га в 4,7 млн га, що менше на 34% ніж попередній рік.

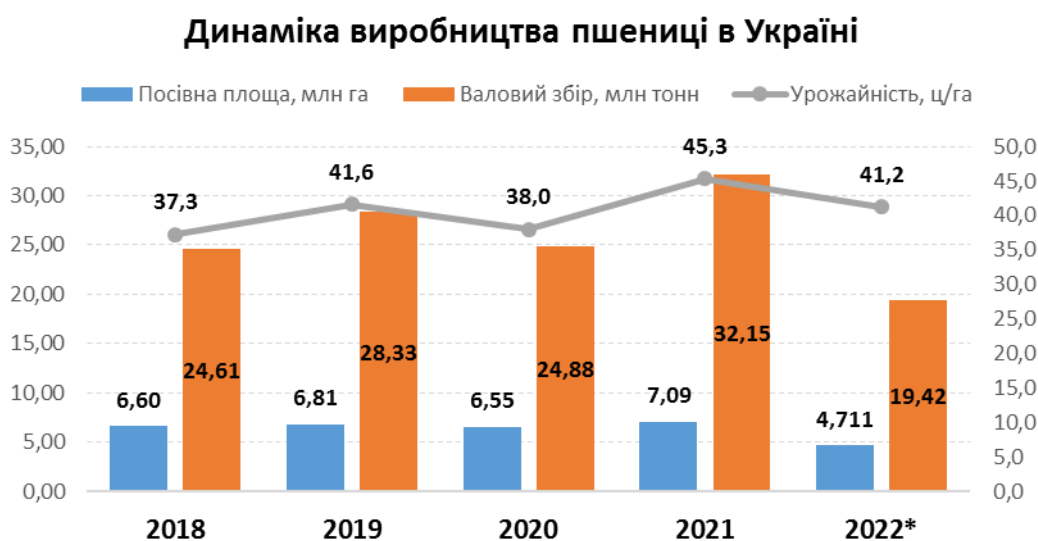


Рис. 1.1. Динаміка виробництва пшениці в Україні

Порушення логістичних шляхів постачання, підвищення вартості добрив, палива, деталей і запчастин змусило перейти українських фермерів в режим очікування та пошук нових можливостей. Незважаючи на це, середня

врожайність пшениці за 2022 рік склала 41,2 т/га і показала незначне зниження на 9% за 2021 рік та вище на 8% 2020 року.

Варто звернути увагу, що дані офіційних джерел про обсяги збору пшениці не мають показників зі східних окупованих територій та на яких тривають бойові дії. Проте, Запорізька область, лідируюча у виробництві пшениці, де останніми сезонами зібрано врожай у 2 млн тонн зерна. Примітно, що на підконтрольних територіях вдалося зібрати врожай і внести балансовий запас у загальний показник.

Виробництво пшениці по регіонах, ми спостерігаємо максимальне падіння в прифронтових областях (рис.1.2). Сумарний збір врожаю пшениці зрівняно з минулим роком стрімко знизився у Харківській області на 61%, у Дніпропетровській – на 34%, Одеській області – 46% та 37% у Миколаївській. Разом з тим, Запорізька та Херсонська область складають регіони, що разом складають 46% загальної кількості вирощеного зерна за 2021 рік.

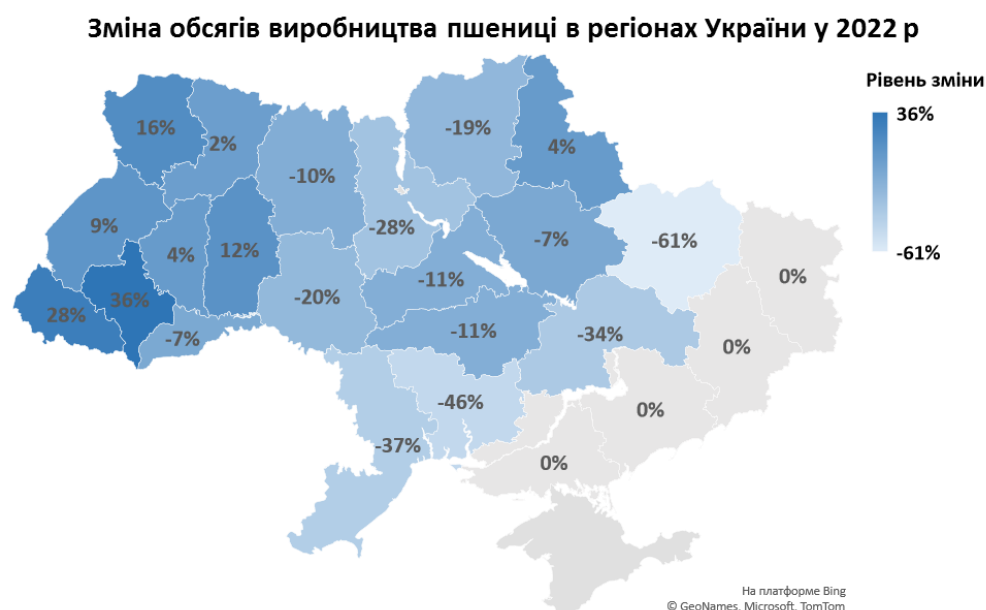


Рис. 1.2. Зміна обсягів виробництва пшениці по регіонах України у 2022 році.

Стрімка активізація виробництва в західних областях дозволила частково перекрити зменшення валового збору пшениці в небезпечних районах. Хмельницька область порівняно з минулим роком наростила потужності і валовий збір виріс на 12%, у Волинській – на 16%, Закарпатській – на 28% та

Івано-Франківській – 36 %. Загальний збір для цих регіонів склав 373,5 тисячі тонн, що є порівняно низьким і не спроможні компенсувати втрати врожаю навіть для одної з лідируючих областей.

Через окупацію та блокування українських портів експорт пшениці був неможливим довгих чотири місяці. Підприємства в очікуванні шукали нові альтернативні шляхи поставок зерна на зовнішні ринки. Та з укладенням «Зернової ініціативи» і звільнення трьох портів «Великої Одеси» ситуація почала стабілізуватися, хоча у підсумку за перший місяць домовленостей експортний результат був надто низьким і склав понад 140 тисяч тонн. Місячні обсяги поставок зростали та ніяк не дійшли минулорічних показників. За час дії угоди максимально експортовано продукції у жовтні – до 2 млн. тонн. На фоні підвищених ризиків зриву «Зернової ініціативи» експорт в листопаді впав до 1,8 млн тонн. Ракетні обстріли, пошкодження енергетичної інфраструктури, зупинка критично важливих об'єктів, портів у грудні знизили показники ще сильніше.



Рис. 1.3. Динаміка експорту пшениці з України, тис. тонн

Експорт зерна через основні морські порти не давав очікуваних результатів через обмеження об'ємів відвантаження, тому значний приріст спостерігався на експорт вантажів річковим та наземним транспортом до країн Європейського Союзу. Дані експортної активності коливались в межах 9% ав-

тобільним транспортом, 10% залізничним транспортом. Під кінець року частка партій зерна автотранспортом зменшилась до 8%, проте зросли обсяги перевезень залізницею до 13% від загального обсягу. Морськими шляхами транспортувалося менше 80%.

Диверсифікація транспортного забезпечення експорту пшениці відповідним чином відобразилася на географії експорту зерна. Якщо в липні-листопаді 2021/22 маркетингових років (МР) країни ЄС не входили в ТОП-10 імпортерів української пшениці, то за аналогічний період сезону 2022/23 п'ять країн блоку піднялися до ТОП-10 імпортерів. І це є позитивним моментом.



Рис. 1.4. Зміна географії експорту української пшениці, тис. тонн

Туреччина стала основним імпортером української пшениці за п'ять місяців поточного сезону. Але в минулому сезоні ця країна також була в трійці лідерів покупців, а саме в 2022/23 МР наростила обсяги імпорту на 12% порівняно з обсягами, закупленими в липні-листопаді 2021/22 МР.

На другому місці опинилася Румунія, яка традиційно сама є експортером пшениці, але за даними митниці цього сезону вже імпортувала з України майже 1,2 млн тонн пшениці. У даному випадку це своєрідний перевалочний

пункт і можливість подальших поставок української пшениці через порт Констанца [7].

Третім найбільшим європейським української пшениці імпортером є Іспанія, яка також є одним із найбільших імпортерів зерна в ЄС. За даними Європейської комісії, Іспанія імпортувала 478 000 тонн і 382 000 тонн відповідно в попередні два сезони. Але тільки за 5 місяців 2022/23 МР. Обсяг поставок пшениці з України до Іспанії досяг 808 тис. тонн. Так, за звітний період лише дві країни імпортували українську пшеницю в обсягах, що відповідають річному обсягу імпорту всіх країн блоку. При цьому близько 439 тис. тонн було імпортовано з Польщі, 346 тис. тонн з Італії та 211 тис. тонн з Угорщини. Це зробило Україну основним постачальником пшениці в ЄС. Однак більшість із них є вимушеними поставками, і більша частина обсягу все ще призначена для реекспорту. Крім того, ЄС традиційно є конкурентом України на світовому ринку пшениці. Але у важкі для України часи хороші партнерські відносини дозволяють нам працювати поза типовою конкуренцією.

Лише за 5 місяців поточного сезону обсяг експорту пшениці досяг майже 6,8 млн тонн, що на 54% менше показника попереднього сезону та 49% від прогнозованого експортного потенціалу, оціненого аналітиками ІА «АПК-Інформ» на рівні 14 млн т, при оптимістичному сценарії розвитку ринкової ситуації, тобто при збереженні темпів експорту через порти «Великої Одеси».

Що стосується подальших перспектив, то фундамент для врожаю пшениці 2023 року вже закладено, адже традиційно близько 97% посівів пшениці – це озимі сорти. Озимі культури під майбутній урожай уже посіяно, і посівні площі на 57% менші, ніж посіви поточного сезону. Вони склали лише 3,8 млн га, що є мінімумом для багаторічних насаджень. період сезону. Виявилось, що цей показник навіть на 20% менший за площі зібраної пшениці у 2022 році без чотирьох основних регіонів. Певний вплив на зниження врожаю мали погодні умови – досить волога осінь з рясними опадами в окремих регіонах. Проте основним фактором впливу залишаються активні військові дії на тери-

торії України. Отже, враховуючи можливе подальше зниження врожайності зерна на фоні дорогих виробничих ресурсів, а також в умовах значних ризиків безпеки, можна розраховувати на подальше зниження виробництва пшениці в наступному сезоні.

За даними господарств, найбільше скорочення посівних площ під озимою пшеницею зафіксовано в Харківській області, де порівняно з минулим роком вони скоротилися на 70%. У Сумській області врожаї впали на 39%, у Черкаській – на 28%, у Миколаївській – на 25%. Зростання врожаїв зафіксовано в Закарпатській (+33%) та Житомирській (+17%) областях. В Івано-Франківській та Хмельницькій областях додали по 1% площ.

Зміна посівних площ під озимою пшеницею в областях України (під урожай 2023 р)

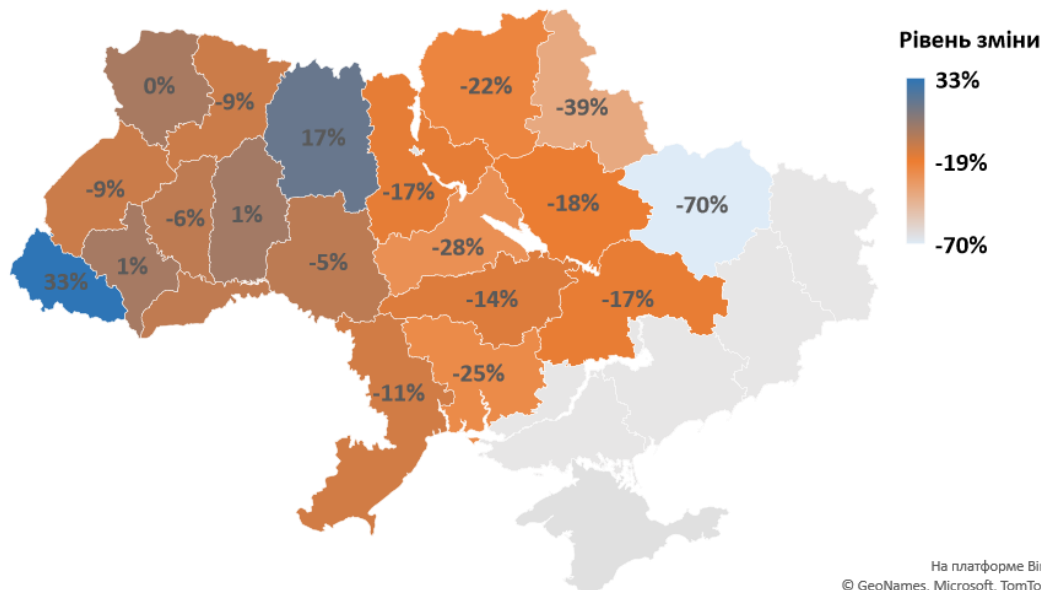


Рис. 1.5. Зміна посівних площ озимої пшениці по регіонах України (під урожай 2023 р.)

Навряд чи зазначені втрати озимої пшениці можна компенсувати посівом ярих сортів. Адже для України не характерне вирощування ярої пшениці, а її посіви становлять лише близько 3% від загальної площі пшениці. Крім того, ярі сорти мають нижчу врожайність і можуть менше зацікавити аграріїв.

Загалом з урахуванням значних перехідних залишків попереднього сезону та можливої їх ефективної реалізації, насамперед на експорт, зниження врожаю пшениці призведе до формування більш напруженої, але не критичної, рівноваги з можливістю формування значного експортного потенціалу. Що стосується обсягів продовольчої пшениці для створення внутрішньої продовольчої безпеки, то можна припустити, що зерна буде достатньо. Проте більш точно стверджувати про це можна буде на завершальних стадіях вегетації пшениці, коли з'являться оцінки розподілу за якістю.

Істотні ризики війни, які залишаються, можуть змінити ситуацію в будь-який момент і негативно вплинути на кожен ланку ланцюжка створення вартості в сегменті, починаючи з фізичної недоступності родовищ і проблем із забезпеченням ресурсами, закінчуючи неможливістю переробляти та продавати видобуті ресурси. Але враховуючи те, що і виробництво пшениці, і експорт пшениці у 2022 році перевищують початкові очікування, є надія на гідний урожай зернових і в 2023 році та на збереження статусу надійного постачальника продовольства на світовий ринок для України.

З початком повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України весь український експорт був заблокований. В Україні залишилися десятки мільйонів тонн сільськогосподарської продукції, на яку розраховували багато країн світу, особливо Африки та Близького Сходу. Було вирішено відкрити пільговий безмитний сухопутний коридор до ЄС через країни-сусіди, щоб почати постачати українське зерно на міжнародні ринки. Цей крок було зроблено насамперед для того, щоб надати українським агро-виробникам і трейдерам транзитну зону на території до ЄС для подальшого експорту зерна через балтійські порти до Північної Африки, Близького та Середнього Сходу. Окрім транзитного коридору через Польщу та Угорщину, узгоджено залізничний транзит через Румунію та Болгарію до їхніх портів.

Для країн ЄС такий потік українського зерна виявився важким випробуванням. Раніше експорт українського зерна здійснювався морем – це був найважливіший і найдешевший логістичний канал. Однак після вторгнення і

блокади портів він знову зосередився на Європі, яка не була готова до появи такої кількості сільськогосподарської продукції. Україна значно збільшила навантаження на логістичну та складську інфраструктуру Європи.

Першою причиною кризи є перевантаженість портової та складської інфраструктури європейських сусідів України. Однак основною проблемою, яка призвела до радикальних заходів і закриття кордонів для української агропродукції, була не перевантаженість інфраструктури. Причина – вплив українського зерна на європейський ринок. Справа в тому, що написана на папері схема, за якою українські сільгоспвиробники і трейдери використовують територію ЄС виключно як транзитну зону, в реальному житті працювала трохи інакше.

