

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет аграрної інженерії та екології
Кафедра аграрної інженерії імені професора Г.А.Хайліса

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

на тему:
**«ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ З
МОДЕРНІЗАЦІЄЮ МАШИНИ ДЛЯ ГЛИБОКОГО
РОЗПУШЕННЯ ҐРУНТУ»**

спеціальності 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)
освітня програма «Агроінженерія»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи АІ- 41
КУЗОВЛЄВ Вадим Вячеславович

(підпис)

Керівник: к.т.н., доцент
ЦИЗЬ Ігор Євгенович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., професор
КІРЧУК Руслан Васильович

(підпис)

Луцьк 2025

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>аграрних технологій та екології</u>
Кафедра	<u>аграрної інженерії ім. проф. Г.А. Хайліса</u>
Ступінь вищої освіти	<u>бакалавр</u>
Галузь знань	<u>20 Аграрні науки та продовольство</u>
Спеціальність	<u>208 Агроінженерія</u>
Освітня програма	<u>Агроінженерія</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри аграрної інженерії
імені професора Г.А. Хайліса
доц., к.т.н. ХОМИЧ Сергій
Миколайович _____

“ _____ ” _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кузовлеву Вадиму Вячеславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Технічне забезпечення вирощування ріпаку з модернізацією машини для глибокого розпушення ґрунту

Керівник роботи: Цизь Ігор Євгенович, доцент, к.т.н.

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

затверджена наказом ЛНТУ від “17” січня 2025 р. № 33/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи
« _____ » _____ 202_ р.

3. Вихідні дані до роботи _____

- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу бакалавра.
3. Анотація.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

	к-сть листів
1. Схема удосконаленої технології	- 1 лист
2. Функціональна (принципова) схема машини	- 1 лист
3. Організація робіт або операційно-технологічна карта	- 1 лист
4. Складальне креслення розроблюваного вузла	- 1 лист
5. Робочі креслення деталей	- 1 лист

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання «__» _____ 202_ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з матеріалами і літературою	08.04 – 11.04.2025 р.	
2	Формування вихідних даних, мети та завдання виконання кваліфікаційної роботи	12.04 – 18.04.2025 р.	
3	Розробка рекомендації з покращення (удосконалення) технології	19.04 – 25.04.2025 р.	
4	Розрахунки параметрів машини і вузла, які проектуються	26.04 – 01.05.2025 р.	
5	Розробка функціональної (кінематичної) і принципової схем машини	02.05 – 08.05.2025 р.	
6	Розробка конструкції вузла і його деталей	09.05 – 15.05.2025 р.	
7	Розробка питань охорони праці та довкілля	16.05 – 22.05.2025 р.	
8	Оформлення пояснюючої записки	23.05 – 29.05.2025 р.	
9	Нормоконтроль	30.05 – 03.06.2025 р.	
10	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	до 10.06.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Кузовлев Вадим Вячеславович

(прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Цизь Ігор Євгенович

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кузовлев В.В. Технічне забезпечення вирощування ріпаку з модернізацією машини для глибокого розпушення ґрунту. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Агроінженерія» спеціальності 208 Агроінженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

У роботі досліджено пропозицію техніки для забезпечення вирощування ріпаку, підібрано перелік техніки для вирощування даної культури на площі 300 га та запропоновано машину для глибокого розпушення ґрунту шляхом вирізання отворів.

Ключові слова:

Ріпак, технічне забезпечення, технологія, зуб, ротор, пара сил, твердість, ґрунт.

					<i>КАІМГР.00.00.0000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Машина для глибокого розпушення ґрунту</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркцш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Кузовлев</i>					<i>к</i>	<i>3</i>	<i>51</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цизь</i>							
<i>Н. кантр.</i>	<i>Юхимчук</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Хомич</i>							
						<i>ЛНТУ, каф. АІ ім. проф. Г.А. Хайліса гр. АІ-41</i>		

ABSTRACT

Kuzovlev V.V. Technical support for rapeseed cultivation with modernization of a machine for deep soil loosening. Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Agroengineering" specialty 208 Agroengineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, four sections, conclusions and proposals, a list of used sources, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

In the work, the offer of equipment for ensuring the cultivation of rapeseed was investigated, the list of equipment for the cultivation of this crop on an area of 300 hectares was selected, and a machine for deep loosening of the soil by cutting holes was proposed.

Keywords:

Rapeseed, technical support, technology, tooth, rotor, couple of forces, hardness, soil.

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						<i>4</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ЗМІСТ

Завдання.....	2
Анотація.....	3
Abstract.....	4
Зміст.....	5
Вступ.....	6
Розділ 1. Оглядова частина.....	8
1.1. Біологічна характеристика ріпаку та технології його вирощування і використання.....	8
1.2. Аналітичний огляд ринку техніки для посіву, догляду та збирання ріпаку.....	17
Розділ 2. Рекомендації з удосконалення технічного забезпечення вирощування ріпаку	25
2.1 Опис удосконаленого технічного забезпечення вирощування ріпаку.....	25
2.2. Підбір знарядь та комплектування агрегатів для вирощування ріпаку.....	26
2.3. Обґрунтування технічних рішень з модернізації машини для глибокого розпушення ґрунту.....	31
2.4. Визначення кінематичних параметрів МТА глибокого розпушення ґрунту.....	34
Розділ 3. Проектна частина.....	37
3.1. Визначення тягового зусилля розроблюваної машини для глибокого розпушення ґрунту.....	37
3.2. Розрахунок конструктивних параметрів машини для глибокого обробітку ґрунту.....	39
Розділ 4. Охорона праці та довкілля.....	43
4.1 Аналіз умов праці під час обробітку ґрунту.....	43
4.2 Організаційні заходи із забезпечення безпечних умов праці під час глибокого обробітку ґрунту	44
4.3 Заходи по охороні навколишнього середовища	46
Висновки.....	48
Перелік джерел посилання	50
Додатки.....	52

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						5
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

У останні десятиріччя структура посівних площ Волині зазнала суттєвих змін. Основною причиною став пошук агровиробниками культур із максимальною прибутковістю. Тому з'явилися значні площі під бобовими та олійними культурами. Хоча соняшник є новою культурою для нашого регіону то ріпак у першій половині 20-го сторіччя був доволі поширеною культурою.

Ріпак залишився прибутковою культурою і у воєнний період. На відміну від зернових його активно скуповують польські фірми, які розташовують свої логістичні центри буквально у кількох кілометрах від нашого кордону. Завдяки цьому маємо зручне логічне плече для збуту даного виду продукції за прийнятної цінової політики. Хоча і у самій Польщі фермери активно вирощують ріпак проте проти ріпаку вирощеного в Україні акцій протесту чомусь не влаштовують.

Проте вирощування ріпаку у лісостеповій зоні України передбачає, що більша частина ґрунтів це дерново-підзолисті супіщані та суглинисті ґрунти, що мають різну твердість і щільність в різних ділянках одного поля. Така особливість цих ґрунтів не сприяє нормальному росту і розвитку сільськогосподарських культур, що мають стрижневу коричневу систему, а це такі олійні культури як озимий ріпак. В останні роки на території навіть Волинської області в окремі періоди року (друга половина травня-перша половина червня) середньодобові температури перевищують 20°C, що призводить до критичного зниження вологи в орному шарі ґрунту. На дерново-підзолистих суглинистих та супіщаних гуртах в такі періоди рівень вологи орному шару ґрунту фіксувався в межах 2-3 мм., що фактично припиняє ріст рослин. Але ріпак, як рослина із стрижневою кореневою системою має можливість використовувати вологу, що знаходиться нижче орного шару ґрунту при умові, що твердість ґрунту в цих шарах є оптимальною для проникнення туди кореневої системи. Для створення цієї оптимальної твердості

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						6
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

шарів ґрунту, що знаходяться нижче орного шару, потрібно провести їх розпушення.

Для цього виробниками сільськогосподарської техніки розроблена широка гамма глибокорозпушувачів із робочим органами у вигляді лап. Такі машини здійснюють суцільне розпушення підорних шарів на постійну глибину та характеризуються високими енергетичним затратами на одиницю обробленої площі. Також дослідженнями встановлено, що глибина залягання плужної підшви коливається у широких межах. А описані машини здійснюють обробіток одразу за максимальним значенням глибини розташування плужної підшви на усьому полі.

Тому у даній кваліфікаційній роботі запропоновано технічне забезпечення вирощування ріпаку яке передбачає використання високопродуктивної вітчизняної та закордонної техніки, а також нами пропонується машина для глибокого розпушення ґрунту шляхом його проколювання трубчастим робочим органом. Завдяки цьому утворюватимуться проміжки для проникнення стрижневого кореня ріпаку у нижні горизонти ґрунту, повніша реалізація сортового потенціалу рослин за одночасної економії енергоресурсів на процес обробітку ґрунту.

Об'єкт дослідження - технологія вирощування ріпаку.

Предмет дослідження – машина для глибокого розпушення ґрунту.

Завданням кваліфікаційної роботи бакалавра є:

- провести огляд джерел інформації за темою роботи;
- розробити заходи з удосконалення операції глибокого розпушення ґрунту шляхом вирізання отворів;
- розробити функціональну схему машини для глибокого розпушення ґрунту шляхом його проколювання;
- здійснити технологічні та конструкторські розрахунки вузлів машини для глибокого розпушення ґрунту;
- виконати складальне креслення ротора машини для глибокого розпушення ґрунту;

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						7
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- виконати робочі креслення нестандартних деталей ротора;
- розробити схему руху машини під час глибокого обробітку ґрунту та встановити основні параметри смуги розвороту;
- проаналізувати проблеми охорони праці під час вирощування ріпаку.

У кваліфікаційній роботі бакалавра розроблена конструкція знаряддя для глибокого розпушення ґрунту шляхом поколювання отворів.

Для цього машина обладнана ротором який складається із ряду паралельних дисків на яких у свою чергу шарнірно закріплені трубчасті зуби.

					<i>КАІ.МГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						<i>8</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Біологічна характеристика ріпаку та технології його вирощування і використання.

Протягом останнього десятиріччя в нашій країні набула широкого розповсюдження така технічна культура як ріпак. Це відбулось завдяки тому що його насіння містить у межах 45-50% харчової і технічної олії (йодне число 94-112). Ріпакова олія містить 60-70% олеїнової кислоти і її широко використовують як у харчовій промисловості так і у машинобудуванні та хімічній промисловості. Проте в складі технічних сортів ріпакової олії міститься до 40-45% ерукової кислоти, яка є шкідливою для організму людини. Тому олія з таких сортів ріпаку використовується для виготовлення моторних олив та біодизельного палива [3].

Тому були виведені сорти нульового озимого ріпаку з містом ерукової кислоти у межах 0,5-1,5%, що значно підвищило їх харчові якості. Дані сорти були виведені канадськими вченими та отримали узагальнюючу назву – конола.

На кінець 80-х років минулого сторіччя було виведено так званий «подвійний нульовий ріпак» де вміст ерукової кислоти не перевищував 0,1 %. Ці новостворені сорти також мають знижений вміст глюкозинолатів (речовин, надають олії гіркового присмаку).

У нашій країні для харчових цілях в основному використовується соняшникова олія і лише зрідка ріпакова. На відміну від цього найбільше виробляється і споживається ріпакова олія у Китаї, Індії, Німеччині, Канаді, Японії, Великій Британії, Франції, Польщі та Чехія. У сусідній Польщі до 70 % харчової олії – ріпакова. Олія із соняшника споживається тут у значно менших обсягах оскільки ріпакова олія до виготовляється у Польщі із власної сировини та коштує дешевше. Тому значна частинка виробленої як для технічних так і харчових цілей в Україні ріпакової олії відправляється до Європи.

					КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ріпак також вважається цінною кормовою культурою, оскільки під час переробки із 1 т насіння отримують крім 380-410 кг олії, ще і 550-570 кг макухи, що характеризується вмістом 32-34 % білка та 10-18 % жиру, або шроту із 34-38 % білка та лише 2-5 % жиру. Білка відходів такі важливі для тварин амінокислоти, як лізин, метіонін, циотін, трептофан, треопін.

