Центральноукраїнський національний технічний університет
Міністерство освіти і науки України
Агротехнічний факультет
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
«___» _____2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за ступенем вищої освіти «Бакалавр»

на тему:

«Механізація вирощування пшениці з удосконаленням ґрунторозпушувача»

Виконав студент IV курсу групи АІ-22-1
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Анатолій БАЗАНОВ
«____»_____2026 р.
Керівник проекту
професор, кандидат технічних наук
_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
«_____» _____2026 р.
Рецензент _____Р.А. Осін

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет: Агротехнічний

Кафедра: Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти: Бакалавр

Галузь знань: Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина

Освітньо-професійна програма: агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____ 2026 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

АНАТОЛІЙ БАЗАНОВ

1. Тема роботи: «**Механізація вирощування пшениці з удосконаленням грунторозпушувача**»

2. Керівник роботи: Васильковський О.М., к.т.н., професор

3. Строк подання студентом роботи до захисту: 15.06.2026 року

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту): обґрунтування удосконалення технології вирощування пшениці та підвищення ефективності основного обробітку ґрунту

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	01.06.2026	
2	Графічна частина	07.06.2026	
3	Перевірка роботи на доброчесність	10.06.2023	
4	Захист роботи	до 30.06.2026	

Дата видачі завдання

«10» березня 2026 р.

Підпис керівника _____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

Завдання прийнято до виконання

«10» березня 2026 р.

Підпис здобувача _____ Анатолій БАЗАНОВ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
А4				Пояснювальна записка	1	
				Документація по		
				технологічній частині		
А1			ДР 00.001 ТЧ	Карта операційно-технологічна	1	
				Документація по		
				інженерній частині		
*			ДР 00.001 С2	Грунторозпушувач ГРН-1,6		* Формат: А2х4
					1	
А1			ДР 00.010 СБ	Заорювач	1	
				Деталі		
А2			ДР 00.010.401	Диск	1	

					ДП 00.000 ВП		
Зм.	Арк.	№ докум .	Підп.	Дата			
Розроб.		Базанов			Відомість роботи	Літера	Аркуш 4 / Аркушів 1
Перевір.		Васильковський					
Н.контр.		Артеменко				ЦНТУ, гр. АІ-22	
Затв.		Васильковський					

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі виконано огляд і аналіз наявних технологій вирощування пшениці, за результатами якого обґрунтовано напрями їх удосконалення.

На основі проведених розрахунків розроблено операційно-технологічну карту основного обробітку ґрунту, у якій традиційну полицеву оранку замінено пошаровим безполицевим розпушуванням. Визначені основні показники цієї операції наведено у графічній частині роботи.

В інженерному розділі обґрунтовано основні параметри ґрунторозпушувача, а запропоноване конструктивне вдосконалення цього знаряддя відображено у графічній частині роботи.

Ключові слова: технологія, пшениця, технологічна карта, удосконалення, ґрунторозпушувач.

ABSTRACT

This thesis provides a review and analysis of existing wheat cultivation technologies, the results of which have been used to identify areas for their improvement.

Based on the calculations carried out, an operational and technological chart for primary soil cultivation has been developed, in which traditional ploughing with furrows has been replaced by layer-by-layer non-furrow loosening. The key parameters of this operation are presented in the graphical section of the thesis.

In the engineering section, the main parameters of the soil loosener are substantiated, and the proposed design improvements to this implement are illustrated in the graphical section of the work.

Keywords: technology, wheat, technological map, improvement, soil loosener.

ЗМІСТ

1. Вступ 6
2. Аналіз типової технології вирощування озимої пшениці 7
3. Операційна технологія основного обробітку ґрунту 13
4. Інженерна частина 24
5. Охорона праці 38
6. Висновки 40

Список використаної літератури 42

Додатки 45

1. ВСТУП

Вирощування пшениці охоплює всі регіони України, відіграючи стратегічну роль у гарантуванні продовольчої безпеки та формуванні експортного потенціалу. Зерно є базовим елементом раціону населення, а також виступає важливою сировиною для тваринницької галузі та харчової індустрії. Ключовим завданням при вирощуванні пшениці є нарощування валових зборів якісного зерна за одночасного зниження собівартості. На наше переконання, реалізувати це можна через оптимізацію агротехнологічних циклів та залучення інноваційної техніки для механізації робіт. Вибір конкретної стратегії базується на моніторингу сучасних методів господарювання, оцінці наявної матеріально-технічної бази та фінансових ресурсів агропідприємства для оновлення парку машин.