Українські фермери були готові продавати зерно європейським трейдерам, щойно воно перетинало кордон з Україною, не відправляючи продукцію далі в Африку. Це обрушило ціни в Європі та створило проблему для європейських фермерів, особливо польських, які навіть страйкували минулої осені.

Замість того, щоб використовувати країни ЄС як транзитний коридор, українські трейдери та фермери почали поширювати частину своєї продукції в країни Європи. Частка продукції, що продається на території ЄС, була порівняно невеликою. Однак, враховуючи чутливість і невеликий обсяг аграрного ринку, наприклад у Польщі, навіть такі поставки можуть призвести до кризи серед фермерів.

Польща збирає 30 мільйонів тонн зерна. І навіть 2,5-3 мільйони тонн українського зерна підірвали польський ринок. Уявіть собі польського фермера: взяв кредит, посіяв, зібрав урожай – і мусить його продати, щоб заробити на наступний рік. Однак це неможливо зробити через появу дешевшого українського зерна.

Європейські політики на перше місце ставлять інтереси виборців та власних сільгоспвиробників. Якщо Україна продовжуватиме перевантажувати європейську інфраструктуру, їй потрібні гарантії, що ми не дозволимо об-

валитися ринку, а будемо доставляти зерно кінцевим споживачам [в Африці та на Близькому Сході]. Це питання переговорів, які слід було почати набагато раніше, ніж сьогодні. Ймовірно, вони мали відбутися після перших страйків у Польщі.

Рішення польського уряду викликало ефект доміно. Наступного дня Словаччина та Угорщина зробили аналогічну заяву про закриття кордонів із зерном, а офіційні особи в Болгарії та Румунії почали обговорювати необхідність такого кроку. Країни, ймовірно, стурбовані тим, що зернові потоки, які раніше йшли до Польщі, тепер прямують до них. Побоювання українського суспільства щодо того, що сусідні країни повністю заборонять імпорт зерна, є безпідставними. Обмеження, які вводить польська сторона, покликані захистити власний агропромисловий сектор і не допустити обвалу ринку. Проте, за даними польських митників, 20-21 квітня транзит українського зерна через країни ЄС відновився, хоча й із значно посиленням контролем.

Митні органи Польщі вводять додаткові заходи:

Встановлення електронних пломб на транспортному засобі з польської сторони (для відстеження руху транспортного засобу та забезпечення того, щоб вантаж не вивантажувався на території Польщі);

- відстеження транзитних вантажів до інших країн ЄС за допомогою електронної системи SENT — підтвердити, що автомобільний або залізничний транспорт досяг місця призначення в іншій країні ЄС (не стосується вантажу, що прямує до польських портів);

- фізичний супровід вантажів від кордону до польського порту або до кордону іншої країни ЄС у перший тиждень після відновлення транзиту, з 21 по 26 квітня. Надалі конвої використовуватимуться лише в обґрунтованих випадках, передбачених чинним польським законодавством.

Як відзначають експерти, подібних кроків можна очікувати й від інших країн.

Згідно з цією постановою, Україна має взяти на себе певні зобов'язання – а саме не продавати сільськогосподарську продукцію в Європі. Відповідно,

галузь логістики буде розширена на кінцевий ринок і фінансові результати можуть знизитися. Проте Україна досягне свого.

20 квітня з'явилася інформація, що Єврокомісія під тиском Польщі та Угорщини планує запровадити обмеження на імпорт українського зерна до Польщі, Угорщини, Румунії, Словаччини та Болгарії. Проте реекспорт через ці країни залишається можливим.

Можливість використовувати країни-сусіди як транзитну зону є критичною для України, оскільки європейський ринок ніколи не був пунктом призначення українських аграріїв, а тому заборона продажу зерна не може істотно погіршити ситуацію на агропромисловому ринку країни [6].

1.2. Технології вирощування пшениці озимої в сільському господарстві України

Високий і стабільний урожай якісного зерна пшениці можна отримати лише за умови вирощування високоврожайних сортів озимої пшениці, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов Придніпровського регіону (посуха, заморозки, хвороби), з високим генетичним потенціалом. Велике значення має також придатність сортів для ефективного використання сучасних технологій: Mini-Till, Strip-Till, No-Till та інші.

Цього року посіви озимої пшениці у південних, центральних та північно-східних областях зазнали значного температурного стресу через пізні (березень, квітень) заморозки та переважали тривалі та сильні посухи, іноземні сорти постраждали набагато більше, ніж корінні або зовсім вимерли. Виникає питання, чому в Україні діє очевидний негативний фактор поширення іноземних сортів у регіонах, де вони непридатні.

У світовій практиці виробництва озимої пшениці, крім інтенсивного, витратного напрямку розвитку (досвід країн Західної Європи), можна виділити вирощування пшениці за енергозберігаючими технологіями, розробленими та вдосконаленими українськими вченими, а також третій американський

напрямок. – вирощування пшениці за технологіями, що забезпечують максимальний економічний ефект. Українське сільське господарство надає перевагу інтенсивному виробництву зерна пшениці. Ця тенденція набула особливо помітного поштовху, коли міжнародне соціально-економічне становище України змусило вітчизняного товаровиробника докорінно змінити структуру посівних площ у сільській та міській місцевості, а не детерміновану внутрішніми потребами України у повному розмаїтті сільської та міської території. Продукти

Якщо дивитися на структуру посівних площ за останні 5 років, посівна площа озимої пшениці зменшилася і становить в середньому 5,6 млн га, а площа соняшнику зросла до 6,2 млн га порівняно з науково обґрунтованими 3 млн га (2-е - раз), кукурудзи з 2,5 млн. га до 5,7 млн. га (у 2,3 раза). Раніше на значних площах поширювалися дрібні посіви: озимий ріпак (ярий) – 1,3 млн га, соя – 1,2 млн га. Через катастрофічне скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин площі озимого ячменю зросли до 1,1 млн га, хоча й з орієнтацією на експорт зерна за кордон, а площі кормових культур впали до критично низької площі близько 0,5 мільйонів гектарів. Під впливом цих змін була порушена раніше вироблена вітчизняною економікою система землеробства та її основа – сівозміна. На практиці такого елемента технології, як сівозміна, просто не існує. Натомість запроваджено систему ситуативної ротації 2–3 культур.

Щоб компенсувати практично безкоштовну позитивну роль науково обґрунтованої сівозміни, сільгоспвиробники намагаються використовувати дорогі, енергоємні та інтенсивні технології вирощування багаторічних рослин.

В Україні озиму пшеницю вирощують переважно за традиційною технологією, яка включає такі операції, як дискування, оранка, вирівнювання ґрунту, культивація, посів і т.д. Також фермери дотримуються основних принципів ефективності таких технологій: розміщення культури після кращих попередників; використання інтенсивних сортів; внесення добрив під

заплановану врожайність; основне внесення азотних добрив навесні за даними ґрунтово-рослинної діагностики; інтегрована система захисту посівів від бур'янів, хвороб і шкідників; за необхідності застосування регуляторів росту, посів постійними технологічними слідами; дотримання високої професійної та управлінської дисципліни механізаторів при виконанні всіх технологічних операцій; організація біологічного контролю за ростом і розвитком рослин на основних етапах органогенезу [27].

Головною метою інтенсивної технології є максимальне використання потенціалу продуктивності пшениці шляхом раціональної мобілізації природних і техногенних факторів продуктивності [15, с. 20].

Сучасні високоврожайні сорти озимої пшениці характеризуються підвищеними вимогами до родючості ґрунту, вологості та чистоти бур'янів. У зв'язку з цим зростає роль попередників у вирощуванні таких сортів.

Підбір попередників для озимої пшениці проводять з урахуванням регіону вирощування, структури посівних площ і реакції сортів на попередник. У посушливих і напівпосушливих південних районах сівбу проводять спочатку після тих попередників, які найменше висушують кореневий шар ґрунту, а після цього обробітком створюють сприятливі умови для водопостачання сходів; достатнього зволоження в північних районах – за такими, що забезпечують оптимальні строки сівби, сприятливий баланс поживних речовин у ґрунті та мінімальне засмічення бур'янами [2].

За даними наукових досліджень і виробничої практики найкращими родоначальниками для пшениці в степах України є пшениця чорна та біла, горох і люцерна при зрошенні; у Лісостепу - зайняті пари, горох, багаторічні трави під укіс; на Поліссі - зайняті та сидеральні (збільшувальні) пари, горох, молода картопля, сітки довгу льону. Прибавка врожаю зерна пшениці за кращими попередниками становить 7-10 т/га і більше порівняно з розміщенням за стерньовими попередниками.

Цілком задовільними попередниками для озимої пшениці, яка із запровадженням інтенсивної технології вирощування буде поширена в усьому ра-

йоні, є силосна кукурудза, ріпак, гречка та деякі стерньові попередники, особливо озима пшениця під чорним добривом або багаторічні трави [1, с. 25].

Дослідження показали, що навіть за гірших попередників можна отримати майже високий урожай пшениці. Але це завжди пов'язано з додатковими витратами на добрива, гербіциди та засоби захисту рослин від хвороб і шкідників, що значно здорожує вирощену продукцію. До інтенсивних сортів, районованих у Степу, відносяться Безоста 1, Одеська напівкарликова та інші низькорослі. і середньостовбурні сорти, що забезпечують прибавку врожаю до 15-20 т/га при сівбі після кращих попередників, що відрізняються особливо високою реакцією на попередники; у Лісостепу до таких сортів належать Донська напівкарликова, Вікторія Одеська, Киянка; на Поліссі – Ганна, Миронівська 33 та ін.

Високорослі сорти, схильні до вилягання, висівати після стерньових попередників, кукурудзи [25].

Основна мета обробітку ґрунту в посушливих районах — збереження вологи під час сівби пшениці, що особливо важливо в посушливих районах; у зонах достатнього зволоження - знищення бур'янів, якісне виробництво післяжнивних решток і добрив, особливо при посіві озимої пшениці після кукурудзи, багаторічних трав і внесенні органічних добрив - якісне виробництво післяжнивних решток і добрив; Створення достатньо ущільненого орного шару - щільністю 1,1 - 1,3 г/см³ і дрібнозернистого посівного шару - з перевагою (не менше 80%) грудок діаметром 1-3 см і відсутністю грудок. діаметром більше 4-5 см; Захист ґрунту від водної та вітрової ерозії.

Залежно від попередника і вологості ґрунту під час обробітку застосовують орний або безорний спосіб. Якщо в орному шарі міститься менше 20 мм продуктивної вологи, що спостерігається в посушливе літо, після попередників гороху, кукурудзи ефективнішим є нульовий (безплужний) або поверхневий обробіток (дискові лушпильники, плоскорізи); за достатньої вологості ґрунту – до 20 мм у шарі 0 – 20 см і ранньому збиранні попередника, а також на забур'яненних ділянках кращі результати дає обробіток пару плугами з пе-

редплужниками [11]. При обробітку пару лушення починають одразу після збирання попередника. Агротехнічна тривалість лушення на одному полі – 2...3 дні. Встановлено, що запізнення з обробітком стерні на один день відповідає втратам 20-30 кг/га зерна. Залежно від того, засмічене поле однорічними чи багаторічними бур'янами, його лушать один або два рази. При однорічних бур'янах і розміщенні пшениці за стерньовими попередниками якісне лушення зазвичай проводять дисковими луцильниками (ЛДГ-10, ЛДГ-15) на глибину 6 ... 8 см; якщо за один прохід луцильника, розроблений ґрунт не відповідає агротехніці, застосовують ще один прохід луцильника під кутом чи упоперек до першого на ту саму глибину з одночасним коткуванням кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6 або боронуванням зубовими боронами БЗСС-1,0, БЗТС-1,0, або пружинними – ЗБР-24. Після проростання бур'янів поле орють плугами з передплужниками (ПЛН-5-35, ПЛП-6-35) в комплексі з котками на глибину: 20 – 22 см у Лісостепу; на Поліссі з неглибоким шаром орного ґрунту 16–18 см; у Степу з нестачею вологи в ґрунті – також на 16 – 18 см, оскільки при більш глибокій оранці орний шар висихає [17].

Оранку під пшеницю озиму завершують не пізніше як за 3-4 тижні до оптимальних строків сівби. При запізненні з оранкою ґрунт не встигне достатньо ущільнитися перед посівом, що створює ризик розриву кореневої системи пшениці внаслідок її осідання. Особливо це слід враховувати при сівбі після кукурудзи на силос [35].

Метою передпосівного обробітку ґрунту є створення сприятливого структурно-агрегатного складу насінневого шару з ущільненим ложем для закладання насіння та дрібнозернистим шаром ґрунту над ним. Найкраще для цього використовувати культиватор (КПС-8 «Восход», КПЄ-3,8, КН-3,8 та ін.), обладнані стрілочастими лапами. Культивацію проводять одночасно з боронуванням зубовими боронами (БЗТС-1,0, БЗСС-1,0), а при недостатній вологості ґрунту – з коткуванням котками ЗККШ-6. Для кращого вирівнювання поверхні ґрунту і якісного посіву обробку проводять похило під оранку на глибину 4-6 см. На більш важких ґрунтах замість культиваторів використо-

вують комбіновані ґрунтообробні знаряддя, наприклад Ecolo-Tiger-350 та ін., на легких — обмежуються боронуванням. Сидеральні пари перед сівбою дискують на глибину 5-7 см [32].

1.3. Технічне забезпечення вирощування пшениці озимої

Протягом останніх 15 років компанія «Агро КМР» активно використовує технологію No-Till — систему обробітку ґрунту, яка передбачає відмову від оранки ґрунту, за допомогою спеціальної техніки. Таким чином поверхня залишається в нерухомому стані та покривається подрібненими пожнивними залишками, завдяки діяльності корисних мікроорганізмів відбувається їх мінералізація та збільшення органічної маси у верхніх ґрунтових шарах. Це призводить до покращення структури ґрунтового шару та підвищення природної родючості землі. Крім того, поверхня, покрита мульчею, краще зберігає вологу та запобігає ерозії ґрунтів. На своєму балансі компанія має сучасні ґрунтообробні агрегати такі як, каток зубчасто-кольчастий DAL-BO Powerrol – призначений для післяпосівного каткування полів, агрегат Vaderstad Carrier 820 – для підготовки насінневого ложе, згладжування рельєфу поля та перекривання культур. Культиватори HORSCH CULTRO 18 TC – для подрібнення стерні та мульчування посівів зернових культур та HORSCH FQ-12.30 - для поверхневої обробки ґрунту строго на задану глибину. Всі начіпні агрегати агрегатуються з тракторами різного тягового класу марки CASE IH типу Magnum, CVX, AFS Connect та мають максимальні ергономічні якості забезпечуючи мінімально низький тиск на ґрунт розподіляючи навантаження на центри ваги так, аби зменшити ущільнення верхнього шару ґрунту. Таким чином це несе прямий вплив на технологічну операцію – посів. За нульового обробітку ґрунту, насіння закладають за допомогою спеціальних сівалок точного висіву HORSCH Maestro 24.50 SV, сівалок HORSCH EVO 36.50 SW; TERRANO 12.50 FM; Avatar 18.60 SD, (наявні в підприємстві та активно використовуються) у непідготовлену землю одночасно з добривами, даючи пе-

ревагу в економії, напроти відокремленому посіві та внесенні необхідних добрив після сходів, перекриваючи одразу декілька операцій за одну сівозміну.

Технологія No-till має ряд недоліків таких як:

- зменшення термінів проведення технологічних операцій (сівба, внесення гербіцидів, мінеральних добрив, збирання);
- високі вимоги до вирівненості поверхні поля;
- накопичення в ґрунті патогенних мікроорганізмів та шкідників, що вимагає активного застосування ЗЗР;
- уповільнення процесу накопичення біологічного азоту через діяльність мікроорганізмів, внаслідок чого знижується польова схожість насіння та початкові темпи росту культур.