Загалом врожайність 1 га посівів ріпаку характеризується такими показниками - до 1т олії, 5 - 6 ц білкового корму та ще 100 кг меду. Адже ріпак є цінним медоносом.

Врожайність соломи ріпаку сягає 6 т/га. Такі технології, які успішно застосовуються у Великобританії, Угорщині, Іспанії, Португалії забезпечують отримання із 1 га ріпакового поля до 2 т паперу.

Цінність ріпаку, як попередника визначається тим, що його вегетація триває 10 місяців впродовж яких рослини ріпаку захищають ґрунт від перегрівання сонячними променями та непродуктивної втрати води з ґрунту. У порівнянні із соняшником ріпак споживає менше вологи, покращує агрофізичні властивості ґрунту та фітосанітарний стан. Терміни збирання ріпаку дозволяють звільнити поле на кінець липня, а заорювання пожнивних решток ріпаку за умов збалансування співвідношення між азотом та вуглецем рівноцінне внесенню 15-20 т/га гною. Після її мінералізації органічних решток у ґрунт надходить 60-65 кг/га азоту, 32-36 кг/га фосфору і 55-60 кг/га калію.

Стрижнева коренева система ріпаку проникає у нижні шари ґрунту та покращує таким чином його структуру та спроможна засвоювати елементи живлення із шарів ґрунту, які для більшості рослин недоступні.

Використання ріпаку у якості сидерату із заорювання навесні може забезпечити 220-240 ц/га зеленої маси, що рівноцінне внесенню 18-20 т/га гною.

Історичні свідчення про вирощування людиною ріпаку сягає 4 тис. років до н.е. За різним твердженнями цю культуру вперше почали вирощувати у північно-західній частині Європи або у Середземномор'ї. У XVII-XIX століттях

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						<i>10</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ріпак став дуже поширеною культурою. Так у Німеччині в ті часи його вирощували на площах до 300 тис. га.

Відповідно з Німеччини через Польщу відбулось поширення цієї культури до Західної України а далі і на усю Україну. І уже в 30-х роках ХХ століття у Західній Україні його посівні площі досягали 130 тис. га. У в 50-х роках ХХ століття комуністичне керівництво зробило акцент на вирощуванні соняшнику, а тому вирощування ріпаку було згорнуто.

Відродження вирощування ріпаку в Україні розпочалось лише у 1980 р. Найбільші площі під ріпак у ХХ сторіччі були відведені у 1999 р. і склали 202 тис. га. А у 2019 році ріпак уже висівається в нашій країні на площах близько 1,3 млн. га. Згідно прогнозів у 2025-2026 м. р. світові площі під ріпаком складуть 44,1 млн. га [3].

Згідно ботанічних характеристик ріпак це однорічна трав'яниста рослина з родини капустяних, яка має стрижневу кореневу систему із потужним головним веретеноподібним коренем, що проникає в ґрунт на глибину до 1,5-3,0 м. Зона проникнення бокових коренів визначається циліндром з діаметром 60-80 см (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 Загальний вигляд складових рослини ріпаку [3]

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						11
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Стебло має форму циліндричної трубки заввишки 1,3-1,8 м із гілками. Усі рослина включно із лисками вкрита сизувато-зеленим восковим нальотом. За оптимальних норм висіву і збалансованому удобренні рослини ріпаку характеризуються високою стійкістю до вилягання.

З початком розвитку рослини формується розетка прикореневих листків кількість яких восени досягає 6-10 листків. Максимальна кількість листків на дорослій 15-23 шт.

Суцвіття має форму китиці (волоті) з 20-40 квітками. Квітки мають чотири пелюстки жовтого кольору (рис. 1.2, а). Цвітіння не рівномірне. Розпочинають квіти на головній волоті. Одна квітка цвіте до 3 днів, а уся рослина до 30 днів.



а



б



в

Рисунок 1.2. Рослини ріпаку у період цвітіння (а) і дозрівання стручків (б) та насіння (в)

Плід має форму стручка довжиною у межах 6-12 см (рис. 1.2, б). Стручок вміщує від 18 до 40 насінин. І стручків на рослині може бути від 20 до 400. Кожна насінина має малу масу адже маса 1000 насінин складає 3-5 гр. Колір насіння темно коричневий, майже чорний (рис. 1.2, в).

Найвищі показник врожайності ріпаку формуються за густоти рослин на період весняного відновлення вегетації у 50-70 шт. на 1 м² поля.

У технології вирощування ріпаку, як і усіх культур початковим етапом є вибір попередники. Культури, що передують ріпаку мають очищати поле від бур'янів, сприяти формуванню сприятливої структури ґрунту із збереженою

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						12
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

достатньою кількістю поживних речовин та звільняти поле до середини серпня. Таким вимогам найкраще відповідають багаторічні бобові трави; рання картопля, горох, однорічні трави. До задовільних попередників належать зернові культури. Але із цього переліку слід виключити овес і яру пшеницю.

Зважаючи, що сучасній структурі посівних площ до 50% займають зернові то ці культури стають основними попередниками для даної культури. Посів ріпаку після цукрового буряка через небезпеку поширення нематоди, яка є спільним шкідником для обох культур недопускається. Не висівають ріпак після культур родини капустяних (гірчиці, редьки, капусти тощо) а також соняшнику. Повторний посів ріпаку на полі можна проводити не раніше як через 4-5 років.

Завдання обробітку ґрунту під ріпак є формування сприятливих умов для інтенсивного розвитку кореневої системи. Тому після усіх попередників рекомендується здійснювати оранку на глибину 22-30 см. Якщо попередником була рання картопля то обмежуються поверхневим обробітком .

За два тижні опісля основного обробітку знищують першу хвилю пророслих пророслого насіння бур'янів шляхом поверхневого обробітку. Реалізація передпосівного обробітку забезпечує знищення другої хвилі. робітком - другу. Для передпосівного обробітку слід застосовувати лише комбіновані агрегати які забезпечують ущільнення посівного ложа а у верхньому шарі ґрунту створюють дрібногрудкувату структуру [2].

Мінеральні добрива рекомендується вносити перед поверхневим обробітком ґрунту комбінованими знаряддями.

Застосування мілкового обробітку ґрунту або сівби по стерні (нульовий обробіток ґрунту) вимагає обов'язкових попередніх операцій для глибокого розпушення нижніх шарів ґрунту для забезпечення нормального розвитку кореневої системи і рослини ріпаку загалом. Через переущільнення нижніх шарів коренева система швидко реагує на нестачу вологи, оскільки не може проникнути у відповідні горизонти. Також сповільнюється рівень засвоєння поживних елементів [1].

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						13
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

До 10-30% елементів живлення ріпак може засвоїти із ґрунту. Частину елементів живлення можна забезпечити внесенням 20-30 т/га органічних добрив. Проте гній доцільно вносити під попередник коли це можливо.

Фосфорні т калійні добрива під ріпак найкраще вносити під основний або поверхневий обробіток. Азотні добрива рекомендовано вносити весною у підживлення. Надмірне азотне живлення рослин ріпаку в осінній період погіршує загартовування рослин та загальну їх перезимівлю.

Перше весняне підживлення азотними добривами проводять по мерзлоталому ґрунті. Вдруге підживлення азотом найкраще провести через три тижні після першого, у фазі початку росту стебла. Третє підживлення посівів здійснюють обов'язково на легких ґрунтах, де можливе вимивання азоту в нижні шари. Термін третього внесення азоту – початок фази цвітіння та до середини цвітіння. Вносять азотні добрива, як правило у гранульованій формі розкидачами із дисковими робочими органами [1].

Сівбу здійснюють очищеним та відкаліброваним насінням із високою схожістю. Для захисту рослин на початкових етапах росту обов'язковим є протруювання насіння.

Реєстр сортів України містить значну кількість сортів озимого ріпаку. В основному це двонульові "00" сорти, що містять мінімальну кількість ерукової та глюкозинолатної кислоти. Завдяки чому їх олія придатна для харчових цілей, а макуха - для згодовування різним видам худоби і птиці. Це наприклад сорти і гібриди німецької фірми "Лембке": Акорд, Аскарі, Буфалло, Вотан, Казимир, Квінта, Кронос, Фалькон, Церес.

Для посіву ріпаку можна використовувати, як звичайні рядкові сівалки так і вузькорядні та просапні сівалки. Залежно від обраної сівалки ширина міжряддя становитиме 7,5 см; 12 - 15 см; 30 - 45 см. За даними досліджень науковців вищу врожайність забезпечує сівба з міжряддям 7,5 см; 12 см і 15 см. Також встановлено, що обладнання сівалок анкерними сошниками на якісно підготовлених до сівби полях, дає високу польову схожість і вирівняність рослин за темпами розвитку та сумарно збільшує врожайність насіння.

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						14
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

При обранні глибини висівання насіння враховують тип ґрунту, якість його підготовки, наявності вологи тощо. На легких за механічним складом ґрунтах насіння вкладають на глибину 2,5-3,0 см, на важких глибину зменшують до 1,5-2,0 см. Ріпак добре проростає коли насінина вкаладеться на тверде ложе, що забезпечує анкерний сошник. Необроблене збільшення глибини висіве понад 3-4 см зменшує схожість насіння на 25-30% . Коли висівається ріпак у пізні терміни то глибина зароблення не повинна перевищувати 2 см [1].

Рослини ріпаку за надмірної густоти мають гіршу зимостійкість та нижча продуктивність. Згідно наукових досліджень за наявності 80-100 рослин на 1 м² поля забезпечується оптимальна густота рослин і добрий їх біологічний розвиток в осінній період та проходження зимового періоду. Створення такої густоти рослин можливе за норми висіву у межах 0,9-1,2 млн. схожих насінин на 1 га або 4-6 кг/га [1].

Ранні посіви ріпаку восени переростають через що точка росту підіймається високо над поверхнею ґрунту, що призводить до вимерзання або випрівання посівів. Найкраще рослини проходять зимовий період із висотою 10-15 см, а точка розташована над поверхнею ґрунту на висоті не більше 1 см, за діаметра кореневої шийки у межах 0,6 - 1 см (рис. 1.3.).

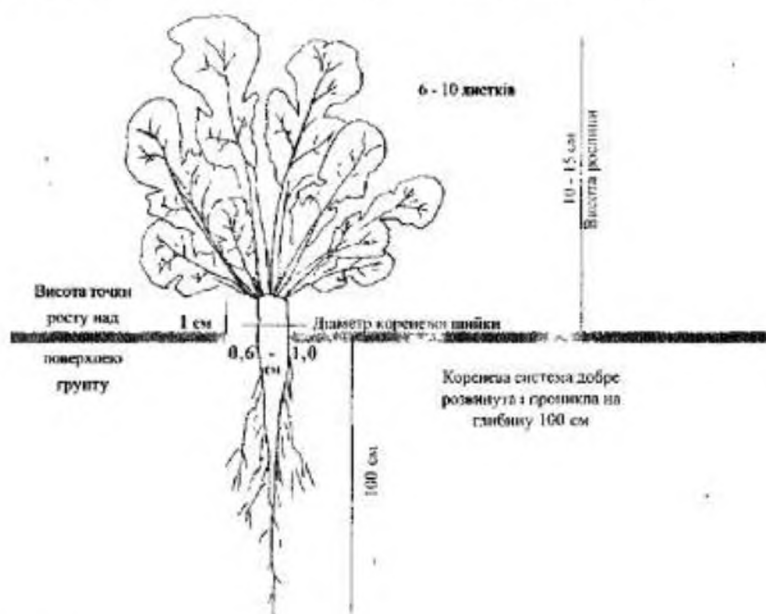


Рисунок 1.3. Оптимальний стан рослини ріпаку перед зимівлею [1]

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому оптимальним термін сівби озимого ріпаку - 15-30 серпня. Допустимо сіяти ріпак із 10 серпня по 5 вересня. За значного запізнення із сівбою рівень зимової стійкості рослин знижується на 30 - 50%, а то і до випадків їх повної загибелі.