Аналіз стандартної методики вирощування озимини виявив потенціал для її модернізації. Зокрема, базовий етап підготовки ґрунту зазвичай реалізується плугом ПЛН-5-35, що виконує оранку з обертанням пласта для заробки пожнивних решток і добрив. Оскільки цей агрегат працює з тракторами 3-го тягового класу (часто на граничній потужності) при ширині захвату лише 1,75 м, це спричиняє значні витрати енергоресурсів.

Ми вважаємо, що доцільно перейти до безполицевого пошарового обробітку, використовуючи глибокорозрихлювач ГРН-1,6. За аналогічних показників роботи – продуктивності, глибини, ширини, він ефективно працює з менш потужними тракторами. При цьому функцію заробки органіки та добрив варто покласти на дисковий робочий орган, інтегрований безпосередньо в конструкцію ґрунтообробного агрегату.

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ

Технологія вирощування пшениці має відмінності, залежно від терміну посіву. Розглянемо найбільш поширеної технології в Україні – вирощування озимої пшениці.

1. Лущення стерні

Призначення. Подрібнення й загортання післяжнивних решток, провокування проростання насіння бур'янів і падалиці, збереження вологи в ґрунті та полегшення подальшого основного обробітку.

Агровимоги. Глибина обробітку 6–10 см, рівномірна за всією шириною захвату; відхилення глибини не більше ±1–2 см; повне підрізання бур'янів; гребенистість поверхні мінімальна; огріхи й пропуски не допускаються.

Склад агрегату. Трактор класу 1,4–3 з дисковою або лемішною лущильною бороною (наприклад, дискова борона у зчепі з трактором тягового класу 2–3).

Основні показники. Робоча швидкість 8–10 км/год; продуктивність за зміну 25–45 га залежно від ширини захвату; спосіб руху – човниковий.

Строки виконання. Одразу або протягом 1–3 днів після збирання попередника (липень – початок серпня).

2. Внесення основного добрива

Призначення. Створення запасу поживних речовин у кореневмісному шарі ґрунту, передусім фосфорних і калійних, частково азотних добрив під основний обробіток.

Агровимоги. Рівномірність розподілу по поверхні з відхиленням не більше ±10–15 %; внесення розрахованих доз відповідно до картограми поживності ґрунту й планованої врожайності; відсутність огріхів і перекриттів понад норму.

Склад агрегату. Трактор класу 1,4 з начіпним або причіпним розкидачем мінеральних добрив.

Основні показники. Робоча швидкість 8–12 км/год; ширина розкидання 12–24 м; продуктивність 30–60 га за зміну.

Строки виконання. Перед основним обробітком ґрунту (серпень).

3. Основний обробіток ґрунту (оранка)

Призначення. Створення розпушеного кореневмісного шару, загортання добрив і решток, накопичення вологи, знищення бур'янів і поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту.

Агровимоги. Глибина 20–25 см; рівномірність глибини ±2 см; повне підрізання бур'янів; добре кришення без брил і нерозораних звальних гребенів; збереження стерньової мульчі на поверхні за безполицевого варіанта.

Склад агрегату. Трактор класу 3–5 з класичним (ПЛН-5-35) або обертовим плугом.

Основні показники. Робоча швидкість 7–9 км/год; продуктивність 10–20 га за зміну; спосіб руху – човниковий або загінний.

Строки виконання. Серпень – за 25–30 діб до сівби, щоб ґрунт устиг осісти.

4. Передпосівний обробіток ґрунту

Призначення. Вирівнювання поверхні, дрібногрудочкувате розпушування верхнього шару на глибину загортання насіння, знищення сходів бур'янів і створення ущільненого посівного ложа.

Агровимоги. Глибина 4–6 см (на рівні глибини загортання насіння); рівномірне кришення з переважанням грудочок 1–3 см; вирівняна поверхня з висотою гребенів до 2–3 см; повне підрізання бур'янів.

Склад агрегату. Трактор класу 1,4–3 з культиватором для суцільного обробітку або комбінованим передпосівним агрегатом.

Основні показники. Робоча швидкість 8–12 км/год; продуктивність 20–40 га за зміну.