Разом з тим, технологія No-till має значні переваги, тому що:

- через 3 і більше років позитивно позначається на водно-фізичних, біологічних та хімічних властивостях кореневмісного шару ґрунту.
- знижуються витрати на оплату праці, амортизацію техніки, паливно-мастильних матеріалів та добрив;
- зберігається та відновлюється родючість землі, у тому числі завдяки збільшенню кількості гумусу;
- запобігає ерозії ґрунту;
- сприяє затриманню і накопиченню вологи в ґрунті, що особливо актуально для посушливих регіонів.

Особливим компонентом в технології No-till є боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками з допомогою проведення операцій хімічного захисту. Має місце інтенсивне використання пестицидів, гербіцидів та здійснення поверхневого живлення рослин шляхом використання відповідної техніки – JOHN DEERE 3930, R4045 та HORSCH Leeb 6.280 VL. При переході на нульову технологію засмічення полів кореневищними та коренепаростковими бур'янами посилюється, а видовий склад змінюється в бік багаторічних зла-

кових і дводольних рослин. Великим недоліком є виконання не менше двох фунгіцидних та інсектицидних обприскувань посівів.

Головним серед всіх етапів польових робіт є збиральна кампанія, яка і показує наскільки ефективними були попередні етапи вирощування та забезпечення технологічного плану робіт підприємства. На своєму рахунку товариство має шість зернозбиральних комбайнів CASE IH 9240 забезпечених жатками MACDON FLAXDRAPER HEADER FD 75, жниварками для збирання зерна CASE IH 41G, 3152 DRAPPER FIX 12.20 m, загальною кількістю 8 одиниць.

Незалежно від ландшафту поля або стану культури комбайни Case IH дозволяють отримувати максимальний відсоток врожайності з мінімальним відсотком пошкодженого зерна, а завдяки своїй конфігурації та будові колес мають низький вплив на ущільнення поверхні поля. Комбайни обладнані технологією максимальної потужності, забезпечують виняткову економію палива. Особливу роль відіграють бункери-накопичувачі перевантажувальні HARVEST COMMANDER і Unverferth 1128. Вони виконують функцію перевантаження зерна з комбайну до вантажівки з подальшим транспортуванням на тік чи елеватор. Завдяки гусеничному ходу рівномірно розподіляють тиск на ґрунт в полі не завдаючи надмірних навантажень на поверхню.

Слід зазначити що такі обсяги робіт та управління досить великим парком техніки вимагає чіткого контролю та автоматизації всіх процесів на кожному етапі.

Тому компанія «Агро КМР» успішно впровадила систему супутникового моніторингу посівів Cropwise (рис.1.6).

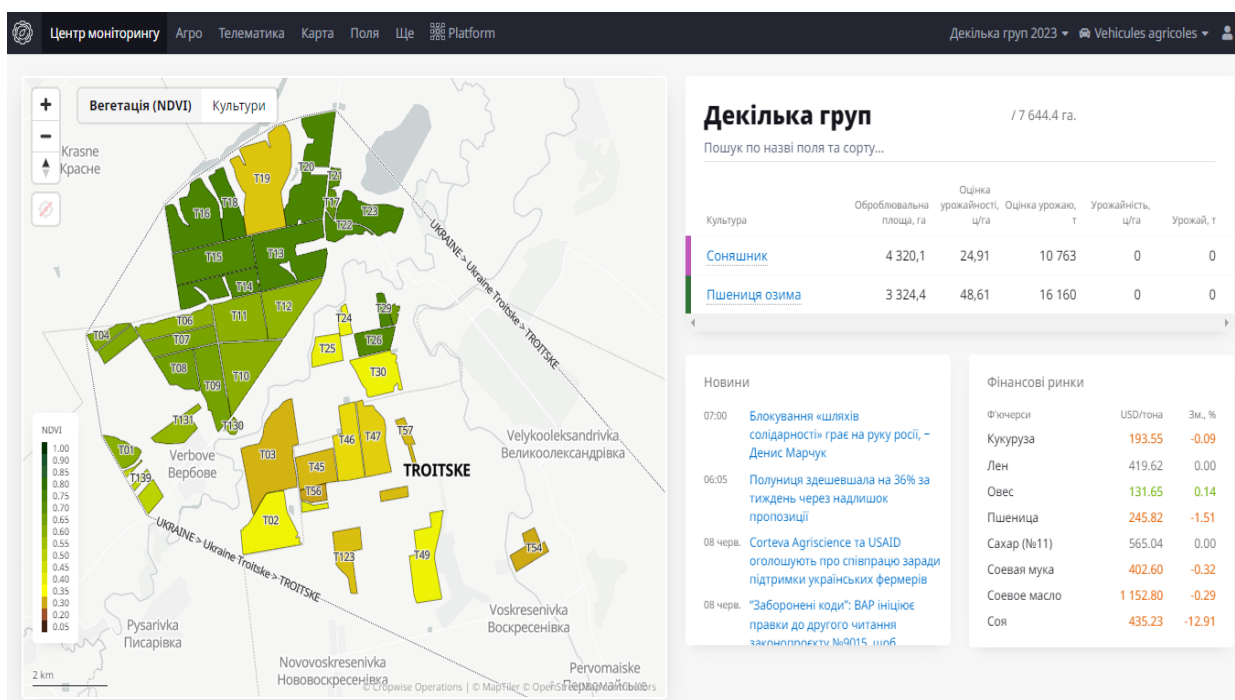


Рис.1.6. Відображення посівів у програмі Storіo.

Функціонал допомагає контролювати стан посівів у режимі реального часу, прогнозувати та планувати сільськогосподарські операції, формувати прогноз урожайності.

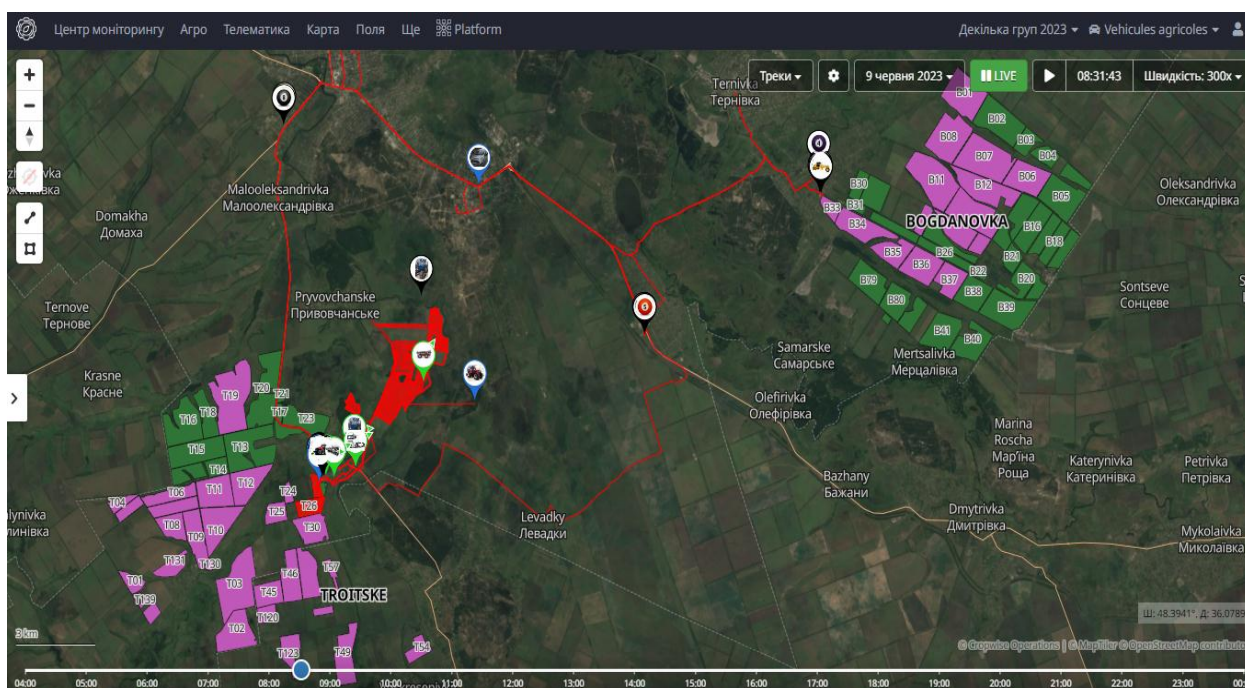


Рис. 1.7. Генплан ТОВ «Агро КМР».

Супутникове відслідковування машин та тракторів в режимі реального часу дає нам змогу розуміти і вираховувати проведену роботу в полях, контроль якості виконання та визначення оптимальних умов технологічних операцій.

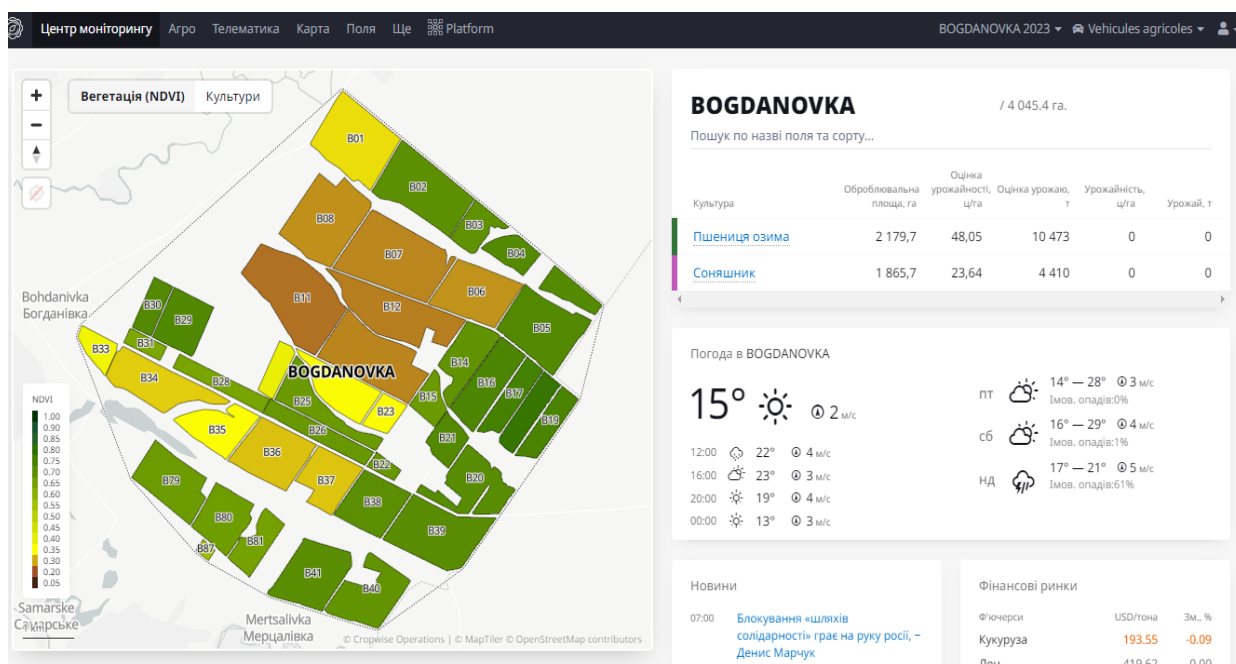


Рис. 1.9. Відділення ТОВ «Агро КМР» в с. Богданівка

Оптимальний строк сівби пшениці залежить від місця, яке вона займає в сівозміні господарства, ґрунтово-кліматичних умов регіону, наявності западної техніки, необхідної для сівби.

Існують науково обґрунтовані рекомендації щодо строків сівби в тому чи іншому регіоні, розрахованих після прогнозованого настання вегетативного спокою. Вони служать основою для розрахунку оптимального строку сівби, але також базуються на поточних кліматичних умовах.

Кращі строки сівби озимої пшениці по регіонах

Температура та вологість повітря відіграють ключову роль у визначенні найкращого терміну на практиці [14, с. 22].

Тому в південних районах посів починають раніше, щоб протягом вегетації рослина могла отримувати вологу від зимового снігу та весняних опадів і не страждала від нестачі поливу зерна. На півночі його можуть перенести на більш пізній термін через середньодобові температурні показники. Посів оптимально відбувається при температурі 14-17°C.

При надто ранньому посіві підвищується ризик зараження кореневими хворобами і ураження розсади шкідниками, які зазвичай надто активні в цей період. Крім того, в цьому випадку нижча зимостійкість, оскільки рослини

переростають. Висіваючи інтенсивні сорти та використовуючи фунгіцидно-інсектицидний захист, та шляхом обробки насіння якісними препаратами можливе часткове зниження ризику [9, с. 21].

При запізненні з посівом рослини підуть на зимівлю з недостатньо розвиненим корінням і не встигнуть накопичити необхідну для успішної зимівлі кількість поживних речовин.

Відповідно до Держстандарту України для посіву пшениці необхідно використовувати насіння 1-3 репродукцій на категорію зі схожістю не менше 92 % для м'якої пшениці, 87 % для твердої пшениці та чистотою від насіння бур'янів та ін. домішок для обох видів пшениці не менше 98%, сортова чистота не менше 98%, вологість не більше 15 - 15,5%.

Перед посівом насіння сортують за розміром і однорідністю: очищають від насіння бур'янів та інших культур, а також від поживних домішок; захищають від патогенів і ґрунтових шкідників; оброблені мікроелементами, бактеріальними препаратами тощо [7, с. 15].

Для сортування та очищення насіння використовують зерноочисні машини ЗВС-20А, МВО-20, ОВС-25, МС-4,5 та ін.; трієрні блоки БТ-20 та ін., зерноочисні агрегати ЗАВ-25, ЗАВ-40, ЗАВ-50; зерносушильні комплекси КЗС-25Б, КЗС-25 чи КЗС-50.

Протруюють насіння, доведене до стандартної вологості (14- 15,5 %), за 2 ... 3 тижні або за 2 ... 4 дні до сівби з використанням машин і комплексів ПС-30, ПС-10А, КПС-10, КПС-40.

Посів проводять перехресними і вузькими рядами з шириною міжрядь 14-15 або 7-8 см. На півдні пшеницю сіють також зерновими стерньовими сівалками з шириною міжрядь 23 см.

При достатньому зволоженні насіння загортають на глибину 5-6 см. Коли верхній шар ґрунту підсохне, а в глибших шарах є достатні запаси вологи, оптимальний строк сівби — глибину загортання збільшують на 1-2 см і коткують поле. При цьому для посіву використовують тільки великі, добре

виповнені насіння. На важкосуглинистому ґрунті та пізніх строках сівби сіють на відстані 4-5 см [30, С. 24].

Добрива є одним із найефективніших і швидкодіючих факторів підвищення врожайності пшениці та поліпшення якості зерна. Великий позитивний вплив добрив на продуктивність пшениці пояснюється тим, що в ґрунті поживні речовини містяться в малорозчинній формі, а фізіологічна активність кореневої системи недостатньо висока. Тому застосування добрив під пшеницю на всіх типах ґрунтів забезпечує відносно високий ріст рослин.

Як правило, під пшеницю вносять мінеральні добрива, а під попередник – органічні. Вносити гній або компост безпосередньо під пшеницю рекомендується лише на бідних ґрунтах із вмістом гумусу не більше 2,2 % та після стерньових попередників. Середня кількість рідкого гною на чорноземах становить 20 – 25 т/га, на дерново-підзолистих і на сірих опідзолених 30 – 35 т/га [3].

На ґрунтах з підвищеною кислотністю (рН 5,5 і менше) Для засолених добрив використовують фізіологічно лужні мінеральні (нітрат натрію або кальцію, шлаки, фосфоритне борошно та ін.) і фізіологічно кислі (сульфат амонію, суперфосфат та ін.) [29].

Однак у господарствах не завжди вистачає добрив, щоб забезпечити живлення рослин під час формування максимальної продукції. Тому для отримання достатньо високих урожаїв озимої пшениці, виходячи з конкретних умов вирощування, слід керуватися рекомендаціями щодо використання норм мінеральних добрив, дослідно визначеними науково-дослідними установами.