За недостатніх запасів вологи в ґрунті посіви коткують.

Ріпак слабо конкурує із бур'янами на початковій фазі росту, атому осіння забур'яненість спричинює надмірне винесення точки росту над поверхнею ґрунту, слабкий розвиток кореневої системи, що у сукупності знижує його стійкість до вимерзання ріпаку та суттєвих втрат врожаю. Тому найкращими термінами боротьби з бур'янами є період до сівби чи після сівби до сходів ріпаку.

Значної шкоди ріпаку можуть завдати такі шкідники: хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд, прихованохоботники, попелиця, трач, ріпаковий, капустяний і стручковий комарик тощо. При поїданні шкідниками рослин зменшується фотосинтетична поверхня через що формується менша кількість стручків та насіння в них, рослини гірше гілкуються і як наслідок врожайність суттєво знижується. Це прямі наслідки від дії шкідників. Та втрати від непрямого пошкодження можуть інколи бути навіть вищі. Справа в тім, що механічні пошкодження рослини створюють умови для інтенсивне ураження їх грибовими хворобами. Також зростає нерівномірність досягання стручків, збільшують ступінь розтріскування стручків до збирання.

Рішення про застосування хімічних методів боротьби зі шкідниками приймають при перевищенні порогу чисельності і шкідливості. Обробіток інсектицидами слід закінчувати за 4-5 днів до вильоту на поле бджіл. Слід зважати, що інсектициди з групи піретроїдів за температури вище 20°C

Хоча хвороби завдають меншої шкоди ріпаку у порівнянні із шкідниками та у разі недотримання основних вимог технології хвороби можуть різко знижувати врожайність посівів. До найбільш поширених хвороб ріпаку в Україні належать чорна ніжка, снігова плісень, несправжня борошниста роса (пероноспороз), фомо- і альтернаріоз, тифульоз.

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						16
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Нерівномірність досягання ріпаку призводить до того, що частина стручків розтріскуються до початку збирання а отже і до втрат насіння. Ріпак можна збирати, як прямим комбайнуванням, так і роздільним способом. Проте у сьогоднішніх економічних умовах як правило збирання здійснюють прямим комбайнуванням.

Пряме комбайнування для ріпаку збирають із настанням технологічної стиглості – це вологість насіння 10-15%, але не допускати розтріскування стручків. Насіння стає темно-коричневим або чорним та твердим. При дотику до рослин відчутний звук "шелестіння" насіння має в стручках. Оптимальною до збирання вважають вологість 12%. Збирання за вологості нижче 10% не доцільно через висипання насіння. Під час збирання за вологості більше 14% суттєво зростають затрати на сушіння.

Для тривалого зберігання насіння його вологість має складати 6-8%. За вищої вологості за 1-2 дні зерно біліє, пліснявіє і втрачає схожість та технологічні якості.

1.2. Аналітичний огляд ринку техніки для посіву, догляду та збирання ріпаку.

Українське сільськогосподарське машинобудування дозволяє забезпечити механізацію усіх операції вирощування ріпаку. Нажаль налагодити виробництво власного зернозбирального комбайна в Україні до цих пір не вдалось.

Вітчизняні виробники сільськогосподарської техніки пропонують широкий перелік знарядь із дисковими робочими органами. До провідних виробників знарядь такого типу належать ВАТ «Ельворті» та ТОВ «Велес-агро ЛТД». Так ТОВ «Велес-агро» виробляє інноваційну дискову борону KRONOS 5 для проведення комплексного поверхневого обробітку ґрунту. Робочий оргна такої машини має форму тандемних дисків, що закріплені через гумові амортизаторами до рами машини (рис. 1.4) [4].

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						17
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Рисунок 1.4. Дискова борона KRONOS 5 [4]

У проспекті виробника зазначено, що така борона забезпечує розпушування ґрунту за мінімізованих енергетичних затрат. Також зазначено, що відстань між дискам борони складає 220 мм (110 мм по сліду) за кута атаки 17° , що забезпечує повне підрізання рослин та заробку у ґрунт їх решток. Позаду основних робочих органів встановлені котки, які забезпечують ущільнення поверхні ґрунту та гарантує стабільність необхідної глибини обробітку за шириною обробку агрегату шляхом копіювання рельєфу поля. Завдяки такій конструкції, як засвідчують відгуки агровиробників, у процесі лущення стерні агрегату потрібен лише один прохід для якісного виконання операції відповідно найсуворіших агровимог [5].

Для здійснення основного обробітку ґрунту ТОВ «Велес-агро ЛТД» пропонує лінійку оборотних плугів із шириною захвату відповідно до тягового зусилля трактора. Наприклад плуг оборотний PONP 4-40+1 (рис.1.5) призначений для оранки на глибину 18–35 см ґрунтів, що не містять каміння та інших сторонніх твердих предметів. Основою плуга PОНP 4-40+ є рама із механізмом перевертання корпусів. Полиці корпусів (правовідвальні та

					<i>КАІ.МГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лівовідвальні) виконані смуговими. У робочому положенні плуг опирається на опорне колесо що встановлене позаду. Це ж колесо виконує функції транспортного під час переміщенні по дорогах [6].



Рисунок 1.5 Плуг оборотний PОНP 4–40+1 зі смуговими полицями [5]

Для передпосівної обробітки ґрунту дане підприємство розробило лінійку знарядь під назвою FORWARD. Ширина захвату знарядь характеристикам потужності трактора. FORWARD реалізує комбіновану обробку ґрунту під посів сільськогосподарських культур загалом та успішно використовуються на передпосівному обробітку ґрунту під ріпак зокрема. Це досягнуто завдяки вдалому підбору робочих органів (рис .1.6) [7].



Рисунок 1.6 Фото знаряддя FORWARD 6 для комбінованого обробітку ґрунту під ріпак [7]

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						19
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Особливість конструкції FORWARD забезпечує рихлення колії від проходу колеса трактора, якісне копіювання нерівностей поверхні поля пружинними стабілізаторами лап, пластинчастий коток із здатністю різати ґрунтові агрегати, запобіжний механізм стійки робочого органу, підвищена зносостійкість лапи, просте та адекватне регулювання глибини ходу робочих органів, корпуси підшипникових вузлів обладнані демпферами у кільчасто-шпорового котка, компактні розміри у транспортному положенні [7].

У якості простого та надійного варіанту техніки для посіву ріпаку слід вважати продукцію фірми «Ельворті», яка належить до лідера з виробництва посівної техніки в Україні. Фірма виробляє, як класичні сівалки із катушковим висіваючим апаратом да дисковими сошникам (рис.1.7) так і посівні системи які працюють на пневматиці за технологіями mini-till та no-till.

Так зерно-тукова сівалка «ALFA-6» (рис.1.7) призначена для сівби рядковим способом насіння ріпаку з одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив. Усі елементи сівалки змонтовано на рамі 1. Це зерновий та туковий відділи бункера 3, висівні апарати 9, опорно-приводні колеса 7, маркери 6 та інше [8].



Рисунок 1.5 Сівалка ALFA 6: 1 – рама; 2 – причіпний пристрій; 3 – бункер; 4 – варіатори; 5 – сошник; 6 – маркер; 7 – опорно-приводне колесо; 8 – колесо для транспортування; 9 – висівний апарат; 10 – підніжна дошка; 11 – загортач [8]

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						20
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для проведення хімічного захисту рослин наші машинобудівні підприємства також виробляють хороші широкозахватні напівпричіпні та начіпні обприскувачі. Виробництво таких машин здійснює і фірма «Ельворті». Так вони виробляють обприскувач TETIS 24 із штангами шириною захвату у 24 м (рис.1.8). Згідно технічної характеристики ця машина реалізує хімічний захист зернових, просапних і технічних культур та парів шляхом розпилення усіх видів хімічних препаратів. У процесів вирощування ріпаку він використовується для знищення бур'янів та хворобами, контролю чисельності шкідників. Також ця машина може використовуватись для позакореневого підживлення рослин рідкими мінеральними добривами.

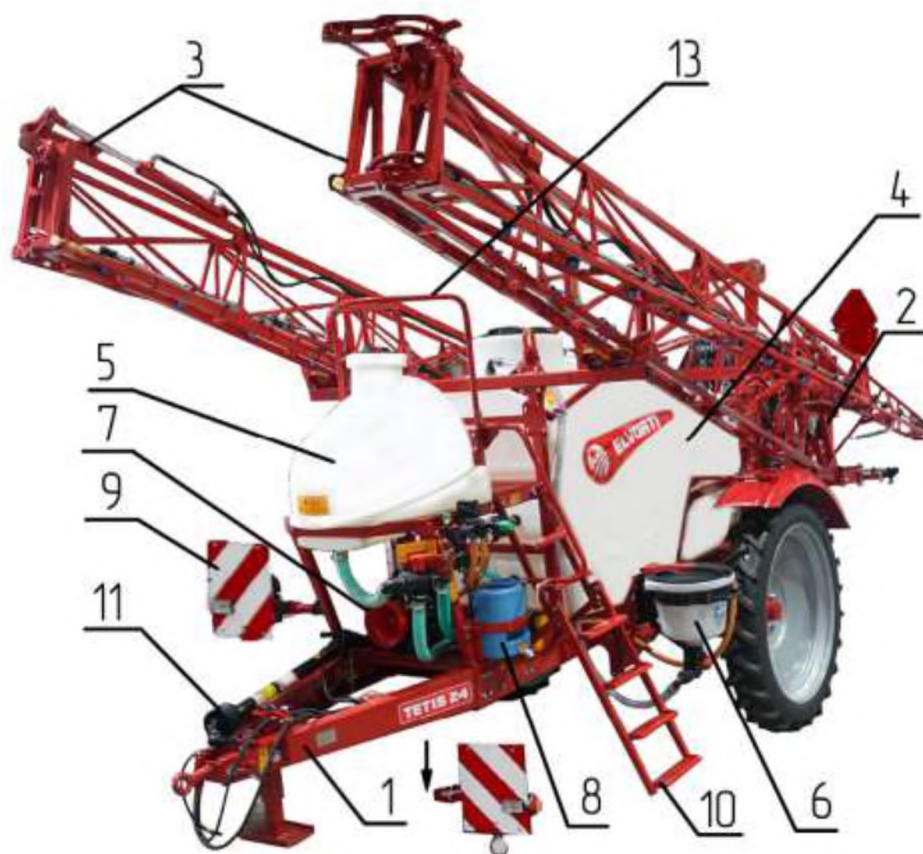


Рисунок 1.8 Загальний вигляд обприскувача TETIS 24: 1 – рама; 2 – механізм навіски секцій; 3 – трисекційні штанги секцій; 4 – бак для хімрозчину; 5 – бак для промивання системи; 6 – змішувач (міксер); 7 – мембранно-поршневий насос; 8 – бак для миття рук; 9 – світлосигналізація; 10 – драбина; 11 – карданний вал [9]

На рамі 1 машини (рис. 1.8) розміщено механізм навішування секцій 2, що переміщається гідроциліндрами. Стабілізація штанг від горизонтальних коливань відбувається завдяки гідро-механічному балансірному механізму. Секції штанг оприскувача мають конструкцію просторових ферм. Оприскувач обладнаний основним баком 4 (найбільший для робочого розчину отрутохімікату), бак 5 для промивки системи водою; бак 8 лише для миття рук та інших технічних потреб із чистою водою. Робочий тиск рідини у системі оприскувача TETIS 24 забезпечує мембранно-поршневий насосом 7. Для приводу насоса призначений карданний вал 11. Максимальний тиск, що створюється насосом у системі складає 1,5 МПа.

Для внесення твердих мінеральних добрив у процесі вегетації ріпаку та під основний обробіток ТОВ «Оріхівсільмаш» пропонує дводисковий начіпний розкидач мінеральних добрив РМД-1000 та напівпричіпну машину РМД-3000 (рис. 1.9). Напівпричіпний розкидач мінеральних добрив РМД-3000 відповідно до маркування має бункер на 3000 кг добрив та може їх розкидати на 14-24 м залежно від виду. За інформацією виробника відхилення від рівномірності внесення не перевищує 20 %. Обладнання машини опорними колесами 10 забезпечує зменшення навантаження на навіску трактора та тиск на ґрунт [10].