Строки виконання. Безпосередньо перед сівбою (друга половина вересня).

5. Сівба

Призначення. Рівномірне розміщення насіння в ґрунті на заданій глибині із забезпеченням оптимальної густоти стояння рослин і дружних сходів.

Агровимоги. Глибина загортання 4–6 см, рівномірна за всіма сошниками; норма висіву 4,0–5,5 млн схожих насінин на гектар (180–250 кг/га залежно від сорту й строку); ширина міжрядь 12,5–15 см; відсутність огріхів, незасіяних смуг і подвійних висівів; пряволінійність рядків.

Склад агрегату. Трактор класу 1,4–3 із зерновою сівалкою (рядковою чи дисковою) або із посівним комплексом.

Основні показники. Робоча швидкість 6–9 км/год; продуктивність 15–35 га за зміну; спосіб руху – човниковий із дотриманням стикових міжрядь.

Строки виконання. Оптимальні строки сівби озимини для зони – третя декада вересня – перша декада жовтня.

6. Коткування (за потреби)

Призначення. Ущільнення верхнього шару ґрунту для поліпшення контакту насіння з ґрунтом і підняття вологи до насіння, особливо за сухого та брилистого посівного шару.

Агровимоги. Рівномірне ущільнення без утворення кірки; відсутність огріхів; поверхня вирівняна.

Склад агрегату. Трактор класу 1,4 з кільчасто-шпоровими або гладкими котками у зчепі.

Основні показники. Робоча швидкість 8–10 км/год; продуктивність 25–45 га за зміну.

Строки виконання. Слідом за сівбою або одночасно з нею (комбінованим агрегатом).

7. Догляд за посівами – весняне підживлення азотом

Призначення. Поповнення азотного живлення на початку весняної вегетації для відновлення росту, формування продуктивного стеблостою та підвищення врожайності й якості зерна.

Агровимоги. Рівномірність внесення ±10 %; дотримання розрахованих доз за результатами діагностики; внесення по мерзлоталому ґрунту або в фазу кущіння – виходу в трубку без механічного пошкодження рослин.

Склад агрегату. Трактор класу 1,4 з розкидачем мінеральних добрив (для прикореневого підживлення – із зерновою сівалкою з дисковими сошниками).

Основні показники. Робоча швидкість 8–12 км/год; продуктивність 30–55 га за зміну.

Строки виконання. Рання весна – відновлення вегетації (березень – квітень), за потреби дробно у фазі трубкування.

8. Захист посівів (хімічний обробіток від бур'янів, хвороб і шкідників)

Призначення. Знищення бур'янів, обмеження розвитку хвороб і шкідників для збереження потенціалу врожайності та якості зерна.

Агровимоги. Рівномірне покриття рослин робочим розчином; дотримання норм витрати робочої рідини (150–300 л/га) і доз препаратів; відсутність пропусків і перекриттів; обприскування за безвітряної погоди й оптимальної температури; дотримання фаз розвитку культури та регламентів застосування пестицидів.

Склад агрегату. Трактор класу 1,4–2 з начіпним або причіпним штанговим обприскувачем (або самохідний обприскувач).

Основні показники. Робоча швидкість 6–12 км/год; ширина захвату штанги 18–28 м; продуктивність 40–90 га за зміну.

Строки виконання. Гербіциди – у фазі кущіння (весна); фунгіциди й інсектициди – за порогом шкодочинності у фазах трубкування – колосіння (квітень – червень).

9. Збирання врожаю

Призначення. Скошування й обмолот хлібостою з виділенням чистого зерна, його накопиченням у бункері та подрібненням і розподілом соломи по полю.

Агровимоги. Збирання за вологості зерна 14–18 % (пряме комбайнування); загальні втрати зерна не більше 1–1,5 %; дроблення зерна до

2 %; чистота бункерного зерна не менше 95–97 %; рівномірне подрібнення й розподіл соломи; висота зрізу 12–20 см.

Склад агрегату. Самохідний зернозбиральний комбайн із жаткою відповідної ширини захвату.

Основні показники. Робоча швидкість 4–7 км/год; продуктивність 12–25 га за зміну залежно від урожайності й класу комбайна; спосіб руху – човниковий або загінний.

Строки виконання. Фаза повної стиглості зерна (липень), у стислі агростроки 7–10 діб для мінімізації втрат.