90 - 120 кг/га азоту, фосфору та калію вважають середньою кількістю добрив під озиму пшеницю за інтенсивної технології (NPK). Вони можуть бути більшими чи меншими залежно від родючості та якості ґрунту, стану попередника, площі вирощування пшениці, сорту та багатьох інших причин.

Розрахункові або рекомендовані середні норми мінеральних азотних або комплексних добрив вносять розкидачами Amazone (в ТОВ «Агро

КМР»). При внесенні рекомендованих середніх норм добрив необхідно враховувати відмінності ґрунту.

У період вегетації пшениці вносять азотні добрива за інтенсивною технологією. Застосовують їх за допомогою індикаторів поживної діагностики – ґрунту, листя і тканини – та на основі візуальних спостережень за ростом і розвитком рослин, параметру NDVI [17].

Ґрунтова діагностика полягає у визначенні в ґрунті доступних рослинам мінерального азоту (нітратної та аміачної форм), рухомих форм фосфору та легкорозчинного калію. Для цього сівалкою по діагоналі від 5 до 10 точок пшеничного поля відбирають пробу ґрунту і з неї відбирають змішану пробу, яку аналізують в агрохімічній лабораторії на вміст основних елементів живлення, переважно азоту. Проби відбирають ранньою весною після відтавання ґрунту в шарі 0-100 см через кожні 20 см (на дерново-підзолистих і опізольних ґрунтах) або з шару 0-60 см (до 80 см.) Чорноземи видаляють. За результатами аналізу визначено запаси мінерального азоту в кореновому шарі ґрунту та визначено потребу в ньому озимої пшениці. Доведено, що для отримання 60 кг/га зерна пшениці в кореновому шарі рано навесні необхідно 160 кг/га мінерального азоту. При надходженні азоту понад 160 кг/га навесні підживлюють азотними добривами лише зріджені насадження пшениці [13].

Взимку за станом рослин регулярно стежать. Найбільш поширеним і точним способом визначення стану посівів озимих культур є метод вирощування рослин монолітами. Для цього моноліти розрізають по діагоналі в двох-чотирьох типових точках на полі і розміщують у ящиках 30X30. глибиною 15 см і відрощують [31].

Більш швидкий спосіб визначення стану озимих рослин – вирощування рослин у воді. Для цього проби відбирають у двох сусідніх рядах по 0,5 м у двох-чотирьох типових місцях поля. Після відтавання ґрунту рослини кожної проби промивають водою кімнатної температури. У них коріння обрізають так, щоб від коренового вузла до місця зрізу залишалось 3-4 см. Потім їх розкладають по краях тарілок, наполовину наповнених водою, занурюючи ко-

ріння і нижню частину сучка. Кількість живих рослин підраховують на сьому добу після відбору [28].

Щоб запобігти утворенню ґрунтової кірки і зменшити випаровування вологи, рослини боронують. На площах із добре розвиненими посівами та на полях із слабкими посівами застосовують середні та важкі борони або кільчасті котки.

Надзвичайне значення має правильне та своєчасне визначення площ зріджених озимих культур після зимівлі, які необхідно підгортати та засівати ярими культурами. Для цього за допомогою відповідних діагностичних засобів ретельно визначають густоту життєздатних рослин, ступінь прорідження культурних рослин і стадію їх розвитку.

У Степу рослини висівають з густотою менше 300 невикорінених рослин на 1 м². При рівномірному проріджуванні з 200–250 добре викоріненими рослинами на 1 м² пересаджувати рослини недоцільно.

Комбайни під час збирання ретельно регулюють, щоб мінімізувати втрати зерна (не більше 1%) і пошкодження (не більше 1% насінневого зерна, не більше 2% продовольчого зерна).

Швидкість агрегату 6 – 7 км/год з зернозбиральним комбайном і 4,5 – 5 км/год з молотильними валками.

1.4. Проблеми ущільнення ґрунтів технікою

Ущільнення ґрунту відбувається, коли частинки ґрунту стискаються і паровий простір між ними зменшується. Переущільнені ґрунти містять дуже малу кількість великих пор, внаслідок чого їх загальний об'єм зменшується і відповідно збільшується щільність ґрунту [36, с. 25].

При щільному ґрунті швидкість водопроникнення і дренажу низька. Це відбувається тому, що великі пори транспортують воду через ґрунт ефективніше, ніж менші пори. Крім того, в ущільнених ґрунтах сповільнюється газо-

обмін, що збільшує ймовірність проблем з аерацією. Нарешті, хоча ущільнення ґрунту збільшує міцність ґрунту — здатність чинити опір рухам під дією сили, — воно змушує коріння працювати більше, щоб проникнути в ущільнений шар.

Ущільнення ґрунту змінює пористість, розподіл і міцність ґрунту. Одним із способів кількісної оцінки змін є вимірювання насипної щільності. Зі зменшенням порового простору в ґрунті збільшується насипна маса. Ґрунти з більшою часткою глини та мулу, які природно мають більше пористого простору, мають нижчу насипну щільність, ніж піщані ґрунти.

Сьогодні все частіше звертаються до проблеми ущільнення ґрунту. Адже інтенсивне виробництво, поява великої кількості важких сільськогосподарських машин та нехтування правильною організацією сівозмін у багатьох господарствах у кінцевому підсумку дуже негативно позначається на структурі ґрунту та його родючості [33, с. 25].

Проблема поступово загострюється і набуває великих масштабів, фактично вже можна сказати, що ущільнення ґрунту – явище всеукраїнське. Незалежно від типу ґрунту – чорнозему чи глини – недосконалі агротехніки призводять до переущільнення. І якщо в будівництві ущільнення ґрунту – справа бажана і корисна, навіть спеціально зроблена, то в сільському господарстві – це значна і щорічна втрата прибутку.

У звичайний рік під колесами сільськогосподарських агрегатів може бути близько 90% поля. Контрольований рух обмежує відстань, що проїжджає на тих же коліях.

70-90% загального ущільнення орного шару відбувається під час першого проходу по полю. Під контролем руху ділянка колії ще трохи ущільнюється, але ґрунт між коліями не ущільнюється.

Перехід від машинного руху до контрольованого – це не проста заміна, а перехід, який може зайняти роки. Тому будь-яке потенційне придбання слід розглядати з урахуванням цієї стратегії.

Ще одна стратегія боротьби з ущільненням – підтримувати належний тиск у шинах і зменшувати навантаження на вісь.

Високі навантаження на вісь і вологий ґрунт збільшують глибину ущільнення ґрунтового профілю. При збільшенні навантаження понад 10 т на вісь збільшується й потенціал ущільнення через орний шар.

Великі машини можуть мати навантаження на вісь від 18 до 40 т і виробляти ущільнення до 60-90 см, незалежно від того, чи оснащені вони гусеницями чи шинами. Підтримуйте навантаження на вісь нижче 10 т, щоб локалізувати ущільнення у верхніх 15-25 см ґрунту.

На ущільнення ґрунту впливає загальне навантаження на вісь і контактний тиск між шинами та ґрунтом. У минулому розміри шин збільшувалися разом із збільшенням ваги трактора. Це дозволяє уникнути значного підвищення контактного тиску в шині.

Експерти погоджуються, що немає простішого способу підвищити ефективність трактора, ніж використання правильного тиску в шинах. Правильний тиск в шинах не тільки підвищує ефективність трактора, але й знижує інтенсивність ущільнення ґрунту шинами.

Дослідженнями встановлено, що гусеничний трактор створює тиск від 0,4 до 0,6 кілограмів на см^2 залежно від ширини колії, довжини та ваги трактора. Під час руху тиск змінюється.

Радіальні шини створюють тиск, який на 0,5...1,0 кілограм перевищує тиск у їхніх власних шинах, наприклад, якщо радіальну шину накачати до 2,7 кілограма на квадратний дюйм, утворюється тиск 3,2–3,7 кілограма на квадратний дюйм [31, с. 51].

Старі шини з тиском повітря від 2,7 до 3,7 кілограмів на квадратний дюйм більше не можуть працювати належним чином і швидко зношуються. Тому вони надуваються до тиску повітря від 9 до 11 кілограмів на квадратний дюйм (3,5 ... 4,3 атм), що призводить до відповідного ущільнення ґрунту.

Щоб підтримувати ущільнення ґрунту в зоні плуга, ви повинні підтримувати радіальний тиск у шинах приблизно $1,77 \text{ кг/см}^2$.

Коли трактор оснащений здвоєними колесами («іскрами»), це зменшує навантаження на кожен шину і тим самим знижує необхідний тиск у шинах. Цей прийом також зменшує глибину та інтенсивність ущільнення.

У випадку зерновозів або інших причепів з великою вантажопідйомністю їх виробники повинні зменшити навантаження на ґрунт шляхом збільшення кількості осей.

Як можна зменшити ущільнення ґрунту покажемо на конкретному прикладі.

Виконаємо аналіз та розрахунок довжини ущільнення ґрунту поля зі сторонами $1000 \times 2000 \text{ м}$, загальною площею 200 га . На рисунку зобразимо схематично траєкторії руху обприскувача John Deere 3930 з робочою шириною захвату $36,5 \text{ м}$. Якщо агрегат працює вздовж коротшої сторони поля, тоді кількість проходів N буде:

$$N = 2000 / 36,5 = 54,8, \text{ приймаємо } 55.$$

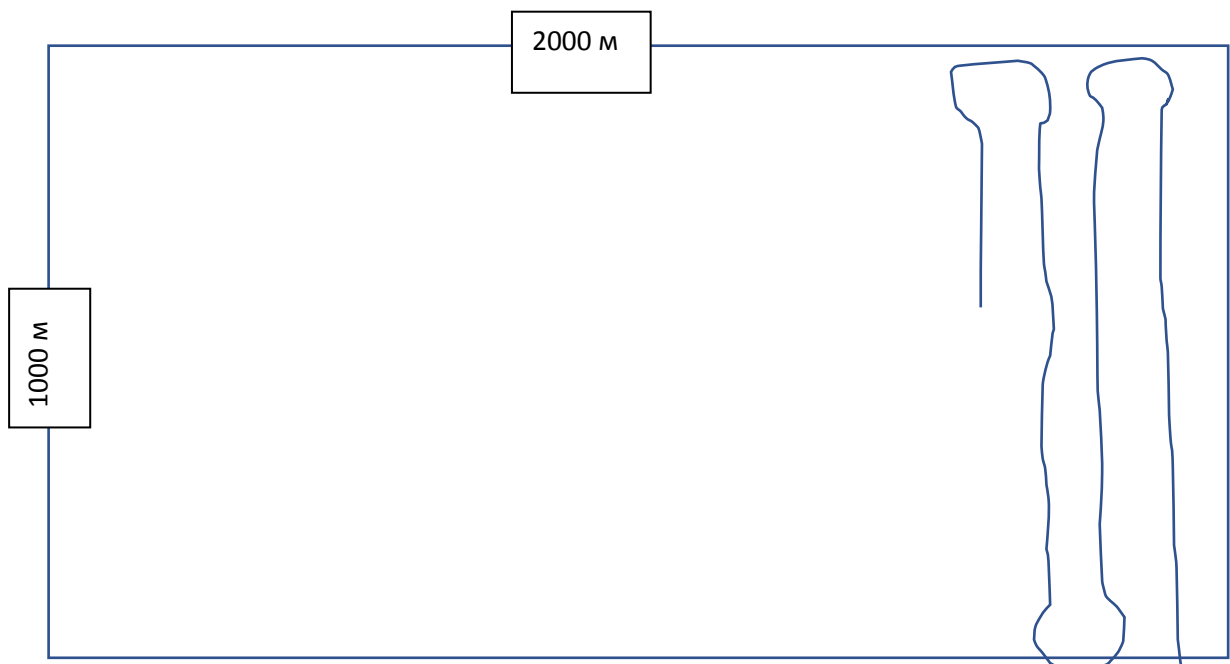


Рис. 1.9. Спрощена схема поля та початок траєкторії руху обприскувача.

Отже, по стороні поля 2000 м ми здійснюємо 55 проходів обприскувачем і по 1000 м кожен, то за весь на полі виявиться 55 км ущільнених слідів.

З технічних характеристик агрегата відомо ширину одного колеса – 0,3 м, а двох, відповідно – 0,6 м. То загальна площа ущільненого поля складе:

$$S_{\text{баз}} = 0,6 \cdot 55\,000 = 33\,000 \text{ м}^2 \text{ або } 3,3 \text{ га.}$$

А тепер необхідно здійснити розрахунок для проектуємої ширини захвату

$$L_{\text{баз}} = 36,5 + 8 = 44,5 \text{ м.}$$

Розрахуємо N: $2000/44,5=44,9$ приймаємо до розрахунку кількість проходів 45.

Таким чином кількість зменшилась у 1,2 рази, довжина ущільненого шляху буде 45 км. Загальна площа ущільненого шару поля буде:

$$S_{\text{проект}} = 0,6 \cdot 45\,000 = 27\,000 \text{ м}^2, 2,7 \text{ га відповідно.}$$

Розрахунки показують що можливість конструкційного вдосконалення обприскувача допоможуть суттєво зменшити ущільнені площі. Удосконалення конструкції полягає в тому, що ми пропонуємо збільшити робочу ширину захвату самохідного обприскувача, використавши склопластикові штанги, по 4 метри з кожного боку. Таким чином, збільшиться ширина захвату агрегату з 36,5 до 44,5 м.

1.5. Обґрунтування теми дипломного проекту

Для технології No-till критично важливо зберігати ґрунт у пористому стані, з мінімальним ущільненням. Для цього необхідно використовувати техніку із якомога більшою шириною захвату.

Однак тут присутній техніко-технологічний конфлікт: чим більша ширина захвату агрегату, тим більша потужність і маса трактора або енергозасобу нам необхідна. Велика маса агрегатів призводить до локального ущільнення ґрунтів рушіями тракторів. Вирішити цей конфлікт частково можна, застосувавши нові, більш легкі матеріали. Одним із таких агрегатів, який може бути модернізований, а саме, збільшено ширину захвату без зростання потужності – самохідний обприскувач JD 4930. В роботі пропонуємо закріпити додаткові елементи пластикові штанги по 4 метри з кожного боку.

Мета роботи – модернізація самохідного обприсувача при вирощуванні пшениці озимої в товаристві з обмеженою відповідальністю «Агро КМР» з обґрунтуванням ґрунтозахисних технологічних заходів.

Завдання роботи:

- визначити роль пшениці озимої як основної культури в сільському господарстві України;
- навести проблеми ущільнення ґрунтів технікою;
- здійснити розрахунки штанг обприсувача зі збільшеною шириною захвату;
- навести заходи з охорони праці та захист навколишнього середовища;
- навести техніко-економічну оцінку технології та обладнання.

2.1. Обсяг і структура виробництва

ТОВ «АГРО КМР» виробляє та реалізує сільськогосподарську продукцію. Активно впроваджує інноваційні агротехнологічні рішення, які відповідають потребам сучасного ринку та не забруднюють навколишнє середовище.

Основними напрямками діяльності вирощування і реалізація зернових і технічних культур. Вони успішно використовують сучасну сільськогосподарську техніку та ефективні технології землеустрою для отримання високих врожаїв та впровадження новітніх агротехнічних розробок. Відповідальний підхід до всіх технологічних процесів дозволяє контролювати якість на всіх етапах видобутку сільськогосподарської продукції, яка користується попитом у багатьох країнах Європейського Союзу, Північної Африки та Азії [26].

Компанія використовує нові технології — GPS, телематика, ефективно використовує наявні земельні ресурси, покращує матеріально-технічну базу, що сприяє підвищенню продуктивності праці та рентабельності.