Для збирання ріпаку доцільно розглядати лише пропозицію техніки закордонного виробництва. Це техніка брендів Jhon Deer, Claas, NewHolland, Massey Ferguson та інші. Ці фірми пропонують комбайни різної продуктивності та відповідно вартості. Для якісного виконання операцій із збирання ріпаку такі комбайни мають бути обладнані відповідним жатками.

У якості універсального варіанту для збирання ріпаку варто розглядати Жатки VARIO 1380-500 фірми CLAAS, які забезпечують безступінчасте регулювання довжини стола у діапазоні 700 мм [11]. Довжина вильоту стола змінюється залежно від довжини стебел рослин, що збираються. Так мінімальна довжина встановлюється для зернових культур з коротким стеблом, а максимальна для ріпаку (рис. 1.8) Окрім цього дані жатки обладнані механізмом, що дозволяє проводити швидко, без використання інструменту,

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						22
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

заміну подільника стебел на ріпаковий ніж (рис. 1.9). Привід ріпакового ножа гідравлічний та автоматично активується після під'єднання відповідних рукавів.



Рисунок 1.7 Розкидач мінеральних добрив РМД-3000 [10]: 1 – рама, 2 – бункер; 3 – тент; 4 – дозуючі пристрої; 5 – розподільчі диски; 6 – важелі для регулювання норми внесення добрив, 7 – редуктори; 8 – захисні щітки, 9 – труба огороження; 10 – візок, 11- піввісь;

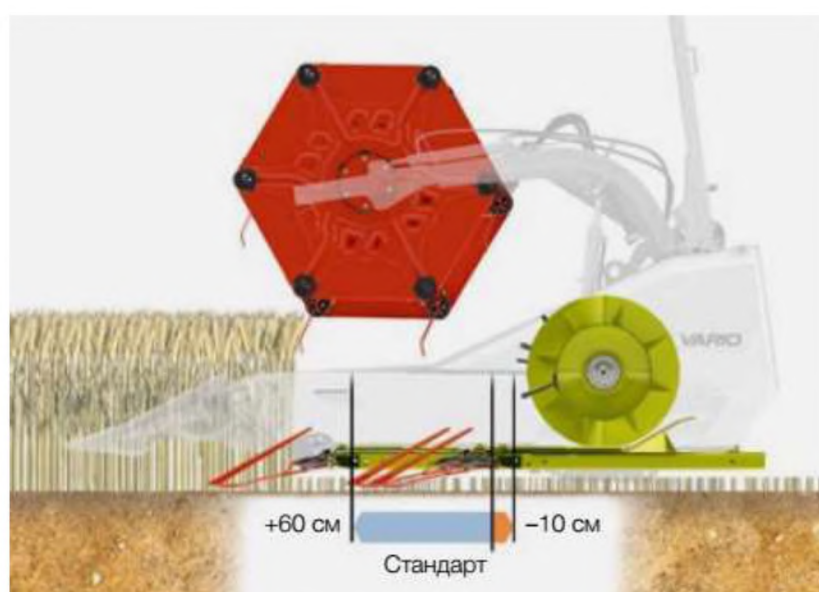


Рисунок 1.8 Діапазон регулювання довжини стола жатки VARIO [11]

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						<i>23</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Рисунок 1.9. Встановлення ріпакового ножа за допомогою швидкознімних замків [11]

У широкозахватних жатках VARIO 1380, 1230 та 1080 (цифра це ширина захвату у см) CLAAS використовує концепцію роздільного мотовила та ножового бруса (рис. 1.10). У такому випадку є два окремі приводи для ножа встановлені по боках жатки.



Рисунок 1.10. Фото реалізації концепції роздільного мотовила у жатці VARIO 1380 [11]

Також у жатках даної моделі застосовано гідравлічний привод мотовила, який автоматично регулює силу навантаження на планки мотовила. Особливо це важливо для збирання полеглих стебел. Завдяки такому пристрою не відбудеться перевантаження мотовила через контакт із ґрунтом. Автоматичне ведення за висотою засноване на вказаних значеннях тиску, який автоматично підтримується у заданих межах.

					<i>КАІ.МГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						24
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2
РЕКОМЕНДАЦІЇ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ

2.1. Опис удосконаленого технічного забезпечення вирощування ріпаку

У п. 1.2 першого розділу наведено перелік техніки яку рекомендується для вирощування ріпаку. Проте вирощування ріпаку у лісостеповій зоні України передбачає, що більша частина ґрунтів це дерново-підзолисті супіщані та суглинисті ґрунти, що мають різну твердість і щільність в різних ділянках одного поля. Така особливість цих ґрунтів не сприяє нормальному росту і розвитку сільськогосподарських культур, що мають стрижневу коричневу систему, а це такі олійні культури як озимий ріпак. В останні роки на території навіть Волинської області в окремі періоди року (друга половина травня-перша половина червня) середньодобові температури перевищують 20°C, що призводить до критичного зниження вологи в орному шарі ґрунту. На дерново-підзолистих суглинистих та супіщаних гуртах в такі періоди рівень вологи орному шарі ґрунту фіксувався в межах 2-3 мм., що фактично припиняє ріст рослин. Але ріпак, як рослина із стрижневою кореневою системою має можливість використовувати вологу, що знаходиться нижче орного шару ґрунту при умові, що твердість ґрунту в цих шарах є оптимальною для проникнення туди кореневої системи. Для створення цієї оптимальної твердості шарів ґрунту, що знаходяться нижче орного шару, потрібно провести їх розпушення.

Для цього виробниками сільськогосподарської техніки розроблена широка гамма глибокорозпушувачів із робочим органами у вигляді лап. Такі машини здійснюють суцільне розпушення підорних шарів на постійну глибину та характеризуються високими енергетичним затратами на одиницю обробленої площі. Також дослідженнями встановлено, що глибина залягання плужної підшви коливається у широких межах. А описані машини здійснюють

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						25
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

обробіток одразу за максимальним значенням глибини розташування плужної підшви на усьому полі.

Тому нами пропонується машина для глибокого розпушення ґрунту шляхом його проколювання трубчастим робочим органом. Завдяки цьому утворюватимуться проміжки для проникнення стрижневого кореня ріпаку у нижні горизонти ґрунту, повніша реалізація сортового потенціалу рослин за одночасної економії енергоресурсів на процес обробітку ґрунту.

2.2. Підбір знарядь та комплектування агрегатів для вирощування ріпаку.

За переліком операцій технології вирощування ріпаку, наведеного у першому розділі та з урахуванням удосконалень технічного забезпечення глибокого розпушення ґрунту під ріпак, описаного у п. 2.1, а також заданої площі посіву, яка згідно вихідних даних складає 300 га проведемо підбір знарядь та попереднє комплектування агрегатів. Для виконання операцій з обробітку ґрунту у якості енергетичного засобу оберемо трактор MF 7726 із наведеною у технічній характеристиці номінальною потужністю двигуна у 240 к.с. Основні характеристики цього трактора подано за даними виробника на рис. 2.1. та у табл. 2.1.

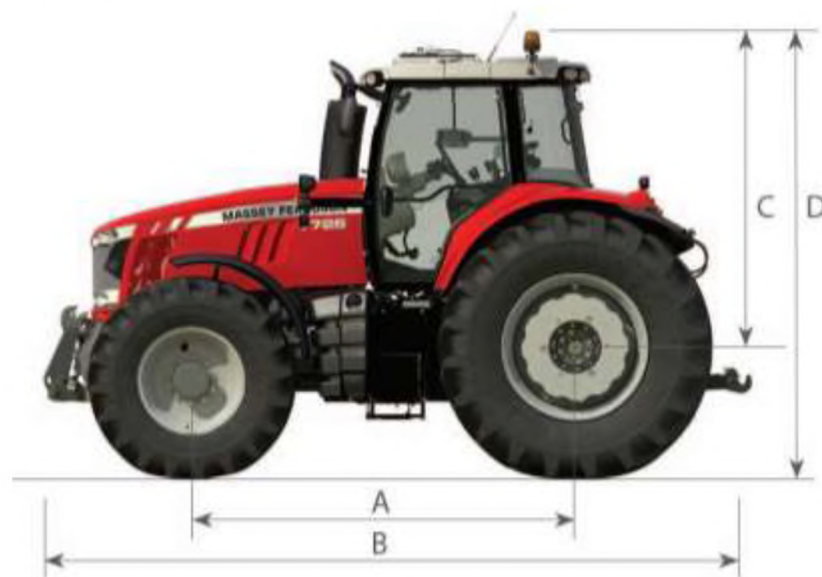


Рисунок 2.1 Схема габаритів трактора MF 7726 [12]

					<i>КАІ.МГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1. Габарити трактора MF 7726 [12]

Буква	Назва	Розмірність	Значення
A	Колісна база	м	3
B	Довжина від кріплення баласту до краю задньої навіски	мм	5149
B	Довжина від краю передньої навіски до краю задньої навіски	мм	5868
C	Висота від задньої осі колеса до верху кабіни	мм	2204
D	Сумарна висота	мм	3179

2.2.1. Лущення поверхні поля після попередника. Обраний трактор MF 7726 агрегуємо із дисковою бороною KRONOS 4 з ножовими катками. Згідно технічних характеристик дана борона вимагає для агрегування трактор із потужністю двигуна у Необхідна потужність трактора для даної борони знаходиться у межах 130 – 220 к.с. Рекомендований діапазон швидкості для виконання операції 10-18 км/год

Годинну продуктивність агрегатів, що комплектують будем розраховувати за загальновідомою формулою

$$W_z = 0,1 \cdot B_m \cdot V_m \cdot \tau, \quad (2.1)$$

де $B_m = 4 \text{ м}$ - ширина захвату борони, м;

$V_m = 10 - 18 \text{ км/год}$ - швидкість руху агрегату (рекомендована за технічною характеристикою виробника), зважаючи на потужність двигуна трактора та мікрорельєф полів приймемо $V_m = 18 \text{ км/год}$;

τ - коефіцієнт використання часу зміни, котрий для розглядуваної операції приймемо $\tau = 0,9$.

Тоді

$$W_z = 0,1 \cdot 4 \cdot 18 \cdot 0,9 = 6,48 \text{ га/год.}$$

Змінну продуктивність агрегату складе

$$W_{zm} = W_z \cdot T_{zm}, \quad (2.2)$$

T_{zm} - тривалість робочої зміни, яку приймемо стандартною для операції лушення 8 годин.

Тоді

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{зм.} = 6,48 \cdot 8 = 51,84 \text{ га/зм.}$$

У такому випадку для обробітку площі у 300 га потрібно

$$N = \frac{S_{поля}}{W_{зм.}} = \frac{300}{51,84} = 5,78 \text{ змін.}$$

Отже задані у вихідних даних 300 га буде здисковано за майже шість змін. Для скорочення тривалості виконання робіт одним агрегатом можна застосувати двозмінну роботу. Тоді операція буде виконана за три дні, що створить передумови для збереження вологи. При цьому період між виконанням операцій збирання попередника та операцією лушення має бути мінімальним.

2.2.2. Для внесення мінеральних добрив будемо використовувати напівпричіпний дводисковий розкидач мінеральних добрив РМД-3000 ТОВ «Оріхівсільмаш». Дана машина згідно даних виробника забезпечує ширину розкидання добрив у 24 м на робочій швидкості 15 км/год та вимагає для агрегування трактор із потужністю двигуна понад 80 к.с.

Для здійснення операцій внесення добрив та догляду за ріпаком обираєм трактор MF 6713 із максимальною потужністю двигуна 130 к.с.