Оцінка базової схеми вирощування культури показала резерви для її раціоналізації. На етапі основної підготовки традиційний підхід базується на відвальному знарядді ПЛН-5-35, що здійснює розпушування з одночасним заробленням органіки, пожнивних залишків та бур'янів. Цей плуг працює з тракторами тягової категорії 3 т, проте малоефективна робоча ширина (1,75 м) призводить до перевитрати палива.

Ми вважаємо, що підвищити рентабельність виробництва дозволить впровадження безполицевого пошарового обробітку ріллі глибокорозрихлювачем моделі ГРН-1,6. За майже аналогічного захвату це знаряддя сумісне з енергозасобами класу 1,4–2 т. Одночасну заробку сидератів, бур'янів і туків у цьому варіанті пропонується покласти на дисковий робочий орган, комбінований із ґрунторозпушувачем.

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

Головна функція базової підготовки ріллі полягає у забезпеченні належної дисперсності ґрунтових фракцій, а також у якісному закладанні туків і стерньових залишків від культури-попередника.

Завдяки реалізації цієї процедури верхній гумусовий горизонт має досягати оптимального агрегатного стану з переважанням дрібних і середніх часток. Саме такий структурний розподіл твердої фази мінімізує непродуктивне випаровування вологи як з поверхневого шару грунту, так і з капілярів глибинних шарів, підтримуючи збалансовану аерацію. Суттєвим критерієм ефективності процесу є ретельне нівелювання поверхневих нерівностей, адже виражена гребенистість поля значно прискорює втрату накопичених водних запасів.

Безвідвальний спосіб обробітку орієнтовано на покращення умов життєдіяльності культурних рослин та мікроорганізмів, які знаходяться у грунті. Ця технологія дозволяє оптимізувати показники щільності, зволоження та агрохімічного фону, що стимулює розвиток корисної мікрофлори.

Робочий процес запропонованого багатофункціонального комплексу здійснюється за таким принципом. Під час руху площею плоскорізальні лапи покроково розпушують ґрунтовий масив у двох ярусах із граничним заглибленням до 22 см. Розташовані слідом дискові батареї здійснюють зароблення пожнивної біомаси, сидератів та органічних сполук у верхній частині профілю. Така схема обробітку забезпечує високу якість подрібнення пласта та запобігає появі підпідошвового ущільнення. Остаточне вирівнювання рельєфу й ущільнення поверхневої зони виконується шлейф-пристроями, закріпленими ззаду апарату.

Агротехнічні вимоги до знарядь для основного безполицевого обробітку ґрунту

Жорсткий контроль горизонту обробітку: у ході виконання робочого процесу максимальна похибка від встановленого рівня заглиблення лап має залишатися в межах 2 см. Динамічна стійкість: підтримання плавності ходу та стабільного просторового положення робочих елементів знаряддя під час силового контакту з ґрунтовим середовищем. Захист структурного складу ґрунту: створення сприятливої дрібнофракційної структури посівного шару для інтенсифікації повітрообміну та інфільтрації вологи; паралельно експлуатація комплексу не повинна стимулювати утворення пилоподібних частинок, схильних до дефляції. Ефективність ізоляції біомаси: досягнення стовідсоткового (повного) перекриття та загортання стерньових залишків разом із мінеральними добривами у ґрунтовий профіль. Стан поверхневого мікрорельєфу: гранична висота гребенів і глибина борозен, що утворюються після проходження машини, обмежена значенням 7 см. Повнота використання робочої ширини: величина відхилення реальної смуги обробітку від паспортних конструктивних розмірів агрегату має знаходитися в інтервалі 10%.

Обґрунтування вибору засобу агрегатування

За своєю схемою глибокорозрихлювач ГРН-1,6 належить до типу начіпних пристроїв, зміна положення яких з експлуатаційного у транспортувальне здійснюється за допомогою гідравлічного привода енергозасобу. Через це головним фактором при виборі базового трактора для створення цього рухомого комплексу виступають його тягові можливості та зчіпні параметри.

Зважаючи на чинні регламенти в агрономії, виконання вологозберігаючих ґрунтообробних робіт повинно відбуватися у межах швидкостей 6–10 км/год. Оптимальному значенню цього швидкісного режиму відповідає експлуатація енергозасобу МТЗ-80 на третій передачі, яка дозволяє підтримувати стабільний рух на позначці 7,25 км/год. Якщо

проводити зіставлення, то класичний комплекс для відвальної оранки, сформований на базі трактора Т-150К та плуга ПЛН-5-35, здійснює обертання пласта за середньої швидкості 6,75 км/год.