У структурі вирощування в господарстві переважають озима пшениця, ярий ячмінь, горох, соя, озимий ріпак та кукурудза на зерно – табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Площа посіву та урожайність основних с.-г. культур в господарстві

Культури	Площа посіву, га				Врожайність, т/га			
	2020	2021	2022	Середня	2020	2021	2022	Середня
Оз. пшениця	7000	8000	9700	8233	6,0	6,2	6,7	6,3
Ярий ячмінь	1000	2300	2800	2033	3,7	4,3	3,6	3,8
Горох	600	-	-	600	2,1	-	-	2,1
Соя	2300	1000	-	1150	3,0	3,3	-	3,1
Ріпак озимий	3100	5000	6500	4866	2,5	2,9	2,4	2,6
Соняшник	3000	3200	4000	3400	2,9	2,6	3,0	2,8

Від типу ґрунту та його родючості залежить урожайність і якість сільськогосподарських культур. Тому найважливішим завданням спеціалістів сільськогосподарства на виробництві є турбота про родючість ґрунту, враховуючи його економічне та екологічне значення. Досліди проводили на темносірих, мулистих, крупнопилуватих, світлосуглинкових ґрунтах на лесових суглинках [26]. Глибина залягання ґрунтових вод 3,0-3,5 м. Фізико-хімічні показники ґрунту характеризуються вмістом гумусу, кислотністю, кількістю внесених основ і ступенем насиченості основами. Характеристика ґрунту, на якому проводився дослід, наведена в табл 2.2.

Таблиця 2.2

Глибина шару, см	Гумус, %	pH сольовий	Гідролітична кислотність, мг-екв/100г ґрунту	Сума поглинутих основ мг-екв/100 г ґрунту	Ступінь насичення основами, %
0-20	3,44	5,8	2,85	18,4	77
20-40	2,30	5,6	2,45	15,5	80

Фізико-хімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту

Як бачимо, в орному та підорному шарі ґрунту міститься недостатня кількість гумусу. Тому необхідно розробляти і впроваджувати ґрунтозахисні технології.

2.2. Структура МТП

ТОВ «Агро КМР» використовує техніку фірм Case, John Deere і HORSCH. Парк техніки - 11 тракторів обладнані навігацією та RTK, 6 зернозбиральних комбайнів CASE 9240, 3 бункера-накопичувача Kinze, 5 сівалок HORSCH. Обприскувачі John Deere 4940/4930 – 3 одиниці техніки. 8 жаток

CASE ІН різної конфігурації. «Агро КМР» має 17-річний досвід обробітку ґрунту за технологією strip-till. До 2021 року загальний обсяг зберігання зерна групи склав 45 тис. тонн. У 2021 році збудовано новий сучасний елеватор одноразовою потужністю зберігання 18 тис. тонн. Елеватор знаходиться в селі Богуслав Павлоградського району Дніпропетровської області. Обсяг одноразового зберігання «Богуславського елеватора» становить 18 тис. тонн у металевих силосах.

Таблиця 2.3

Структура МТП ТОВ «Агро КМР»

Найменування	Марка/модель	Кількість
Трактори	Case MX 340	2
	Case MX 310	2
Комбайни	CASE 9240	6
Обприскувачі	John Deere 4940	3
Бункер-перевантажувач	Kinze-1350	3
Сівалки	HORSH-Maestro-36.5	3
	HORSH-Pronto	2

В селі Богданівка Павлоградського району Дніпропетровської області розташований тік. Обсяг зберігання 20 тис. тонн у підлоговому сховищі.

2.3. Використання МТП підприємства в технології No-Till при вирощуванні пшениці озимої

No-till – це технологія обробітку ґрунту що не потребують попередньої підготовки поля до посіву. На даному етапі галузь досягла межі свого розвитку, і надалі можливе лише вдосконалення техніки і технологічних операцій з урахуванням різних ґрунтово-кліматичних і соціальних умов виробництва і праці. В ТОВ «Агро КМР» значну увагу приділяють агрегатному стану ґрунту, його вологозабезпеченості та іншим, органо-мінеральним пока-

зникам. Інженерна служба, в межах своєї компетенції також відслідковує величину ущільнення ґрунту. Для цього в підприємстві є два цифрових пенетрометри SkokAgro з програмним забезпеченням.

Управління процесом здійснюється за допомогою цифрової платформи Cropwise, яка має декілька вкладок: SAS, RFID та інші. Так, програмне забезпечення для фермерів SAS покращує контроль і підвищує ефективність посівної кампанії.

Планування оптимальних строків сівби: програма SAS пропонує інструменти для детального планування посіву. Фермери можуть аналізувати дані про стан ґрунту, кліматичні фактори та історичну інформацію про врожай, щоб визначити оптимальний час і місце для кожної культури.

Управління ресурсами: програма пропонує можливість керувати ресурсами, необхідними для посіву. Фермери можуть використовувати програмне забезпечення для оптимізації використання насіння, добрив і пестицидів. GPS-моніторинг техніки: можна спостерігати за рухом автопарку онлайн 24/7, відповідно, можна ефективно спланувати логістику на підприємстві.

За допомогою RFID-міток водії та оператори мають можливість спостерігати за початком і закінченням роботи персоналу. Це дозволяє контролювати виконання робіт на місці, аналізувати ефективність праці механізаторів, контролювати дотримання всіх норм технологічного процесу.

Інтеграція та аналіз даних: програму можна інтегрувати з іншими системами управління сільським господарством. Наприклад програма FarmingOS у поєднанні з SAS допомагає автоматично планувати та оцінювати планові та фактичні витрати на посів, контролювати стан робіт тощо. Завдяки аналітичним можливостям FarmingOS, Фермери отримують детальні звіти та аналізують економічні дані для оптимізації виробничих процесів, виявлення проблемних місць та оптимізації економіки компанії.

Давайте розберемо можливості No-till - технології вирощування озимої пшениці, оптимізація гідротермічного режиму ґрунту в різні періоди: надмірне перегрівання поверхні ґрунту в передпосівний період; між посівом і схо-

дами, коли лімітуючим фактором стає поступове зниження температури ґрунту на глибині залягання насінневої шкірки та в період зимових низьких температур.

Температуру ґрунту вимірювали кожні 6 годин протягом доби за допомогою максимального та мінімального спиртових термометрів.

Продуктивні запаси вологи в ґрунті визначали термостатно-ваговим методом, попередньо відбираючи ґрунт спеціальним ґрунтобуром Бі 50 пошарово через 10 см на глибину від 0 до 150 см. Загальну кількість вологи в ґрунті визначали за формулою:

$$W_{mm} = 0,1 \times W \times y \times h, \text{ де:}$$

W - кількість вологи в % до абсолютно сухого ґрунту;

y - щільність ґрунту, г / см³; h - глибина шару ґрунту, см

0,1 - коефіцієнт перерахунку сантиметрів в міліметри.

Глибину промерзання ґрунту та його температуру визначали за допомогою промерзаломіра «Данілін МД-50».

Дослідження показали, що шар мульчі утворюється з органічних залишків No-till - Технологія значно покращує температурний режим поверхнього шару ґрунту та сприяє покращенню його загального температурного режиму (табл. 2.4).

Таблиця 2..

Гідротермічний режим ґрунту в передпосівний період пшениці озимої залежно від технології її проведення вирощування

Показники	Технологія вирощування пшениці озимої	
	Традиційна	No-till
Температура поверхні ґрунту, °С:		
Мінімальна	18,3	24,7
Максимальна	53,4	46,5
Середньодобова	30,6	30,4
Температура ґрунту на глибині 5 см, °С:		

Мінімальна	22,5	25,3
Максимальна	37,8	33,1
Середньодобова	25,4	26,1
Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 20 см, мм	9,3	15,4
Середньодобова температура ґрунту на глибині загортання насіння жовті, °С	9,1	10,9
Період між сівбою і повними сходами, днів	18–21	12–14

Встановлено, що при майже однаковій середньодобовій температурі як на поверхні ґрунту, так і на глибині 5 см різниця між максимальним денним і мінімальним нічним значенням була значно меншою. No-till - за технологією становила 21,80 °С на поверхні ґрунту, тоді як за традиційною технологією вона становила 35,10 °С або на 13,30 °С більше. На глибині 5 см добові коливання температури були значно меншими і становили 7,8 і 15,30 °С відповідно. Це свідчить про те, що додаток No-till - завдяки наявності мульчуючого органічного шару технологія значною мірою запобігає різким коливанням температури у верхньому шарі ґрунту, значно наближаючи його верхню та нижню межі до оптимального рівня для активної життєдіяльності ґрунтової мікробіоти.

Висновки по розділу

ТОВ «АГРО КМР» виробляє та реалізує сільськогосподарську продукцію. Активно впроваджує інноваційні агротехнологічні рішення, які відповідають потребам сучасного ринку та не забруднюють навколишнє середовище. Основними напрямками діяльності є рослинництво та експорт і реалізація зернових і технічних культур. Вони успішно використовують сучасну сільськогосподарську техніку та ефективні технології землеустрою для отримання високих врожаїв та впровадження новітніх агротехнічних розробок. Компанія використовує нові технології — GPS, аналіз ґрун-

ту, телематика. «Агро КМР» ефективно використовує наявні земельні ресурси, покращує матеріально-технічну базу, що сприяє підвищенню продуктивності праці та рентабельності. У структурі вирощування в господарстві переважають озима пшениця, ярий ячмінь, горох, соя, озимий ріпак та кукурудза на зерно.

No-till - технологія вирощування озимої пшениці сприяє зменшенню надмірного перегріву поверхні ґрунту в години активного сонячного випромінювання, зменшенню різкості добових коливань температури та втрати вологи ґрунтом у передпосівний період пшениці. Водночас у період, коли тепло ґрунту є обмежуючим фактором своєчасного відновлення сходів, нульовий обробіток ґрунту краще збереже ґрунт, скоротивши час появи сходів більш ніж на 30%. За No-till-технологією, негативний вплив низьких температур на глибину кореневого вузла взимку помітно послаблюється, крижана кірка стає більш пухкою і менш небезпечною.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Вихідні дані до розрахунку штанг обприскувача зі збільшеною шириною захвату

Так як ТОВ «Агро КМР» використовує технологію нульового та смугового обробітку ґрунту, то одним із ефективних заходів, направлених на зменшення ущільнення ґрунтів, а отже як один із елементів ґрунтозахисної технології є збільшення ширини захвату агрегату. Збільшити робочу ширину захвату посівного агрегату або жатки зернозбирального комбайна – неможливо або вкрай проблематично. Так, при сівбі як правило використовуються посівні машини типу Horsch ATD 11.35 / 18.35, а збирання проводиться комбайнами, укомплектованими жатками Mac Don FD 70/75. Вплинути на зміну цих конструкцій ми не можемо. Але збільшити ширину захвату самохідного обприскувача John Deere 4940 (рис. 3.1) ми можемо.



Рис. 3.1. Обприскувач John Deere 4930 з комп'ютерною системою керування технологічним процесом

Це можна досягнути шляхом використання додаткових елементів штанг, виготовлених із пластикових матеріалів. Приймаємо, що збільшити ширину захвату агрегату можемо на 8 метрів – по 4 метри з кожного боку. Тому необхідно провести розрахунок міцності конструкції. Спосіб з'єднання

– болтове. Крім того, необхідно уточнити і технологічний розрахунок, адже збільшиться кількість розчину, що одночасно знаходиться у штанзі.

Комп'ютерна система керування технологічним процесом обприскувача John Deere 4940 містить бортовий комп'ютер, який керує контрольно-регулюючими пристроями, а також змішувач для підготовки робочих рідин.

Технологічні розрахунки машин хімічного захисту рослин включають дальність виливу робочого розчину, продуктивність агрегату, витрату робочої рідини [34, с. 12].

До машин, призначених для хімічного захисту посівів від шкідників і хвороб, висувуються такі вимоги:

- рівномірність розподілу пестицидів по полю з відхиленнями до 20%, дотримання заданих норм внесення ЗЗР і витрат з відхиленнями $\pm 10\%$. Рівномірність покриття поверхні рослин за допомогою розпилювачів з відцентровими розпилювачами залежить від ступеня розпилення робочої рідини, яка визначається разом з розпилювальним конусом і витратою рідини, тиском рідини в системі нагнітання, діаметр вихідного отвору сопла, кут підйому і площа поперечного перерізу спіральних каналів систем Кернса і розпилювачів.

Визначимо робочу ширину захвату за формулою:

$$B = z \cdot l, \quad (3.1)$$

де z — кількість розпилювачів, $z = 73$,

l — відстань між розпилювачами, $l = 0.5$ м.

Тоді

$$B = 73 \cdot 0,5 = 36,5 \text{ м.}$$

В удосконаленій конструкції робоча ширина захвату зросте до:

$$B_{уд} = 36,5 + 8 = 44,5.$$

Тоді кількість форсунок дорівнює:

$$N_{\phi} = 44,5 / 0,5 = 89 \text{ штук.}$$

Форсунки розпилювачів з тиском у системі 0,3...1,0 МПа відносяться до асортименту і поділяються на економічні (діаметр вихідного отвору $d=1,0$ і

1,2 мм) і нормальні (діаметр вихідного отвору 1,5 ; 2; 2,5 мм), спринклерні форсунки з системним тиском до 2,0 МПа є садовими.

Максимальний потік робочої рідини через наконечник q_H , л/хв [26, 35]

$$\sqrt{2gH} \quad q_H = 600\mu S_0$$

де μ – коефіцієнт витрати: $\mu=0,37\dots0,43$ для нормальних наконечників;

$\mu=0,22\dots0,27$ — для економічних наконечників;

$S = \pi d^2/4$ — площа поперечного перерізу вихідного отвору, мм²;

H — тиск в системі, МПа;

g — прискорення вільного падіння – 9,81 м/с²;

З врахуванням робочого тиску – 1,0 МПа для John Deere 4940 та діаметрі розпилювача 4 мм при внесенні рідких комплексних добрив

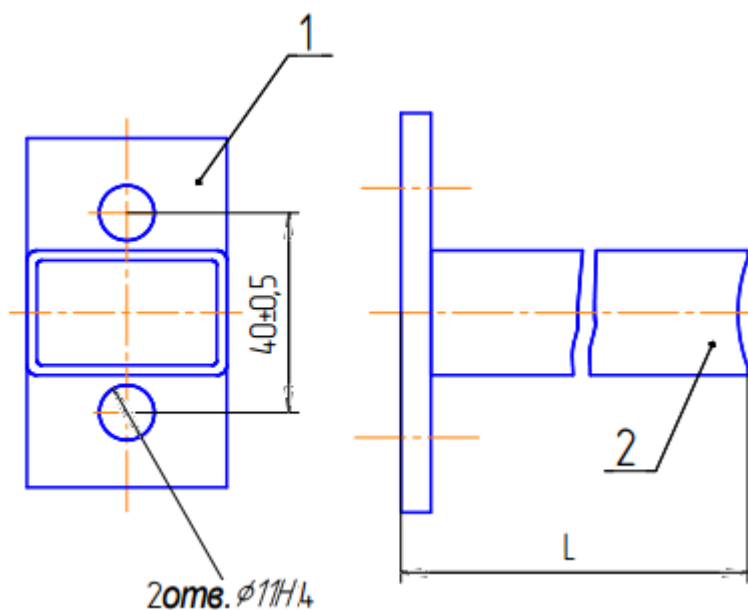
$$q_H = 0,06 \cdot 0,43 \cdot \pi \cdot 4^2 / 4 \cdot \sqrt{200 \cdot 9,81 \cdot 0,1} = 0,23 \text{ л/хв}$$

Максимальна витрата робочої рідини обприскувачем в цілому

$$Q_{\max} = q_H \cdot z = 0,23 \cdot 89 = 20,47 \text{ л/хв}$$

Ми приймаємо продуктивність насоса 20.5 л/хв.

Вихідними даними для розрахунку і складання нової конструкції є маса додаткових блоків управління, двох додаткових штанг, кронштейнів кріплення. Так, в комп'ютерній системі управління технологічним процесом обприскувача John Deere 4940 використовується блок регулювання і керування, який складається із системи клапанів і кранів з пристроями керування і має вагу 400 Н. Це обладнання кріпиться чотирма болтами М10, по два з кожного боку, із зазором 40 мм між ними та 485 мм між двома кріпленнями. Додатково маємо провести калібрування перед використанням удосконаленого обприскувача, так як змінилися його конструкційні параметри. Розрахуємо конструкцію на міцність. Матеріал приймаємо ПА-6-10КС, густина – 1,1 г/см³; границя міцності при згині – 66 МПа; границя міцності при стисканні – 116 МПа; ударна в'язкість – 55 кДж/м². Складемо схему (рис. 3.1).