Коефіцієнт використання зміни для операцій які вимагають завантаження машин технологічним матеріалом (добривами) прийmemo рівним $\tau = 0,75$. Тому за (2.1) та (2.2) отримаємо

$$W_2 = 0,1 \cdot 15 \cdot 24 \cdot 0,75 = 27 \text{ га/год.}$$

$$W_{зм.} = 27 \cdot 8 = 216 \text{ га/зм.}$$

$$N = \frac{S_{поля}}{W_{зм.}} = \frac{300}{216} = 1,38 \text{ зміни.}$$

Отже на заданій у вихідних даних площі мінеральні добрива будуть внесені менш ніж за дві зміни. Тому даний агрегат будемо використовувати як при основному внесенні добрив так і у період підживлення посівів.

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						28
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.2.3. Основний обробіток. Операцію оранки плануватимемо замінити виконанням глибокого розпушування розробленою машиною. Суть цього процесу описана у п. 2.1. Для виконання даної операції використаємо трактор MF 7726 оскільки сумарна потужність необхідна для роботи розробленого глибокорозпушувача складає 180 кВт за ширини його захвату 4 м. Також приймаємо рекомендовану робочу швидкість агрегату для глибокого розпушування у 12 км/год. Тому за формулами (2.1) та (2.2) та коефіцієнтом використання часу зміни $\tau = 0,95$

$$W_z = 0,1 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 0,95 = 4,56 \text{ га/год.}$$

$$W_{зм.} = 4,56 \cdot 8 = 36,48 \text{ га/зм.}$$

$$N = \frac{S_{поля}}{W_{зм.}} = \frac{300}{36,48} = 8,22 \text{ зміни.}$$

Отже задана у вихідних даних площа буде оброблена за час що дещо перевищує 8 змін. За наявності у підприємстві одного агрегату налагодити тризмінну роботу. У такому разі поле буде оброблене за менш ніж за три дні, що забезпечить можливість посіву ріпаку у ранні терміни.

2.2.4. Посів ріпаку. Для здійснення операції посіву обираємо сівалку Alfa 6 MINI-TILL виробництва АТ Ельворті. Дана сівалка забезпечує посів ріпаку за мінімального обробітку ґрунту, що і реалізовано у запропонованій удосконаленій технології вирощування. Дана сівалка обладнана механізмом гідравлічного довантаження дикових сошників для її якісної роботи по мінімально обробленому ґрунту. Ширина захвату даної сівалки 6 м а мінімальна потужність двигуна трактора з яким вона агрегується складає 100 к.с. Тому для здійснення операції посіву ріпаку використовуватимемо трактор MF 6713. Рекомендована швидкість посіву складає 10 км/год. Тому за коефіцієнта використання часу зміни $\tau = 0,85$ по формула (2.1) та (2.2) маємо

$$W_z = 0,1 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 0,85 = 6,12 \text{ га/год.}$$

$$W_{зм.} = 6,12 \cdot 8 = 48,96 \text{ га/зм.}$$

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						29
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$N = \frac{S_{\text{поля}}}{W_{\text{зм.}}} = \frac{300}{48,96} = 6,12 \text{ змін.}$$

Отже площа у 300 га буде засіяна за 6,12 зміни. Для дотримання оптимальних термінів посіву плануватимемо тризмінну роботу агрегату за якої площа буде засіяна за три дні.

2.2.5. Боротьба із бур'янами, хворобами та шкідниками ріпаку. Виконання таких заходів плануємо виконувати за допомогою обприскувач ТЕТІS 24 АТ ЕЛЬВОРТІ, який має шириною захвату 24 м на робочій швидкості 10 км/год у агрегататі із трактором MF 6713. За коефіцієнта використання часу зміни $\tau = 0,95$ отримаємо

$$W_z = 0,1 \cdot 24 \cdot 10 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ га/год.}$$

$$W_{\text{зм.}} = 22,8 \cdot 8 = 182,4 \text{ га/зм.}$$

$$N = \frac{S_{\text{поля}}}{W_{\text{зм.}}} = \frac{300}{182,4} = 1,65 \text{ змін.}$$

Таким чином задана площа буде оброблена одним агрегатом протягом дещо більший 1,5 зміни.

2.2.6. Збирання ріпаку. Для збирання ріпаку обираємо зернозбиральний комбайн Lexion 6700 — Stage IIIA із системою обмолоту APS та клавішним соломотрясом. За стандартної комплектації його робоча швидкість складає 25 км/год. Також за стандартної комплектації Lexion 6700 — Stage IIIA працює із жнивваркою Varjo 930. Ширина захвату дано жнивварки складає 9,3 м. та вона обладнана автоматичним висувним столом і відрізним сегментним ножем як це описано у п 1.1. За значення коефіцієнта використання часу зміни $\tau = 0,95$ отримаємо

$$W_z = 0,1 \cdot 9,3 \cdot 25 \cdot 0,95 = 22,01 \text{ га/год.}$$

$$W_{\text{зм.}} = 22,01 \cdot 8 = 176,1 \text{ га/зм.}$$

$$N = \frac{S_{\text{поля}}}{W_{\text{зм.}}} = \frac{300}{176,1} = 1,7 \text{ змін.}$$

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						30
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таким чином для збирання ріпаку на площі 300 га одним комбайном Lexion 6700 — Stage IIIA із жнивваркою Vario 930 потрібно затратити дещо більше двох змін. Тому площа буде зібрана за оптимальних погодніх умов протягом однієї доби що мінімізує втрати від розтріскування стручків.

2.2.7. Транспортування насіння від комбайнів до автотранспорту. З метою підвищення коефіцієнта використання часу зміни для відвезення зерна від комбайна із вивантаженням бункера без зупинки машини використаємо бункер накопичувач ПБН-30 виробництва ТОВ «Завод Кобзаренка». Для транспортування даної машини потрібен трактор із потужністю двигуна 180-220 к.с. Тому у агрегаті використовуватимемо наявний трактор MF 7726.

2.3. Обґрунтування технічних рішень з модернізації машини для глибокого розпушення ґрунту.

У розділі 1 описано засоби механізації, які використовуються у технології вирощування ріпаку для обробітку ґрунту. Також вказано на важливість розпушення плужної підшви для проникнення стрижневої кореневої системи ріпаку, а у п. 2.1 описано технологічне рішення для вирішення такої проблеми.

Конструкція такої машини для глибокого обробітку ґрунту містить раму 1, підшипникові опори 2, та ротор 3. Ротор 3 має вісь 4 та не менше як два диски 5 (у наведеному на рисунку прикладі шість дисків) жорстко з'єднані із віссю 4. Кожен диск 5 містить опори 6 та осі шарніра 7, через які зуби 8 з'єднанні із диском 5 з можливістю обертального руху. Вісь зубів 8 має форму кінця циклоїди, утвореної центром осі шарніра 7 при русі ротора 3 поверхнею поля. Зуби 8 мають нижню частину 9 із перерізом у вигляді кільця, середню частину 10 із перерізом у вигляді сектора кільця та верхню частину 11 із перерізом у вигляді круга. У передній частині рами 1 змонтовано механізм навішування 12 машини для обробітку ґрунту на енергетичний засіб та механізм регулювання глибини обробітку ґрунту 13. Механізм регулювання глибини обробітку ґрунту 13 містить два опорних колеса 14 із гвинтовим

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						31
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

механізмом 15. Для забезпечення рівномірного тягового опору осі шарнірів 7 зубів 8 на кожному наступному диску зміщені на кут, що визначається кількість n_d дисків 5 на роторі 3 та кількістю n_z зубів 8 на одному диску 5, наприклад за виразом $360^\circ / (n_d + n_z)$

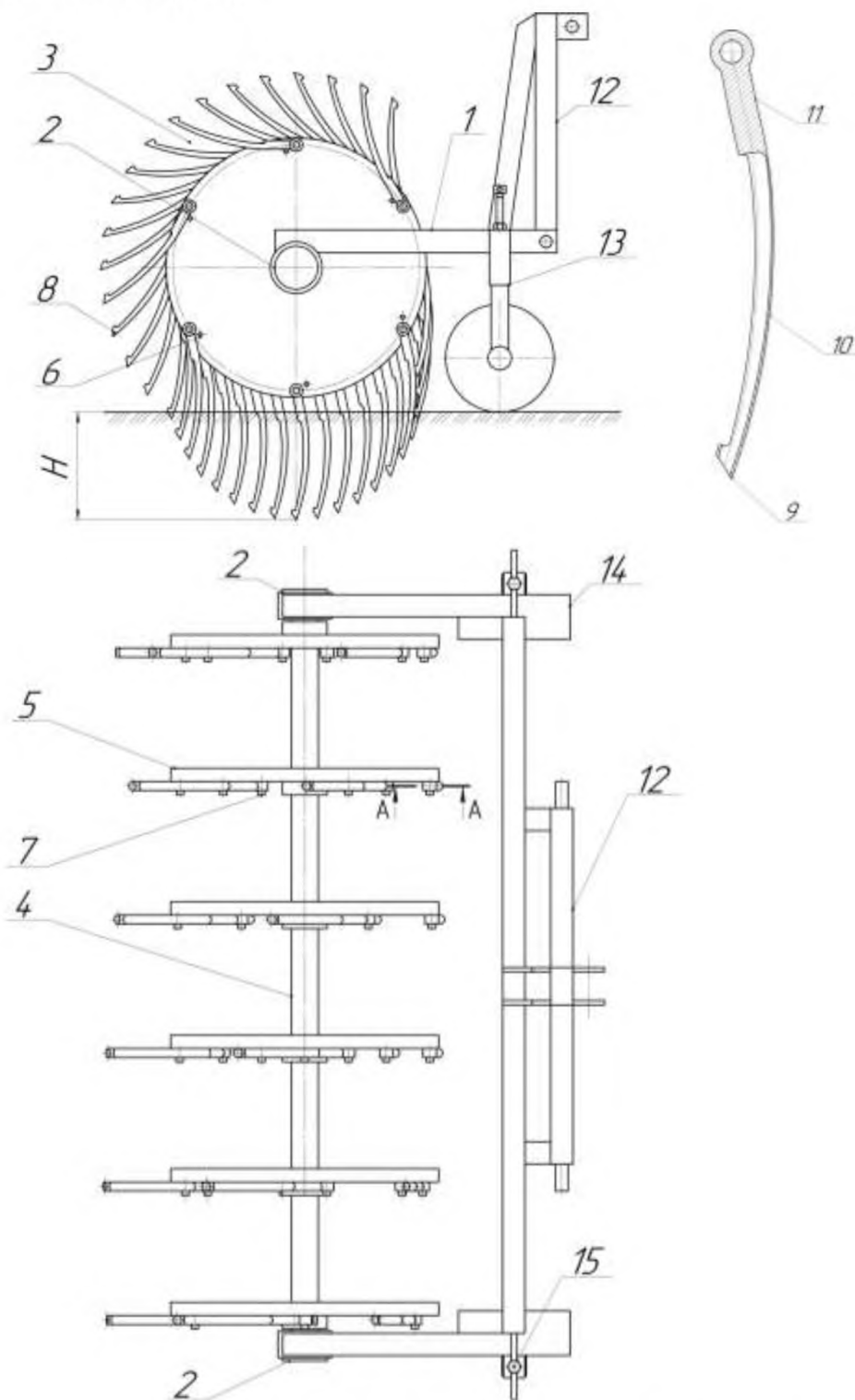


Рисунок 2.2 Схема машини для глибокого обробітку ґрунту

					КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Відповідно до наведеної схеми машина для глибокого обробітку ґрунту працює наступним чином. Перед початком роботи встановлюється необхідні глибина обробітку шляхом вертикального переміщення опорних коліс 14 гвинтовим механізмом 15. Після заведення машини для обробітку ґрунту на початок ділянки механізм навіски енергетичного засобу (на рисунках не показано) переводять у положення примусового опускання для початкового заглиблення у ґрунт зубів 8. Після цього механізм навіски переводять у плаваюче положення та здійснюють рух вздовж загінки.