1 – пластина; 2 – труба-балка

Рис. 3.2. Консольний елемент для кріплення обладнання.

Запропоноване кріплення плануємо встановити на раму обприскувача для використання імпортованих засобів контролю в комп'ютерній системі керування технологічними процесами [32, с. 23].

Ми рекомендуємо використовувати два консольні фіксовані елементи, до яких ми кріпимо пластикові труби, рис. 3.2

Приймаємо конструктивну довжину однієї штанги $L = 400$ мм

З метою уніфікації використання номенклатури профілів у виробництві ми приймаємо профільну трубу розміром $40 \times 25 \times 2$ мм на опору труби 2 і перевіряємо її міцність і жорсткість.

Розглянемо навантаження на консоль, яка сприймає дане навантаження на вільному кінці як зосереджену силу, рис. 3.3.

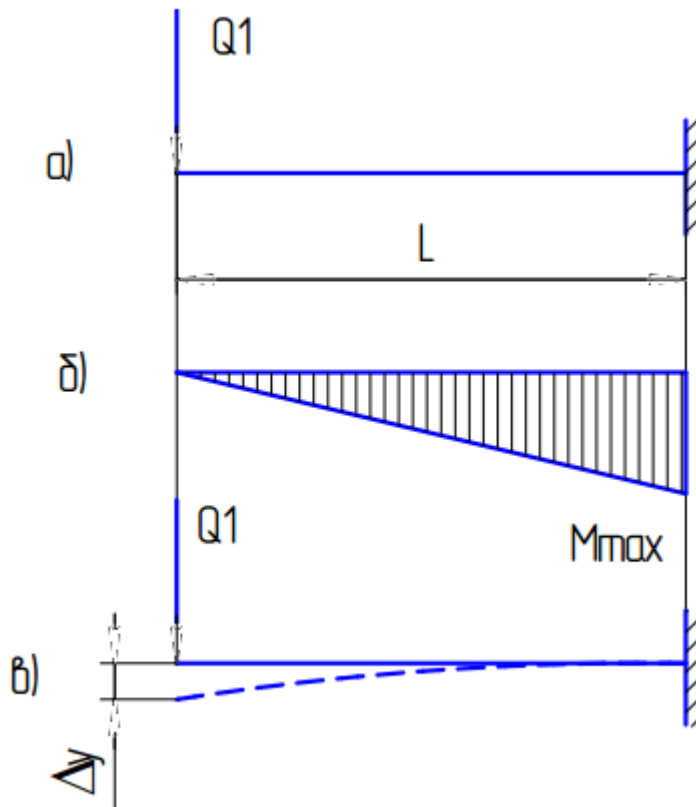


Рис. 3.3. Розрахункова схема балки

Визначаємо навантаження на балку Q_1

$$Q_1 = \eta \times Q/2 = 2,5 \times 400/2 = 500 \text{ Н}$$

де η – коефіцієнт динамічності у вертикальній площині, $\eta = 2.5$.

Цей коефіцієнт визначається дослідним шляхом і визначається в випробуваннях розпиленням;

Q – загальна вага штанги та додаткового реманенту, $Q = 400 \text{ Н}$.

Розпилювач являє собою каркас з пластикового профілю, до якого кріпиться система розпилення, що складається з окремих секцій. У транспортному положенні штанга складається вздовж бака або піднімається вгору. У робочому положенні вона перпендикулярна руху. Механізми стабілізації руху на нерівній місцевості забезпечують рівномірний розподіл рідини в шлангах, прикріплених до штанги, сприяючи таким чином вищій якості розпилення. На кінці розпилювачів ми додаємо секції скловолоконної трубки. Штанга перевіреного польового обприскувача має довжину 18 метрів і має систему

стабілізації пружинного амортизації. Збільшимо ширину штанги з кожного боку.

Для Т-подібних з'єднань, виконаних кутовими швами без підготовки кромки, міцність розраховують за напругою зсуву в швах [23, с. 31].

Отже, давайте запишемо формулу для визначення дотичних напружень зсуву в цьому контексті [31]:

$$\tau_{\perp} = Q_{1/0.7k \cdot l \leq [\tau]}$$

де k – катет шва;

l – сумарна довжина зварних швів,

$[\tau]$ – допустиме напруження зрізу зварного шва

Допустима напруга металю шову визначається за формулою як функція допустимої напруги основного матеріалу згідно з [11]:

$$[\tau] = 0,6 \cdot \sigma_m / n \cdot \beta$$

σ_m – границя текучості матеріалу труби, $\sigma_m = 250$ МПа

n – коефіцієнт запасу. Згідно [9] $n = 1.5$;

β – ефективний коефіцієнт концентрації для зварюваних деталей.

Згідно [31] $\beta = 2.4$

$$[\tau] = 0,6 \cdot \frac{250}{1.5 \cdot 2.4} = 41.7 \text{ МПа}$$

Сумарну довжину l шви визначають за станом труби 2 по периметру, тобто. $X l = 2B + 2H = 2 \cdot 40 + 2 \cdot 25 = 130$ мм.

Тепер за формулою визначимо необхідний розмір шову:

$$k = Q_{1/0.7} \cdot [\tau] \cdot l$$

$$k = \frac{500}{0.7} \cdot 41.7 \cdot 10^6 \cdot 0.13 = 0.00013 \text{ м.}$$

Як видно із знайденого значення катета, для такого з'єднання при зварюванні по периметру труби воно має бути виконано з мінімально технологічно можливим значенням [34, с. 24]. Немає потреби ускладнювати зварюван-

ня. Так як стик мало навантажений, тому має сенс і економічно зварювати тільки боки.

Знайдемо загальну довжину швів:

$$l' = 2H = 2 \cdot 25 = 50 \text{ мм}$$

Формула переписеться так

$$k = Q_1 / 0,7 \cdot [\tau] \cdot l = 500 / 0,7 \cdot 41,7 \cdot 10^6 \cdot 0,05 = 0,0034 \text{ м}$$

Тому навіть при такому способі зварювання з'єднання залишається досить міцним.

На виробництві рекомендовано рекомендувати мінімальний розмір зварювального з'єднання $k = 2 \text{ мм}$

Для такого шва дотичні напруги складають формулою

$$\tau_{Q_1} = 500 / 0,7 \cdot 2 \cdot 50 = 7,143 \text{ МПа} < [\tau].$$

Отриманий запас міцності враховує не тільки чистий зріз, але й напругу від згинального моменту, який може виникнути від ваги обладнання з наповненими рідиною шлангами.

3.2. Розрахунок конструкції консольного типу

За аналогічною схемою розрахуємо зварне з'єднання опори труби з поперечною рами обприскувача [24, с. 32]. Це з'єднання навантажується вертикальною силою $Q_1 \approx 500 \text{ Н}$ і моментом від цієї сили

$$M = Q_1 \cdot L = 500 \cdot 0,204 = 102 \text{ Нм}$$

При такому навантаженні в форму вписується максимальна напруга в з'єднанні

$$\tau_{\max} = \sqrt{\tau_M^2 + \tau_{Q_1}^2} \leq [\tau],$$

де τ_M – напруження, що виникає від дії моменту;

τ_{Q_1} – напруження, що виникає від дії сили Q_1 в даному перетині

Визначимо окремо ці напруження. Напруження, що виникає від дії моменту:

$$I_M = M/W_{зв}$$

де $W_{зв}$ – осьовий момент опору перетину зварного шва.

Для спрощення розрахунку припустимо, що форма поперечного перерізу зварного з'єднання несучої труби з рамою машини – прямокутник зі сторонами $B = 40$ мм, $H = 25$ мм

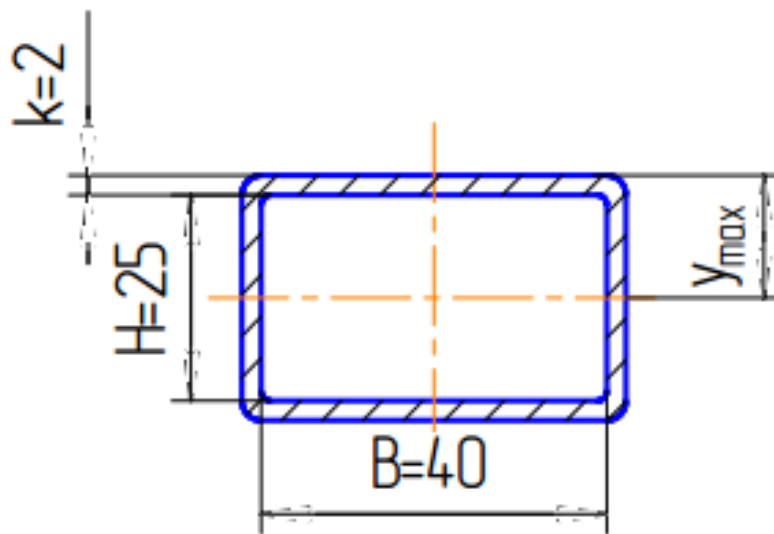


Рис. 3.4. Розрахунковий переріз зварного з'єднання
Момент опору зварного шва, визначається по формулі

$$W_{зв} = J_{зв} / y_{max}$$

Де $J_{зв}$ – момент інерції зварного шва, мм⁴

$$J_{зв} = (B + 2 \cdot 0,7 \cdot k)(H + 2 \cdot 0,7 \cdot k)^3 / 12 = B \cdot H^3 / 12$$

де k – катет зварного шва,

$k = 2$ мм (приймаємо в першому наближенні як і для попереднього з'єднання)

y_{max} – максимальна відстань від крайніх волокон шва до нейтральної осі розрізу, яка визначається формулою

$$y_{max} = H / 2 + k = 25 / 2 + 2 = 14,5 \text{ мм}$$

Підставивши значення, знайдемо момент інерції перетину

$$J_{зв} = (40 + 2 \cdot 0,7 \cdot 2)(25 + 2 \cdot 0,7 \cdot 2)^3 / 12 - 40 \cdot 25 / 12 = 5539 \text{ мм}^4$$

$$\text{Момент опору перетину } W_{зв} = 5539 / 14.5 = 382 \text{ мм}^3$$

$$\text{Напруження, що виникає від дії моменту } I_m = 102 \cdot 10^3 / 382 = 267 \text{ МПа}$$

Оскільки ці напруги значно перевищують допустимі, не можна рекомендувати відрізок шва 2 мм, оскільки робочий момент має вирішальне значення для міцності шва.

У другому наближенні перевіряємо міцність з'єднання швом довжиною 3 мм.

Момент інерції перетину

$$J_{зв} = (40 + 2 \cdot 0,7 \cdot 3)(25 + 2 \cdot 0,7 \cdot 3)^3 / 12 - 40 \cdot 25^3 / 12 = 39620 \text{ мм}^4$$

$$\text{Момент опору перетину } W_{зв} = 39620 / 14.5 = 2732 \text{ мм}^3$$

$$\text{Напруження, що виникає від дії моменту } I_m = 102 \cdot 10^3 / 2732 = 37.3 \text{ МПа}$$

Це навантаження знаходиться в межах допустимого.

Далі ми знайдемо напругу від прикладеної сили Q_1

$$\tau_{Q_1} = Q_1 / 0.7k * l = 500 / 0,7 * 3 * 130 = 1,8 \text{ МПа}$$

де k – катет шва, $k = 3$;

l – сумарна довжина зварних швів, $l = 130$ мм

Максимальне напруження в з'єднанні

$$\tau_{\max} = \sqrt{37,3^2 + 1,8^2} = 37,34 \text{ МПа}$$

Отже,

$$\tau_{\max} = 37,34 \text{ МПа} < [\tau] = 41,7 \text{ МПа}$$

умова міцності виконується, приймаємо зварний шов з катетом $k \geq 3$.

Ми зробимо креслення цього кронштейна і перевіримо його міцність і жорсткість, а також розрахуємо, на якій ніжці зварного шва ми будемо з'єднувати його з рамою обприскувача, рис. 3.1.

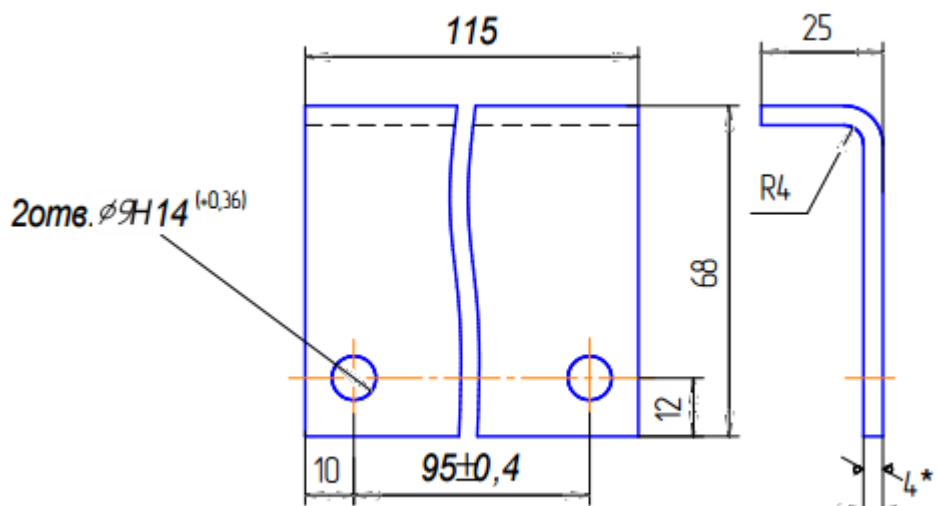


Рис. 3.5. Креслення кронштейна

Фільтр-розпилювач кріпиться до кронштейна за допомогою гвинтів М8 в отвори діаметром 9 мм. Вага фільтра з рідиною становить 105 Н з урахуванням динамічного коефіцієнта, який він матиме.

$$q = \eta q' = 2.5 \cdot 105 = 262.5 \text{ Н,}$$

де η – коефіцієнт динамічності, який визначається при експлуатації обпри-скавача, він становить $\eta = 2.5$;

q' – вага фільтра з рідиною, $q' = 105 \text{ Н}$.

Наведемо розрахункову схему для розрахунку кронштейна, рис. 3.2. З аналізу напруги видно, що більша площа зазнає напруги при розтягуванні, а менша – при згині. Розраховувати напругу немає сенсу, оскільки напруги, які там виникають, мізерно малі. Тому ми розглядаємо лише невелику частину коронного каменю.

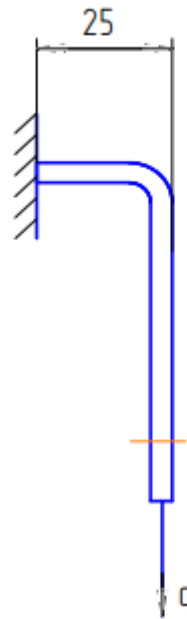


Рис. 3.6. Схема розрахунку кронштейнів

Максимальний момент діятиме і буде при затисканні:

$$M'_{\max} = q \cdot 0,025 = 262,5 \cdot 0,025 = 6,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Таким чином розраховано, що максимальний крутний момент на краю пластикової штанги складе $6,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$, що є допустимим, наприклад, для склопластика ПА-6-210С, у якого цей показник складає $82 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Технологічні параметри також знаходяться в допустимих межах.

3.3 Графічний розрахунок у програмі «Ліра САПР 2016»

Перевіримо розрахунок на міцність у прикладному пакеті Ліра.

Складемо розрахункову схему та внесемо вихідні дані:

Довжина додаткової пластикової штанги $L = 4000 \text{ мм}$. Діаметр труби штанги – $d = 25,4 \text{ мм}$. Вага пластикової штанги – $20,1 \text{ Н}$. Вага розчину в штанзі – $24,0 \text{ Н}$.

Підприємство «Агро КМР» має три обприскувачі марки «John Deere» проблема полягає в кількості проходів техніки по полю, тим самим збільшуючи число ущільнення ґрунту. Варіантом вирішення цього питання є збіль-

шення ширини захвату шляхом дозакріплення до основних штанг пластикові з вуглепластику. Необхідно зробити розрахунки в пакеті програми «Ліра».

1. Зображуємо умовну розрахункову схему нашої дослідної конструкції:

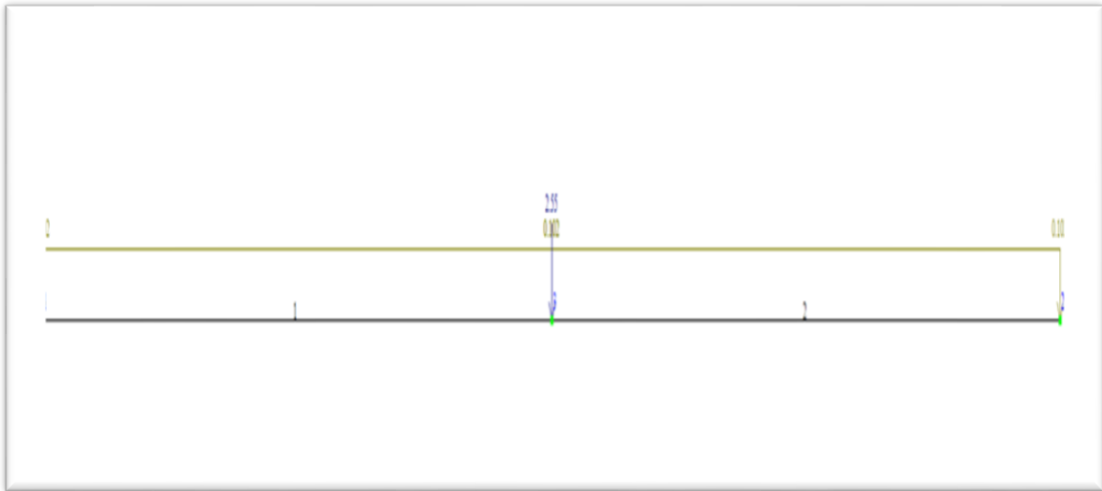


Рис.

3.7. Схема 1 розрахунку дослідної штанги на обприскувач

Зображуємо умовне навантаження яке розподілене вздовж всієї штанги. Вихідні дані, які нам відомо для розрахунку конструкції, а саме довжина L – 4000 см. ; $D = 3.54$ см – зовнішній діаметр труби; $d = 2.54$ см – внутрішній діаметр.

2. Для повного розрахунку штанги необхідно знайти масу M труби з формули 1.1 та 1.2 об'єму:

$$V_1 = \pi D^2 / L$$

$$V_2 = \pi d^2 / L$$

Підставивши числові значення до формули 1.1 та 1.2 отримаємо:

$$V_1 = 3,14 * 3,54^2 / 4 = 9,8$$

$$V_2 = 3,14 * 2,54^2 / 4 = 5$$

Для того щоб вирахувати масу M труби візьмемо густину $\rho = 1,8 \text{ г/см}^3$ для склопластика і запишемо формулу 1.3:

$$M_{\text{труби}} = (V_1 - V_2) * L * \rho$$

Підставивши числові значення отримаємо:

$$M_{\text{труби}} = (9,8-5)*400*1,8 = 3456 \text{ г.}$$

Для побудови епюрів та визначення навантаження в робочому стані необхідно розрахувати масу рідини, за основу візьмемо воду $M_{\text{вод}}$. По формулі 1.4 визначимо її об'єм :

$$V_{\text{води}} = (\pi d^2 / 4) * L$$

$$V_{\text{води}} = (3,14 * 2,54^2 / 4) * 400 = 2025 \text{ г.}$$

Оскільки густина води прийнята за одиницю, тому об'єм води чисельно дорівнює її масі:

$$V_{\text{води}} = M_{\text{вод}} = 2,02 \text{ кг}$$

$$M_{\text{труби}} = 3,45 \text{ кг}$$

На трубу буде діяти загальна маса і сила тяжіння 1.5:

$$F = (M_{\text{води}} + M_{\text{труби}}) * g$$

$$\text{де } g = 9,8$$

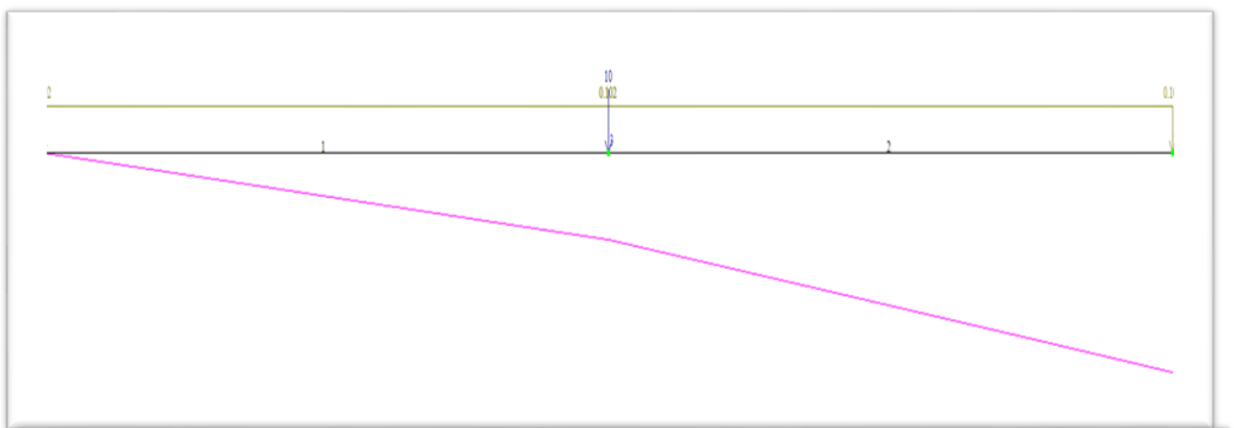
$$F = (2,02 + 3,45) * 9,8 = 53,6 \text{ Н}$$

3. Вносимо всі обчислені дані в “Ліру” задаємо параметри та будемо величину прогину пластикової штанги, що складає 0,3 м. І являється допустимою величиною відхилення.

Величина зусилля на кінці штанги складе 95 Н.

Візуалізація переміщення зусиль і напружень для статичних і динамічних навантажень M_y і Q_z наведена на рис. 3.8.

Рис. 3.8. Умовне зображення переміщення додаткової пластикової штанги



під діє динамічних навантажень.

Висновки по розділу.

Розраховано, що максимальний крутний момент на краю пластикової штанги складе $6,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$, що є допустимим, наприклад, для склопластика ПА-6-210С, у якого цей показник складає $82 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Технологічні параметри також знаходяться в допустимих межах.

Розрахунки в програмі Ліра показали, що прогин краю пластикової штанги складе $0,102 \text{ м}$. І це є допустимою величиною при експлуатації самостійного обприскувача.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Загальні положення з охорони праці

Велика кількість факторів, які загрожують життю, здоров'ю та нормальному стану працівників і можуть виникати на підприємстві при будь яких процесах вимагають чіткого дотримання положень з охорони праці. Усі технологічні операції несуть потенційну небезпеку, тому повинні супроводжуватися безпечними умовами праці, визначеними Конституцією України, правилами зберігання, транспортування та застосування гербіцидів у сільськогосподарському виробництві та іншими нормативними актами. Охорона праці визначається як система законодавчих актів, соціальноекономічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці на виробництві. Закон "Про охорону праці" покладає на власників підприємств обов'язки по забезпеченню здорових і безпечних умов праці. Охорону праці необхідно розглядати, прив'язуючись до конкретного виробництва. Усі заходи з охорони праці тісно пов'язані з організацією виробництва та економікою [43, 44].

4.3. Організаційні та технічні заходи по створенню безпечних умов праці працівників

Технічні та організаційні заходи – технічні засоби, що забезпечують безпечні і нешкідливі умови праці, та пов'язані з впровадженням нового обладнання, пристроїв і приладів безпеки і безпечною експлуатацією засобів виробництва. До організаційних заходів відносять контроль за технічним станом агрегатів, машин та обладнання, забезпечуючи вчасний огляд та проведення ремонтних робіт. Контроль за дотриманням вимог нормативних документів з охорони праці та нагляд за обладнанням підвищеної небезпеки;

В ТОВ «Агро КМР» навчання і перевірка знань з питань охорони праці організовані належним чином. Є кабінет з охорони праці, наявні всі інструк-

ції, журнали реєстрації вступного та інших видів інструктажів. Здійснюється постійний відеонагляд та інші види контролю за виконанням технологічного процесу відповідно до вимог охорони праці. Організація належних умов до проїздів і проходів відповідно до вимог охорони праці; забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту; забезпечення відповідними знаками безпеки.

4.4. Вимоги безпеки праці при внесенні ЗЗР агрегатом John Deere 4930.

4.4.1. Вимоги безпеки праці перед початком роботи агрегату.

Перед початком роботи необхідно ознайомитися з інструкціями та вимогами безпеки праці. Оператор, відповідальний за підготовку та безпосередньо роботу самохідного обприскувача John Deere 4930, зобов'язаний перевірити справність робочих вузлів, наявність протікань та тріщин на штангах та форсунках. Працівнику має бути виданий костюмом хімічного захисту, гумові рукавички, респіратор та окуляри при заправленні агрегату та роботі зі засобами захисту рослин.

4.4.2. Вимоги безпеки праці під час проведення робіт.

Із появою високопродуктивної техніки, задіяної на вирощування ранніх зернових, яка оснащена автоматичними системами управління, засобами дистанційного діагностування, з'являються нові небезпечні для здоров'я і життя працівників, фактори. Під час експлуатації машин і агрегатів необхідно виконувати всі вимоги безпеки, вказані у „Правилах техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах”. Найбільш розповсюджений, при внесенні ЗЗР - небезпека знаходження в робочій зоні широкозахватної техніки через причини великих габаритів (від 14 до 36 м) та робочих швидкостей (від 7 до 32 км/год). Тому вимогами та інструкціями безпеки праці під час проведення польових робіт передбачено правила обов'язкових дотримання. Оператор агрегату має впевнитися в безпеці руху, чи не має перешкод або інших людей в зоні роботи, уважно стежити за всіма

показниками та правильності виконання всіх операцій. Під час дозаправки агрегату слідкувати за діями інших працівників.

4.4.3. Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях.

У разі виникнення аварійних та нештатних ситуацій, пожежі терміново зупинити роботу, сповістити керівника робіт та взяти участь у ліквідації осередку загорання. Забороняється під'їжджати на небезпечну відстань до агрегату, що загорівся іншими транспортними засобами, крім спецмашин. У випадку травмування працівника слід надати йому долікарську допомогу та викликати лікаря. Якщо це неможливо, необхідно терміново доставити керівника до медичного закладу.

4.4.4. Вимоги безпеки праці після виконання робіт із внесення ЗЗР:

1. Встановити агрегат John Deere 4930M на краю поля.
2. Очистити машини від залишків технологічного матеріалу. Промити комунікації чистою водою.
3. На території машинного двору машини остаточно очищуються від бруду мильним водним розчином.
4. Встановити машину на під навісом.
5. Пересвідчитися у відсутності пошкоджень вузлів і агрегатів, підтікань рідин.
6. При постановці на зберігання агрегату, зняти деталі, позначені в технологічній карті та передати їх на зберігання в склад.

Висновки по розділу.

Проведений аналіз небезпечних факторів при виконанні технологічної операції обприскування пшениці озимої із застосуванням техніки, показали небезпеки, що виникають як у процесі роботи агрегату так і при порушенні правил безпеки праці самими працівниками. На основі цього розроблені додаткові заходи з поліпшення умов та безпеки праці на обприскувачах John Deere, які працюють із збільшеною шириною захвату, що повинно знизити виникнення небезпечних ситуацій.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

5.1. Суть економічного ефекту

Підвищення ефективності використання модернізованого обприскувача John Deere 4930 буде забезпечуватись більшою шириною захвату на 8 м, а отже, буде збільшена продуктивність обприскувача і зменшена кількість проходів рушіїв агрегату по ґрунті. Таким чином, поряд із підвищенням технічних характеристик, забезпечено ще і ґрунтозахисний ефект.

Вихідні дані до економічного розрахунку запишемо у вигляді табл. 5.1.

Параметр	Показник	Варіант	
		John Deere 4930	John Deere 4930M
Робоча швидкість	км/год	32	32
Робоча ширина захвату	м	36,5	44,5
Витрата пального	л/га	0,8	0,7
Вартість агрегату	млн. грн	8812560	
Обсяг робіт	га	23000	27600
Кількість номрозмін	Од.	52	43

5.2. Розрахунок економічної ефективності

Проводиться для двох варіантів роботи обприскувачів: з різною шириною захвату (табл. 5.1). Виконується агрегатом John Deere 4930.

Продуктивність агрегатів визначимо за фактичними показниками обробленої площі протягом зміни.

Витрату палива також можна визначити емпірично. Підтвердити отримані дані можна за формулою:

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_n \cdot T_n + Q_z \cdot T_z, \quad (5.1)$$

де $Q_p T_p$; $Q_x T_x$; $Q_n T_n$; $Q_z T_z$ – витрати палива (кг/год) і витрати часу (год) протягом зміни відповідно до основної роботи, при холостих поворотах, переїздах і зупинках.

Питомі експлуатаційні витрати орного агрегату розраховують за рівнянням:

$$C_{nut} = C_m + C_M + C_{нмм} + C_{зн} \quad (5.2)$$

де C_m, C_M - сума витрат на реновацію, капітальний і поточний ремонт, технічне обслуговування, зберігання, заміну шин трактора (ці дані беремо з табл.7.1 [28]), грн./га;

$C_{нмм}$ - вартість паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{зн}$ - оплата праці персоналу, який обслуговує агрегат, грн./га.

Суму витрат на реновацію, кап. ремонт і т.д. для обприскувачів знаходимо за формулою:

$$C_m = \left[\frac{B_m \cdot \alpha_{pm} \cdot g_{za}}{100 \cdot G_H^{рік}} + \frac{\sum C_M^H \cdot g_{za}}{1000} \right] \cdot K_i, \quad (5.3)$$

де $B_m \cdot \alpha_{pm}$ - балансова вартість трактора (грн.) та норма відрахувань, %. та норма відрахувань – 10%;

$\sum C_M^H$ - питомі нормативні витрати на капітальний, поточний ремонт, технічне обслуговування, зберігання, заміну шин, грн./т палива, з урахуванням сучасних цін складе близько 1591 грн. Цю цифру приймаємо за табл. 7.1 [43].

$G_H^{рік} \cdot g_{год}$ - нормативне річне завантаження палива (кг). 7000 л використаного пального;

K_i - коефіцієнт індексації цін, який враховує інфляцію. Так як ціни приймаємо реальні, то K_i приймаємо 1.

Проведемо розрахунки для *серійного агрегату*.

Для самохідного обприскувача John Deere 4930 витрати на реновацію, ремонт та технічне обслуговування для даного виду робіт складуть:

$$C_m = \left[\frac{3051000 \cdot 10 \cdot 2,2}{100 \cdot 7000} + 1 \frac{1591 \cdot 2,2}{1000} \right] \cdot 1 = 120,55 \text{ грн/га}$$

Вартість паливо-мастильних матеріалів знайдемо за формулою:

$$C_{нмм} = C_k \cdot G_{год} = 55,0 \cdot 2,2 = 68,2 \text{ грн/га} \quad (5.4)$$

де C_k - комплексна ціна дизельного пального, грн.