Далі завдяки прикладеному тяговому зусиллю енергетичного засобу через механізм навішування 12, раму 1 та підшипникові опори 2 до осі 4 ротора відбувається плоский рух дисків 5. Обертання дисків 5 забезпечується парою сил, які спричинені заглибленням у ґрунт та виглибленням із ґрунту зубів 8 розташованих відповідно з правої та лівої сторони від вертикальної осі дисків 5. Зуби 8 у момент заглиблення в ґрунт нижньою частиною 9 прорізають у ґрунті отвір, а вирізаний ґрунт заповнює порожнину середньої частини 10 зубів 8. Максимальна глибина прорізання отвору (глибина обробітку) забезпечується у положенні зуба 8 за якого центр осі шарніра 7 даного зуба співпадає із вертикальним положенням осі диска 5 на якому він встановлений. Заглиблення зуба 8 у ґрунт шляхом проколювання відбувається із постійною швидкістю завдяки тому, що вісь зуба 8 має форму циклоїди. Під час виглиблення із ґрунту зуб 8 задньою частиною здійснює деформацію ґрунту знизу вгору та розпушення поверхневого шару навколо виконаного отвору. Після виглиблення із ґрунту зуби 8 опираються верхньою частиною 11 на упори 6 та здійснюють обертальний рух разом із диском у відносно його русі. Далі, коли зуб 8 досягнення положення у якому сила його ваги забезпечить створення моменту достатнього для обертання зуба відносно осі шарніра 7 за годинниковою стрілкою зуб 8 займе вертикальне положення необхідне для його заглиблення у ґрунт. Після цього процес руху зуба повториться за описаною схемою.

ґрунт, що заповнив внутрішню порожнину нижньої частини 9 та середньої частини 10 зуба 8 виноситься на поверхню ґрунту та певна його

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						<i>33</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

кількість випадає із порожнини одразу після виглиблення зуба 8. Остаточне очищення порожнини зуба 8 від ґрунту відбувається у момент його обертання відносно осі шарніра 7 за годинниковою стрілкою у вертикальне положення завдяки дії інерційних сил. Максимальна глибина обробітку ґрунту Н машиною обмежується лише довжиною зуба 8.

Таким чином, запропоноване технічне рішення машини для глибокого обробітку ґрунту забезпечує виконання у ґрунті отворів, які у подальшому під діє природніх процесів забезпечуватимуть зменшення щільності нижніх шарів ґрунту їх аерацію та руйнування плужної підшви. Винесений із отворів на поверхню ґрунт, а також розпушений у результаті виглиблення зубів поверхневий шар створюватиме необхідні умови для наступного посіву сільськогосподарських культур сівалкою Alfa 6 MINI-TILL.

2.4. Визначення кінематичних параметрів МТА глибокого розпушення ґрунту.

Для реалізації операції глибокого розпушення ґрунту важливим є питання організаційні моменти серед яких на першому етапі слід провести врахування геометричних параметрів поля. Зрозуміло, що для найбільш ефективною буде робота агрегату на полі великого розміру і правильної геометричної форми. Завдяки цьому забезпечується найвища продуктивністю та найменші витрати пального. Коли ж маємо клини та інші відхилення від розмірів то їх слід обробляти на завершальному етапі. Поле слід попередньо чи ненаявні там явні або приховані перешкоди, які можуть спричинити пошкодження робочих органів машини для глибокого обробітку ґрунту.

Якщо маємо поле великих розмірів то його слід розбивати на окремі заїнки. Мінімальну ширину заїнки визначаємо із необхідності здійснення розвороту за обраною схемою.

Стосовно випадку глибокого обробітку ґрунту обираємо гоновий спосіб руху і безпетлевий поворот з прямолінійною ділянкою. Оскільки у вихідних

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						34
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

даних зазначено площу у 300 га то є доцільність робити її на ділянки по 30 га, які приблизно відповідають змінній продуктивності агрегату. Далі кожну ділянку будемо розбивати на чотири загінки, що забезпечить раціональне використання знаряддя завдяки тому, що він одночасно обробляє першу та третю загінку, а потім другу та четверту (рис. 2.3).

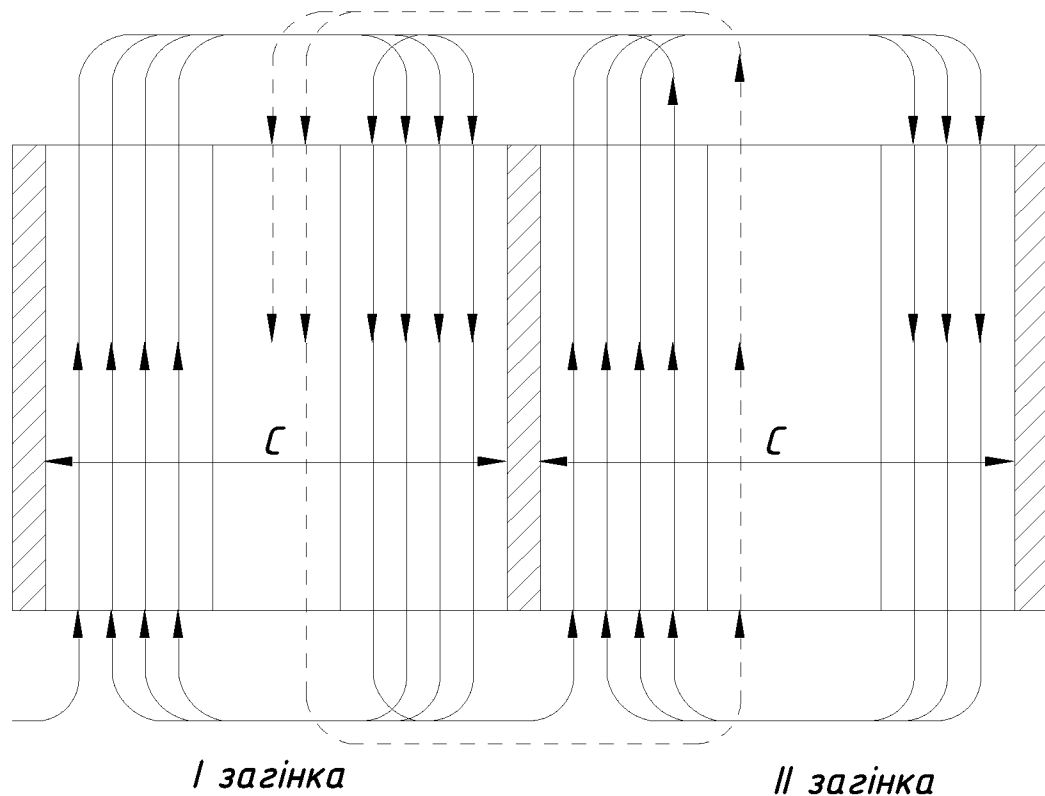


Рисунок 2.3 Схема організації кругового руху культиватора по полю із безпетлевим поворотом

Для організації якісної роботи агрегату визначимо ширину поворотної смуги, яка за безпетлевого повороту становить [13]

$$E = Y_n + e + 0.5 \cdot d_a, \quad (2.1)$$

де Y_n - ордината повороту, м;

e - довжина ділянки на якій наш агрегат заходить у поворот, м;

d_a - кінематична ширина знаряддя для глибокого обробітку ґрунту із трактором, $d_a = 4,0$ м.

Ординату розраховують:

$$Y_n = 1.1 \cdot R_\delta, \quad (2.2)$$

					<i>КАІ.МГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де R_δ - дійсний радіус за яким проходить поворот трактор у агрегаті із машиною, м.

Даний радіус становить

$$R_\delta = K_p \cdot R_K, \quad (2.3)$$

де R_K - конструктивний радіус повороту трактора MF 7726 з яким агрегується машина $R_K \approx 3,5 \text{ м}$;

K_p - коефіцієнт додаткового збільшення радіусу повороту за умов реальної роботи.

Такий коефіцієнт можна наближено встановити за формулою

$$K_p = 1 + B_p \cdot V_p, \quad (2.4)$$

де $V_p = 12 / 3,6 = 3,33 \text{ м / с}$ - робоча швидкість руху агрегату;

B_p - коефіцієнт швидкості, при $V_p = 3,33 \text{ м / с}$ $B_p = 0,18 \text{ с / м}$.

Тому

$$K_p = 1 + 0,18 \cdot 3,33 = 1,6,$$

$$R_\delta = 1,6 \cdot 3,5 = 5,6 \text{ м},$$

$$Y_n = 1,1 \cdot 5,6 = 6,16 \text{ м}.$$

Шлях який проходить агрегат під час входу у поворот становить:

$$e = 0,5 \cdot l_a, \quad (2.5)$$

де $l_a = 7,2 \text{ м}$ - кінематична довжина агрегату.

Тоді

$$e = 0,5 \cdot 7,2 = 3,6 \text{ м}$$

За таких параметрів поворотна смуга матиме ширину

$$E = 6,16 + 3,6 + 0,5 \cdot 4,0 = 11,76 \text{ м}$$

Встановлюємо ширину поворотної смуги у кількості проходів агрегату

$$N = \frac{E}{B} = \frac{11,76}{4} = 2,94$$

Заокруглюємо заокруглюємо до цілого числа та отримуємо 3 проходи. За таких умов ширина поворотної смуги становитиме 12 м.

					КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1. Визначення тягового зусилля розроблюваної машини для глибокого розпушення ґрунту.

Згідно із наведеною на рис. 2.2 робочий орган розроблюваної машини здійснює плоский рух, який являє собою сукупність неперервних обертань навколо миттєвого центра швидкостей. Аналогічно до плоского руху веденого приводного колеса обертанню ротора чинить опір пара сил яка спричинена опором заглиблення робочих органів та їх виглиблення. Обертання ротора забезпечується прикладеним до його осі тяговим зусиллям від енергетичного засобу (трактора). Для розрахунку необхідного тягового зусилля для виконання обробітку на визначену глибину розглянемо розрахункову схему наведену на рис. 3.1.

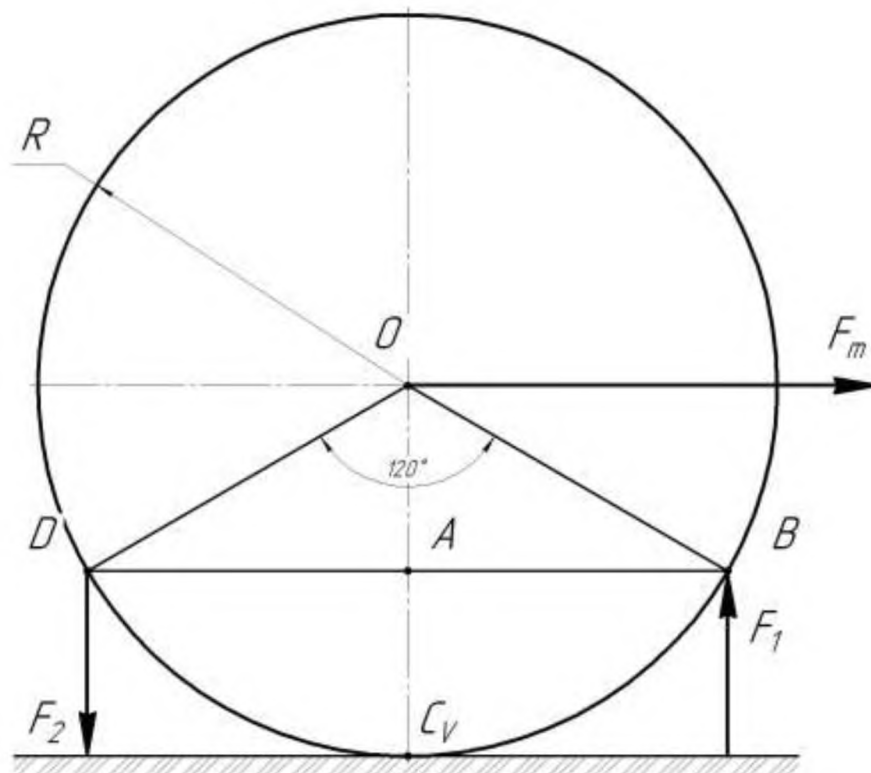


Рисунок 3.1 Схема дії сил на ротор у його плоскому русі

На основі наведеної схеми запишемо умову рівноваги моментів сил відносно миттєвого центра швидкостей C_v