Оплату праці обслуговуючого персоналу розраховуємо за формулою:

$$C_{зп} = \frac{1,49(K_{нк} \cdot m_{мех} \cdot f_{мех} + m_{доп} \cdot f_{доп}) \cdot 1,02 \cdot K_3}{W_{зм}}, \quad (5.5)$$

де 1,49 і 1,02 – коефіцієнти, які беруть до уваги при нарахуванні оплати праці;

$K_{нк}$ - коефіцієнт, який передбачає класність механізаторів. Приймаємо коефіцієнт 1,2 для трактористів-машиністів першого класу;

$m_{мех}$ і $m_{доп}$ - кількість трактористів-машиністів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат – приймаємо 1;

$f_{мех}$ і $f_{доп}$ - оплата праці за змінну норму (тарифні ставки) виробітку відповідно трактористам-машиністам і допоміжним працівникам, грн./зм. Приймаємо з табл.7.2 [28] або з даних підприємства; приймаємо 500 грн за зміну.

K_3 - коефіцієнт збільшення оплати праці за рахунок інфляції, приймаємо $K_3=1$, так як розрахунки беремо на поточний час.

Оплата праці механізаторів, що працюють на серійному орному агрегаті:

$$C_{зпс} = \frac{1,49 \cdot (1,2 \cdot 1 \cdot 500) \cdot 1,02 \cdot 1}{52} = 16,84 \text{ грн/га}$$

Експлуатаційні витрати при використанні серійного обприскувача John Deere 4930, знайдемо за формулою:

$$C_{сгм} = \left[\frac{B_M \cdot \alpha_p}{100 \cdot n_{зм}^M \cdot W_{зм}} + \frac{\sum C_{ТО}}{W_{зм}} \right] \cdot 1 = \left[\frac{277000 \cdot 12,5}{100 \cdot 43 \cdot 52} + \frac{215 + 31 + 19}{52} \right] \cdot 1 = 20,58 \text{ грн/га.}$$

Розраховуємо загальні експлуатаційні витрати:

$$C_{нум}^c = 120,55 + 68,2 + 16,84 + 20,58 = 226,17 \text{ грн/га}$$

Величину капітальних вкладень при експлуатації серійного агрегату визначимо за наступною формулою:

$$K_p = \frac{B_m \cdot \alpha_{рм} \cdot g_{га}}{100 \cdot G_{рік}} + \frac{B_m \cdot n}{n_{зм} \cdot W_{зм}} = \frac{3051000}{100 \cdot 7000} + \frac{277000 \cdot 1}{43 \cdot 52} = 128,24 \text{ грн/га} \quad (5.6)$$

Приведені витрати:

$$P_6^p = C_{нум} + E \cdot K = 226,17 + 0,15 \cdot 128,24 = 245,41 \text{ грн/га}$$

де $E = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Аналогічно проведемо розрахунки для агрегату модернізованого агрегату John Deere 4930M.

Експлуатаційні витрати на даному виді робіт складуть для трактора :

$$C_m = \left[\frac{3051000 \cdot 10 \cdot 2}{100 \cdot 7000} + \frac{1591 \cdot 2}{1000} \right] \cdot 1 = 90,35 \text{ грн/га.}$$

Вартість паливо-мастильних матеріалів знайдемо за формулою:

$$C_{пмм} = C_k \cdot G_{год} = 31 \cdot 2 = 62 \text{ грн/га.}$$

Оплата праці механізатора, що працює на агрегаті з диференційованим обробітком ґрунту:

$$C_{зпс} = \frac{1,49 \cdot (1,2 \cdot 1 \cdot 500) \cdot 1,02 \cdot 1}{56,7} = 14,95 \text{ грн/га}$$

Експлуатаційні витрати агрегату знайдемо за формулою:

$$C_{сгм} = \left[\frac{B_m \cdot \alpha_p}{100 \cdot n_{зм}^m \cdot W_{зм}} + \frac{\sum C_{то}}{W_{зм}} \right] \cdot 1 = \left[\frac{277000 \cdot 12,5}{100 \cdot 43 \cdot 56,7} + \frac{215 + 31 + 19}{56,7} \right] \cdot 1 = 18,16 \text{ грн/га.}$$

Тоді, загальні експлуатаційні витрати модернізованого агрегату, складуть:

$$C_{пум}^e = 90,35 + 62,0 + 14,95 + 18,16 = 185,46 \text{ грн/га,}$$

Величину капітальних вкладень визначимо за формулою (5.7):

$$K_p = \frac{B_m \cdot \alpha_{pm} \cdot g_{га}}{100 \cdot G_{рік}} + \frac{B_m \cdot n}{n_{зм} \cdot W_{зм}} = \frac{3051000 \cdot 10 \cdot 2,0}{100 \cdot 7000} + \frac{277000 \cdot 1}{43 \cdot 56,7} = 200,78 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати на один га при експлуатації модернізованого самохідного обприскувача John Deere 4930M:

$$П_г^p = C_{пум} + E \cdot K = 185,46 + 0,15 \cdot 200,78 = 215,57 \text{ грн/га}$$

Отримані дані для цього агрегату занесемо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники агрегату John Deere 4930

По агрегату John Deere 4930				
Параметр	Розмірність	Серійний	Проектний	Модерн/серійн, %
Витрати на реновацію, ремонт та технічне обслуговування	грн/га	120,55	90,35	-25,05
Витрати пального	грн/га	68,2	62	-9,09
Експлуатаційні витрати агрегату	грн/га	226,17	185,46	-17,99
Величину капітальних вкладень	грн/га	128,24	200,78	56,56
Приведені витрати на один га	грн/га	245,41	215,57	-12,15

Розраховано, що впровадження розроблених конструкційних удосконалень агрегату John Deere 4930 забезпечить підвищення продуктивності агрегату на 22 %. Збільшення робочої ширини захвату з 36 до 44 м забезпечить зниження експлуатаційних витрат на 18%, а приведених витрат – на 12,5%. Також буде забезпечений ґрунтозахисний ефект за рахунок зменшення кількості проходів.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

ТОВ «АГРО КМР» виробляє та реалізує сільськогосподарську продукцію. Активно впроваджує інноваційні агротехнологічні рішення, які відповідають потребам сучасного ринку та не забруднюють навколишнє середовище. Основними напрямками діяльності є рослинництво та експорт і реалізація зернових і технічних культур. Вони успішно використовують сучасну сільськогосподарську техніку та ефективні технології землеустрою для отримання високих врожаїв та впровадження новітніх агротехнічних розробок.

Розраховано, що максимальний крутний момент на краю пластикової штанги складе $6,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$, що є допустимим, наприклад, для склопластика ПА-6-210С, у якого цей показник складає $82 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Технологічні параметри також знаходяться в допустимих межах.

Розрахунки в програмі Ліра показали, що прогин краю пластикової штанги складе $0,102 \text{ м}$. І це є допустимою величиною при експлуатації самхідного обприскувача.

Аналіз небезпечних факторів при виконанні технологічної операції обприскування пшениці озимої із застосуванням техніки, виявив небезпеки, що виникають як у процесі роботи агрегату так і при порушенні правил безпеки праці самими працівниками. На основі цього розроблені додаткові заходи з поліпшення умов та безпеки праці на обприскувачах John Deere 4930, які працюють із збільшеною шириною захвату, що повинно знизити виникнення небезпечних ситуацій.

Розраховано, що впровадження розроблених конструкційних удосконалень агрегату John Deere 4930 забезпечить підвищення продуктивності агрегату на 22 %. Збільшення робочої ширини захвату з 36 до 44 м забезпечить зниження експлуатаційних витрат на 18%, а приведених витрат – на 12,5%. Також буде забезпечений ґрунтозахисний ефект за рахунок зменшення кількості проходів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2021 році. К. Альфа, 2021. 465 с.
2. Дівеєв Б.М., Дорош І.А. Проблеми віброзахисту та динамічної стабілізації у штангових обприскувачах. // Всеукр. наук.-техн. журнал “Вібрації в техніці та технологіях”. – Вінниця: ВДАУ, 2006. - № 1 (43). – С. 229.
3. Дмитриченко М.Ф., Вікович І.А., Височан І.М. Оптимальне проектування штанг обприскувачів із застосуванням динамічних гасників коливань. // Вісник НТУ. – К.: НТУ – 2012. – Вип. 26.
4. Дмитриченко М.Ф., Вікович І.А. Динаміка мобільних машин з начіпними функціональними елементами: Монографія.–Львів: Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2008.– 496 с.
5. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. За ред. В.О. Єщенка. Київ. Дія. 2005. 288 с.
6. Забарна Т. А. Ботанічний склад посівів озимої пшениці залежно від дії попередника. Корми і кормовиробництво: міжвідомч. темат. наук. зб. Вінниця : ФОП Рогальська І.О. - 2019. - Вип. 88. - С. 71-78.
7. Забарна Т. А. Вплив попередників озимої пшениці на формування водно-фізичних властивостей ґрунту. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 13. С. 235.
8. Забарна Т.А. Вплив попередників на забур’яненість озимої пшениці. Сільське господарство та лісівництво. 2018. Вип. 11. С. 60.
9. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. Дослідження анатомо-морфологічної будови стебла озимої пшениці в агроценозах правобережного Лісостепу України. Наукові доповіді НУБІП. 2020. № 3 (85). 119 с.

10. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. Збереження родючості ґрунту за раціонального використання системи удобрення і норми висіву озимої пшениці. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 17. С. 114.

11. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. Формування анатомо-морфологічної будови стебла озимої пшениці залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Правобережного Лісостепу. Корми і кормовиробництво. 2020. Вип. 89. 17. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця. 2017. 588 с.

12. Олійні культури в Україні / [М.И. Гаврелюк, В.Н. Салатенко, А.В. Чехов, М.І. Федорчук]. Київ " Основа", 2008. 100 с.

13. Паламарчук В. Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Підручник. Вінниця: ФОП Данилюк. 2013. 725 с.

14. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: навч. посібник. Вінниця. 2010. 680 с.

15. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Данилюк В.Г. 2011. 432 с.

16. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій: Навчальний посібник: Вінниця: ФОП Рогальська І. О. 2015. 448 с.

17. Пелех Л. В. Формування урожайності озимої пшениці залежно від удобрення та обробітку ґрунту. The scientific heritage. 2020. No 45. P. 3-8. Budapest, Hungary.

18. Пелех Л. В. Формування фотосинтетичної продуктивності ярої пшениці в умовах Лісостепу Правобережного. Annali d'Italia. - 2020. - № 6. - P. 13-18.

19. Поліщук І. С., Поліщук М. І. Вплив біотичних та абіотичних чинників на польову схожість та збереження рослин сортів пшениці озимої за-

лежно від попередників та строків сівби в умовах Лісостепу Правобережного України. *Annali d'Italia*. 2020. № 6. Vol 2. P. 126.

20. Разанов С. Ф. Екологічна ефективність використання бобових багаторічних попередників пшениці озимої. *Сільське господарство та лісівництво* : зб. наук. пр. Вінниця. ВНАУ. 2020. № 17. С. 167-176.

21. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Якість та екологічна безпека зерна озимої пшениці вирощеної після бобових попередників. *Агробіологія*. 2018. № 1. С. 234.

22. Саблук П.Т., Мазоренко Д.І., Мазнева Г.Є. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. За ред. Київ. ДОД ННЦ "Інститут аграрної економіки" НААН. 2005. С. 120

23. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України за ред. П. Т. Саблука, Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. 2-е вид., доп. К. ННЦ ІАЕ, 2008. 720 с.

24. Ткачук О. П. Зимостійкість рослин пшениці озимої залежно від попередників бобових багаторічних трав. *Зб. наук. пр. Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2020. № 97 (1). С. 191 – 203.

25. Ткачук О. П. Особливості вегетації агрофітоценозів пшениці озимої після попередників бобових багаторічних трав. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2021. Вип. 98, ч. 1. С. 150-162

26. ТОВ «АГРО КМР». URL: <https://agrokmr.com.ua/pro-nas>

27. Яковенко Т.М. Олійні культури України. Київ "Урожай ". 2005. 265 с.

28. Яковець Л. А. Зміна вмісту важких металів у зерні пшениці озимої та борошні в умовах Лісостепу Правобережного. *Міжнар. наук.-практ. конф. "Інновації сучасної агрономії"*, 30-31 трав. 2019 р. Вінниця : ВНАУ, 2019. 114 с.

29. Abu-Hamdeh, N.H., Carpenter, T.G., Wood, R.K., & Holmes, R.G. (1995). Ущільнення ґрунту 4-х приводних і гусеничних тракторів за різними тяговими навантаженнями (SAE Technical Paper # 952098).
30. Abu-Hamdeh, N.H., Carpenter, T.G., Wood, R.K., & Holmes, R.G. (1995). Комбінат тягових пристроїв: вплив на ущільнення ґрунту (SAE Technical Paper # 952159).
31. Daum, D.R. & Shipp, R.F. (2004). Сільськогосподарське ущільнення ґрунту - причини, наслідки та лікування (публікація Пеннського державного університету В-79).
32. DeJong-Hughes, J.M., Swan, J.B., Moncrief, J.F., & Voorhees, W.B. (2001). Ущільнення ґрунту: причини, наслідки та контроль (перегляд). (Університет Мінесоти Extension BU-3115-E).
33. D.Ooms*, R.Ruter, F.Lebeau, M.-F.Destain Impact of the horizontal movements of a sprayer boom on the longitudinal spray distribution in field conditions Crop Protection 22 (2003)813 –820
34. Enfalt,P.,Engqvist,A.,Alness,K.,1997.Assessment of the dynamic spray distribution on a flat surface using image analysis. Aspects Appl.Biol.48,125.
35. Herbst,A.,Wolf,P.,2000.Spray deposit distribution from agricultural boom sprayers in dynamic conditions. Proceedings of the 25th International Conference on Noise and Vibration Engineering, Belgium,pp.1599 –1605.
36. Крменес, А.І. (2000). Автомобільний рух і ущільнення ґрунту. Середземноморський фермерський прогрес шоу, ІІ.
37. Reichenberger, L. (2002). Використовуючи всі ваші кінські сили. Успішне землеробство, видання березня 2002 р., 34-38.
38. Sidhu, D., & Duiker, S.W. (2006). Ущільнення ґрунтів при консерваційному обробітку ґрунту. Журнал агрономії, 98 (1), 257-1,264.
39. Soane, V.D., & van Ouwerkerk, C. (1994). Глава 12. Ущільнення ґрунту в рослинництві (с. 265-286).

40. Voorhees, W.B., Nelson, W.W., & Randall, G.W. (1986). Ступінь і стійкість ущільнення надр через великі навантаження на вісь. Журнал Soil Science Society of America, 50, 428-433.

41. Voorhees, W.B., Senst, C.G., & Nelson, W.W. (1978). Ущільнення і зміна структури ґрунту колісним рухом у Північному кукурудзяному поясі. Журнал Soil Science Society of America, 42, 344-349.

42. Wolkowski, R., & Lowery, B. (2008). Ущільнення ґрунту: причини, проблеми та засоби (публікація Університету Вісконсина №3367).

43. Кобець А.С., Ільченко В.Ю., Бутенко В.Г. та ін. Дипломне проектування з машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник / За ред. А.С. Кобця. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. – 288 с.

44. Закон про охорону праці. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

Додаток

Машино-тракторний парк

Назва трактора	Кількість , штук	Тяговий клас, кН.(т.с.)
1. Трактор колісний Case ІН Magnum 340	2	34
2. Трактор колісний Case ІН Magnum 380 CVX	1	14 (1,4)
3. Трактор колісний Case ІН Magnum 380	1	14 (1,4)
4. Трактор колісний Бела-рус 892,2	1	14 (1,4)
5. Трактор колісний Case ІН Magnum 340	1	30(3)
6. Трактор колісний Case ІН 7220	1	30(3)
7. Трактор колісний Case ІН Magnum 400 AFS	2	30 (3)
8. Трактор колісний Case ІН Magnum 340CVX	1	14 (1,4)

9. Обприскувач самохідний John Deere	3	180 кВт
--------------------------------------	---	---------