					КАІ.МГР.00.00.00.0000.ПЗ.	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum_{i=1}^n M_{C_V}(F_i) = F_m \cdot OC_V - F_1 \cdot AB - F_2 \cdot DA = 0, \quad (3.1)$$

де F_m - тягове зусилля трактора необхідне для переборення опору від роботи одного диска знаряддя, Н;

OC_V - плече моменту сили F_m відносно точки C_V , м;

F_1 - сила опору проникненню робочого органу у ґрунт, Н;

AB - плече моменту сили F_1 відносно точки C_V , м;

F_2 - сила опору вийманню робочого органу з ґрунту, Н;

DA - плече моменту сили F_2 відносно точки C_V , м;

Із рис. 2.1 видно, що $AB = DA$. Із прямокутного $\triangle OAB$ можна записати

$$\cos \angle OBA = \frac{AB}{OB}. \quad (3.2)$$

Оскільки $OB = R$, а $\angle OBA = 30^\circ$ то отримаємо

$$AB = DA = R \cdot \cos 30^\circ, \quad (3.3)$$

Дослідження показують, що твердість ґрунт (опір проникненню конуса деформатора) може досягати $P_{ep} = 40$ кг/см², що у одиницях СІ складає $P_{ep} = 3923$ кПа. Для проектного розрахунку обираємо діаметр робочого органу рівний 20 мм. У такому випадку площа ґрунту, що деформується таким робочим органом складатиме

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 0.02^2}{4} = 3.14 \times 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Тому зусилля опору проникненню робочого органу складе

$$F_1 = S \times P_{ep} = 3,14 \times 10^{-4} \times 3923 \times 10^3 = 1231,8 \text{ Н.}$$

Дослідження зусилля опору вийманню робочого органу з ґрунту не проводились тому для проектного розрахунку прийmemo, що дане зусилля складає 50 % від зусилля опору проникнення робочого органу. Тому

$$F_2 = 0,5 \times F_1 = 0,5 \times 1231,8 = 615,9 \text{ Н.}$$

Зважаючи, що $OC_V = R$ отримаємо

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_m = \frac{1231,8 \cdot R \cdot \cos 30^0 + 615,9 \cdot R \cdot \cos 30^0}{R} = 1600 \text{ Н.}$$

Для проектного розрахунку прийmemo віддаль між дисками $b = 0,3 \text{ м}$. У такому випадку для вказаної у вихідних даних ширини захвату машини $B = 4 \text{ м}$ кількість дисків складе

$$n = \frac{B}{b} = \frac{4}{0,3} = 13,3 \text{ шт.}$$

Отримане значення заокруглюємо у більшу сторону до цілого числа, а тому $n = 14 \text{ шт}$. У такому випадку сумарний тяговий опір проектованої машини для глибокого розпушення ґрунту складе

$$F_{m\Sigma} = F_m \cdot n = 1600 \cdot 14 = 22400 \text{ Н}$$

За швидкості виконання операції у 12 км/год або $3,3 \text{ м/с}$ затрати потужності складуть

$$N = F_{m\Sigma} \cdot v_m = 22400 \cdot 3,3 = 73920 \text{ кВт}$$

Оскільки для виконання даної операції буде використано трактор МГ 7726 із потужністю двигуна у 240 к.с. або 170 кВт то даний трактор має достатній запас потужності для виконання такої операції.

3.2. Розрахунок конструктивних параметрів машини для глибокого обробітку ґрунту

Оскільки розташування шарів ґрунту із твердістю, що перевищує допустимі межі знаходиться як правило на глибині $20\text{-}40 \text{ см}$ та і розроблятимемо машину для обробітку на максимальну глибину у 40 см . У такому випадку довжина робочого органу такої машини з урахуванням зазору між диском та поверхнею поля, а також шарнірного кріплення складатиме 50 см .

Для забезпечення повного виглиблення робочого органу із ґрунту при куті повороту шарнірного його кріплення на кут $\leq 90^0$ від крайнього нижнього положення прийmemo загальний діаметр диска рівним 100 см .

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						39
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для спрощення розрахунку розглянемо робочий орган із радіусом кривизни рівним нескінченності. Встановлення геометричних розмірів перерізу робочого органу здійснимо на основі умови стійкості стиснутого шарнірно закріпленого стержня. Розрахункову схему, що відповідає закріпленню робочого органу проектованого знаряддя на початку його заглиблення у ґрунту наведена на рис. 3.2.

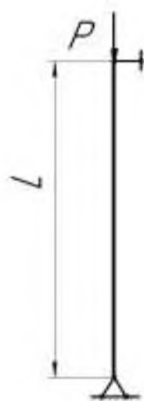


Рисунок 3.2 Схема навантаження робочого органу (зуба)

Для виготовлення зуба обираємо Ст3. Стискаюче навантаження рівне силі опору проникненню робочого органу тому $P = F_1 = 1231,8$ Н. Як уже зазначалось поперечний переріз зуба має форму сектора кільця. При цьому зовнішній діаметр нами був прийнятий рівним $d = 0,02$ м. Для розрахунку геометричних характеристик перерізу скористаємось схемою наведеною на рис. 3.3.

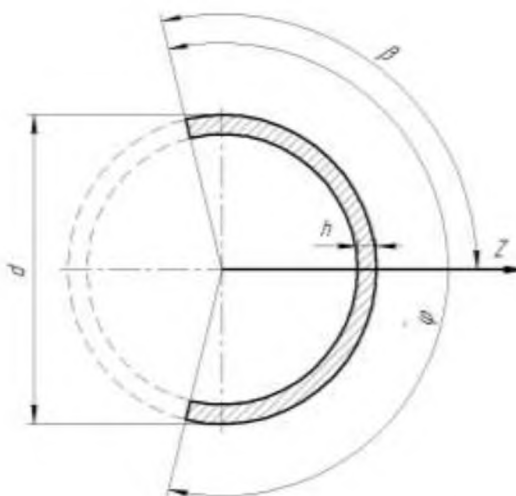


Рисунок 3.3 Схема до розрахунку геометричних характеристик перерізу зуба

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площу поперечного перерізу встановимо за формулою для сектора круга

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\varphi}{2 \cdot \pi} - \frac{\pi \cdot (d-h)^2}{4} \cdot \frac{\varphi}{2 \cdot \pi} = \frac{\varphi}{8} \cdot (2hd - h^2). \quad (3.4)$$

де φ - центральний кут кільця сектора перерізу зуба, радіани;

h - товщина стінки трубчастого пальця, м.

Для визначення моменту інерції скористаємось відомою формулою для моменту інерції сектора круга [14]

$$J_z = \frac{d^4}{128} \cdot \left[(\beta - \alpha) - \frac{\sin 2\beta - \sin 2\alpha}{2} \right], \quad (3.5)$$

де α - кут від осі Z до початку сектора круга, який для розглядуваного випадку $\alpha = 0$;

β - кут від осі Z до кінця сектора круга, який для розглядуваного випадку

$$\beta = \frac{\varphi}{2}, \text{ радіан.}$$

Для розрахунку моменту інерції сектора кільця вважатимемо, що визначаємо момент інерції сектора круга із центральним отвором діаметром кільця $d - h$. Тоді отримаємо

$$J_z = \frac{d^4}{128} \cdot \left[\frac{\varphi}{2} - \frac{\sin \varphi}{2} \right] - \frac{(d-h)^4}{128} \cdot \left[\frac{\varphi}{2} - \frac{\sin \varphi}{2} \right] = \frac{(\varphi - \sin \varphi)}{256} \cdot (d^4 - (d-h)^4). \quad (3.6)$$

Тоді на основі (3.4) та (3.6) отримаємо формулу для радіусу інерції перерізу

$$i = \sqrt{\frac{J_z}{F}} = \sqrt{\frac{(\varphi - \sin \varphi) \cdot (d^4 - (d-h)^4)}{32 \cdot \varphi \cdot (2hd - h^2)}}, \quad (3.7)$$

Для розглядуваної схеми закріплення стержня зведена довжина складе,

$$l_{36} = \nu \cdot L = L, \quad (3.8)$$

де ν - коефіцієнт зведення довжини, який для розглядуваного випадку $\nu = 1$ [14];

L - довжина робочого органу (зуба), м.

Тоді гнучкість робочого органу (зуба) становитиме

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda = \frac{l_{36}}{i} = \sqrt{\frac{L^2 \cdot (\varphi - \sin \varphi) \cdot (d^4 - (d-h)^4)}{32 \cdot \varphi \cdot (2hd - h^2)}}. \quad (3.9)$$

У першій спробі товщину стінки прийемо $h = 0,004$ м, а центральний кут кільця сектора перерізу зуба $\varphi = 200^\circ$, що у радіанах складе $\varphi = \frac{\pi \cdot 200}{180} = 1,1$ радіан. Врахувавши обрані значення $L = 0,5$ м та $d = 0,02$ м отримаємо

$$\lambda = \sqrt{\frac{0,5^2 \cdot (1,1 - \sin 1,1) \cdot (0,02^4 - (0,02 - 0,004)^4)}{32 \cdot 1,1 \cdot (2 \cdot 0,004 \cdot 0,02 - 0,004^2)}} = 0,001.$$

За отриманим значенням гнучкості обираємо коефіцієнт зменшення основного допустимого напруження 0,99 [14].

Тоді

$$[\sigma_{cm}] = \varphi \cdot [\sigma_-] = 0,99 \cdot 160 = 158,4 \text{ МПа}. \quad (3.10)$$

де $[\sigma_-] = 160$ МПа – основне допустиме напруження на стиск матеріалу зуба (робочого органу).

$$\sigma = \frac{P}{S} = \frac{P}{\frac{\varphi}{8} \cdot (2hd - h^2)} = \frac{1231,8}{\frac{1,1}{8} \cdot (2 \cdot 0,004 \cdot 0,02 - 0,004^2)} = 62 \text{ МПа}$$

Оскільки $\sigma = 62 \text{ МПа} < 158,4 \text{ МПа}$ то за обраних конструктивних параметрів зуба його стійкість забезпечена.

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1. Аналіз умов праці під час обробітку ґрунту.

Обробіток ґрунту є важливою складовою сільськогосподарського виробництва, яка впливає на якість вирощуваних культур і врожайність. Однак цей процес супроводжується низкою фізичних, хімічних і біологічних факторів, що визначають умови праці робітників, зайнятих у цій сфері. Робота з обробітку ґрунту включає механізовані й ручні процеси, які відбуваються у відкритих польових умовах. Основні фізичні фактори, що впливають на працівників, включають температурний режим, при якому влітку можливий перегрів, тоді як восени та навесні - охолодження організму. Пилові навантаження виникають у процесі оранки, культивування або дискування, що може спричинити захворювання дихальних шляхів. Робота тракторів, плугів, культиваторів супроводжується високим рівнем шуму (до 85–100 дБ), що впливає на слуховий апарат працівників. Механізатори, які працюють на сільськогосподарській техніці, зазнають тривалої дії вібрації, що може призводити до захворювань опорно-рухового апарату.

Обробіток ґрунту інколи передбачає внесення добрив та засобів захисту рослин, що впливають на здоров'я працівників. Контакт із пестицидами та гербіцидами може спричинити отруєння, алергічні реакції, ураження шкіри та дихальних шляхів. Використання мінеральних добрив може спричинити подразнення шкіри, а також шкідливо впливати на органи дихання. Робота тракторів та іншої техніки супроводжується викидом оксидів азоту, вуглецю та сірки, що можуть мати токсичний вплив на організм. При роботі на полях працівники контактують із рослинами, ґрунтовими бактеріями та шкідниками. У ґрунті містяться бактерії, грибки, які можуть викликати алергічні реакції чи інфекційні захворювання. При роботі на полях можливий контакт з комахами (кліщами, комарами), які можуть бути переносниками захворювань.

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						43
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Робота з обробітку ґрунту потребує значних фізичних зусиль і витривалості. Тривале перебування в одному положенні, необхідність контролювати техніку та концентрація уваги створюють підвищене нервово напруження. Крім того, одноманітність рухів і робочий ритм можуть викликати втому та зниження працездатності.

Обробіток ґрунту є важливим, але водночас складним і небезпечним процесом, що впливає на здоров'я працівників. Дотримання правил безпеки, використання сучасної техніки та засобів індивідуального захисту дозволить значно покращити умови праці та зменшити ризики для здоров'я. Важливою складовою є проведення профілактичних медичних оглядів і навчання персоналу щодо безпечного виконання робіт.

4.2. Організаційні заходи із забезпечення безпечних умов праці під час глибокого розпушення ґрунту.

Організаційні заходи із забезпечення безпечних умов праці під час обробітку ґрунту передбачають комплекс дій, спрямованих на мінімізацію впливу небезпечних виробничих факторів і створення комфортних умов для працівників. Основною вимогою є дотримання норм охорони праці, що включає розробку і впровадження інструкцій для працівників, проведення інструктажів і навчальних програм з техніки безпеки. Обов'язковою умовою є регулярне проходження медичних оглядів, що дозволяє виявити можливі професійні захворювання на ранніх стадіях і запобігти їхньому розвитку. Організація робочого процесу повинна враховувати оптимальний режим праці та відпочинку, що допомагає знизити навантаження на організм і запобігти перевтомі.

Одним із ключових заходів є оснащення працівників засобами індивідуального захисту, такими як спецодяг, рукавиці, респіратори, захисні окуляри та взуття. Особлива увага приділяється вибору якісних матеріалів, що забезпечують комфорт та ефективний захист. Організація роботи передбачає

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						44
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

забезпечення працівників питною водою, облаштування місць для відпочинку та укриттів від несприятливих погодних умов. Для зменшення ризиків, пов'язаних із використанням сільськогосподарської техніки, проводиться регулярний технічний огляд тракторів, плугів, культиваторів та іншого обладнання. Важливим аспектом є автоматизація процесів та впровадження сучасних технологій, що дозволяють скоротити фізичне навантаження на працівників.

Забезпечення безпеки передбачає контроль за рівнем шуму та вібрації, що здійснюється через використання гасників шуму, амортизаційних сидінь і спеціальних платформ. Вплив хімічних факторів зменшується за рахунок дотримання правил зберігання та використання агрохімікатів, організації місць для їх розведення та змішування у відповідності до санітарних норм. Контроль за станом повітряного середовища та рівнем забруднення дозволяє своєчасно виявляти небезпечні концентрації шкідливих речовин та вживати необхідні заходи.

Важливим організаційним заходом є планування роботи з урахуванням погодних умов. У періоди сильної спеки або високої вологості необхідно коригувати графік, уникати виконання важких фізичних робіт у пікові години температурних навантажень. При підвищеній сонячній активності рекомендується використовувати головні убори та сонцезахисні креми для запобігання перегріву та опікам. Робота в умовах низьких температур потребує застосування утепленого одягу та обмеження часу перебування на холоді.

Запобігання травматизму під час роботи з технікою включає встановлення попереджувальних знаків, проведення навчання з безпечного управління машинами, а також контроль за дотриманням правил експлуатації. Усі робочі зони повинні бути облаштовані належним освітленням, особливо у випадках роботи в темний час доби або при недостатньому природному освітленні. Для мінімізації ризиків нещасних випадків необхідно встановлювати бар'єрні огороження та використовувати сигнальні системи для попередження про рух техніки.

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						45
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Організаційні заходи також включають впровадження програм колективного захисту, які передбачають страхування працівників, створення резерву засобів першої медичної допомоги, наявність аптечок у робочих зонах та розміщення інструкцій з надання невідкладної допомоги. Розвиток культури безпеки праці, формування відповідального ставлення до виконання робіт і систематичне підвищення рівня знань працівників є важливими факторами у створенні безпечного виробничого середовища. Дотримання організаційних заходів не лише сприяє збереженню здоров'я працівників, а й підвищує ефективність роботи та загальну продуктивність сільськогосподарського виробництва.

4.3. Заходи по охороні навколишнього середовища

Заходи з охорони навколишнього середовища під час обробітку ґрунту є важливою складовою сучасного сільського господарства. Заходи з охорони навколишнього середовища під час обробітку ґрунту спрямовані на збереження природних ресурсів, зменшення негативного впливу сільськогосподарської діяльності на екосистеми та підтримку сталого розвитку аграрного сектору. Одним із головних завдань є раціональне використання ґрунту, що передбачає мінімізацію ерозійних процесів шляхом впровадження ґрунтозахисних технологій, таких як мінімальний або нульовий обробіток. Використання сівозмін дозволяє підтримувати родючість ґрунту та запобігати його виснаженню. Застосування органічних добрив і сидератів сприяє збереженню природної структури ґрунту та підвищенню його біологічної активності.

Зменшення негативного впливу агрохімікатів є важливим аспектом охорони довкілля. Використання екологічно безпечних засобів захисту рослин, точкове внесення пестицидів та обмеження застосування хімічних препаратів дозволяє знизити рівень забруднення ґрунту і водних ресурсів. Важливим є контроль за зберіганням та транспортуванням агрохімікатів, що запобігає їх потраплянню в навколишнє середовище. Застосування біологічних методів

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						46
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

боротьби зі шкідниками, таких як залучення природних ворогів комах або використання біопрепаратів, зменшує негативний вплив на екосистеми.

Охорона водних ресурсів передбачає обмеження стоку добрив та хімікатів у водойми шляхом створення захисних лісосмуг, буферних зон та використання технологій точного землеробства. Раціональне використання води при зрошенні, впровадження крапельного поливу та інших водозберігаючих методів сприяє зменшенню водовитрат та збереженню водних екосистем. Важливою складовою є запобігання забрудненню повітря, що досягається шляхом скорочення викидів від сільськогосподарської техніки, використання енергоефективних методів обробітку ґрунту та перехід на альтернативні джерела енергії. Реалізація комплексних заходів дозволяє мінімізувати негативний вплив сільського господарства на довкілля та сприяє збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь.

					<i>КАІ.МГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						<i>47</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

Ріпак, як рослина із стрижневою кореневою системою має можливість використовувати вологу, що знаходиться нижче орного шару ґрунту при умові, що твердість ґрунту в цих шарах є оптимальною для проникнення туди кореневої системи. Для створення цієї оптимальної твердості шарів ґрунту, що знаходяться нижче орного шару, потрібно провести їх розпушення.

Для цього виробниками сільськогосподарської техніки розроблена широка гамма глибокорозпушувачів із робочим органом у вигляді лап. Такі машини здійснюють суцільне розпушення підорних шарів на постійну глибину та характеризуються високими енергетичним затратами на одиницю обробленої площі. Також дослідженнями встановлено, що глибина залягання плужної підшви коливається у широких межах. А описані машини здійснюють обробіток одразу за максимальним значенням глибини розташування плужної підшви на усьому полі.

Тому у даній кваліфікаційній роботі запропоновано технічне забезпечення вирощування ріпаку яке передбачає використання високопродуктивної вітчизняної та закордонної техніки, а також нами пропонується машина для глибокого розпушення ґрунту шляхом його проколювання трубчастим робочим органом. Завдяки цьому утворюватимуться проміжки для проникнення стрижневого кореня ріпаку у нижні горизонти ґрунту, повніша реалізація сортового потенціалу рослин за одночасної економії енергоресурсів на процес обробітку ґрунту. Проведений нами аналізу біологічних характеристик ріпаку, характеристики та особливості будови машин для його вирощування, а також розрахунки параметрів дозволив стверджувати таке:

1. Важливим елементом технології вирощування ріпаку є розпушення підорного шару яке доцільно проводити із використанням глибокорозпушувачів.

2. Для виконання операції глибокого розпушення доцільно розробити машину, яка здатна проводити обробіток на змінну глибину.

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						48
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3. Для глибокого розпушення ґрунту доцільно використовувати трубчастий робочий орган, який забезпечує вирізання у ґрунті циліндричних отворів визначеної глибини та діаметру, а також винесення ґрунту на поверхню поля.

4. Раціональними параметрами робочого органу (зуба) є довжина 500 мм, зовнішній діаметр 20 мм та товщина стінки 4 мм.

					<i>КАІ.МГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	Арк.
						49
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – Львів: НВФ Українські технології, 2002. – 800 с.
2. Дегодюк Е.Г. та ін. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. - К.: Урожай, 1992. - 317 с.
3. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. - К.: Аграрна освіта, 2001. - 591 с.
4. Дудченко І.В., Шевчук М.Й. Технології вирощування екологічно чистих видів рослинницької продукції з основами землеробства. Методичний посібник для фермерів та сільських землевласників. - Луцьк: Надстир'я, 1995. - 265 с.
5. Компактна дискова борона KRONOS 4 з ножовими катками. <https://www.velesagro.com/products/compact-disc-harrows/221/> (дата звернення 2.04.2025).
6. Плуг оборотний навісний PON 4–40+ з передплужником. <https://www.velesagro.com/products/ploughs-oborotnyje-otvalnyje/242/> (дата звернення 2.04.2025).
7. Передпосівний комбінований АГРЕГАТ FORWARD 6 <https://www.velesagro.com/products/seedbed-units/216/> (дата звернення 2.04.2025).
8. Alfa-6 mini-till <https://elvorti.com/catalog/seyalka/alfa-6.html?lang=ua> (дата звернення 2.04.2025)
9. Опрыскувач Tetis <https://elvorti.com/catalog/obpryskuvachi/tetis.html?lang=ua> (дата звернення 2.04.2025).
10. Розкидач мінеральних добрив РМД-1000. https://ua.orehovselmash.com/razbrasyvatel-mineralnykh-udobreniy-rmd-1000_22-c.html (дата звернення 2.04.2025).

					КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Higher threshing performance. Cutterbars for grain and rapeseed. <https://www.claas.com/en-be/agricultural-machinery/combine-harvesters/vario> (дата звернення 2.04.2025).

12. Born to Farm. <https://www.masseyferguson.com/en/product/tractors/mf-7700-s.html> (дата звернення 2.04.2025).

13. Діденко М. К. Експлуатація машинно-тракторного парку. Київ : Вища школа, 1983. 456 с.

14. Писаренко Г.С. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Є.С. Уманський. – К. : Вища шк., 2004. – 655 с

15. Керб Л.П. Основи охорони праці: Навч. посібник/ Л.П. Керб. – К.: КНЕУ, 2003. – 215.

16. Березуцький В.В. Основи охорони праці: Навч. посіб. / В.В. Безруцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін. // За заг. ред. В.В. Безруцького. – 2-ге вид., перероб. І доп. – Х.: Факт, 2007. – 480с.

					<i>КАІМГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
						51
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ДОДАТКИ

					<i>КАІ.МГР.00.00.00.0000.ПЗ.</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>52</i>

№ з/п	№ з/п	№ з/п	Позначення	Назва	Кіт.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			КАІМГР.17.00.0000	Ротор	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
	1		КАІМГР.01010000	Диск	14	
				<u>Деталі</u>		
	2		КАІМГР.0100.0001	Кришка корпусу	2	
	3		КАІМГР.0100.0002	Опора	1	
	4		КАІМГР.0100.0003	Втулка	1	
	5		КАІМГР.0100.0004	Підвісь ліва	1	
	6		КАІМГР.0100.0005	Підвісь права	1	
	7		КАІМГР.0100.0006	Корпус підшипника	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Шпilent ГОСТ397-79		
	8			8x160	2	
				Шайба ГОСТ 11371-78		
	9			14.02.ВСтЗ	8	
				Болти ГОСТ7798-70		
	10			M8-8dх15	8	
	11			M14-8dх40	4	
	12			M16-8dх120	4	

КАІМГР.0100.0000. СК

№ з/п	№ з/п	№ з/п	№ з/п
Розроб.	Віривич		
Перев.	Сіва		
Нормув.	Вірюк		
Зам.	Сіва		

Ротор

Лист	Листів	Листів
1	1	1

ЛНТУ, каф. АІ в. проф.
Г.А. Хайлика, зр. АІ-41