Подальша стадія розрахунків передбачає обчислення номінального тягового зусилля енергозасобу для обраного режиму роботи, враховуючи рельєфні особливості місцевості (зокрема, кут нахилу поля) та специфіку виробничого процесу:

$$P_{гак} = P_{н.гак} - G_{тр}i$$

де $P_{н.гак}$ =14 кН– Значення тягового зусилля трактора згідно з визначеними експлуатаційними режимами;

$G_{тр}$ -вага трактора, кН ($G_{тр}$=34,2 кН);

i – коефіцієнт кута підйому (i=0,06).

Зважаючи на проведені обчислення, кількісний параметр тягового зусилля на гаку обраного трактора складатиме:

$$P_{гак}^{III} = 14{,}0 - 34{,}2 \cdot 0{,}06 = 12{,}0 \text{ кН};$$

Визначення граничних значень робочої ширини захвату комплексу під час експлуатації на третій передачі:, м

$$B_{мах} = \frac{P^{III}_{гак}}{K_o + R_i}$$

де K_o = 5,5 кН/м – питомий опір ґрунтового масиву;

R_i - Складова додаточного опору руху, яка виникає внаслідок переміщення машинно-тракторного комплексу на підйом, кН/м.

Додаточний опір обчислюється як

$$R_i = \frac{G_м}{B_к} i,$$

де $G_м$ - вага грунтообробного агрегату ($G_{пл}$=6,1 кН);

i=0,06 – коефіцієнт кута підйому;

$B_к$=1,6 м – паспортне (проектне) значення ширини конструктивного захвату ґрунтообробного знаряддя.

$$R_i = \frac{6,1}{1,6} \cdot 0,06 = 0,22 \text{ кН/м.}$$

Отже, максимальний ліміт робочої ширини захвату буде дорівнювати:

$$B_{мах}^{III} = \frac{12}{5,5 + 0,22} = 2 \text{ м.}$$

Визначення фактичного (технологічного) опору руху під час роботи ґрунтообробного агрегату:

$$R_{пл} = (K_o + R_i) B_к = (5,5 + 0,22) \cdot 1,6 = 9,15 \text{ кН}$$

Обчислення змінної продуктивності як основного техніко-експлуатаційного параметра комплексу:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_р \cdot V_р \cdot T_р,$$

Обчислення коефіцієнта корисної дії використання тягової потужності базового трактора:

$$\eta_{тз} = \frac{R_{пл}}{P_{гак}} = \frac{9{,}15}{12} = 0{,}76.$$

де $B_р$ – робочий захват агрегату;

$V_р$ – швидкість роботи.

$$B_р = B_к \cdot \beta \cdot т,$$

де $B_к$ – Номінальна (проєктна) ширина роботи знаряддя;

β=1,1 – Коефіцієнт ефективності використання робочої ширини захвату машино-тракторного агрегату.

$$B_p^м = 1{,}6 \cdot 1{,}1 = 1{,}76 \text{ м.}$$

Тривалість експлуатаційного часу робочої зміни визначається за залежністю:

$$T_р = T_{зм} \cdot \tau,$$

де Т =7,6 год. – час зміни;

τ=0,88 – коефіцієнт за яким розраховано використання часу зміни:.

$$T_p = 7{,}6 \cdot 0{,}88 = 6{,}67 \text{ год.}$$

Тоді

$$W_{зм}^м = 0{,}1 \cdot 1{,}76 \cdot 7{,}25 \cdot 6{,}67 = 8{,}51 \text{ га/зм.}$$

Розрахуємо витрату палива

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}$$

де $Q_{зм}$ – витрата палива за робочу зміну.

$$Q_{зм} = Q_р T_р + Q_х t_х + Q_з t_з,$$

де $Q_р$, $Q_х$, $Q_з$ – погодинна витрата палива на робочих, холостих ходах та під час технологічних зупинок:

$$Q_р^м = 15 \text{ кг/год.}$$

$$Q_х^м = 9{,}2 \text{ кг/год.}$$

$$Q_з^м = 2{,}1 \text{ кг/год.}$$

$t_х$, $t_з$ – відповідно, тривалість робочих ходів та технологічних зупинок із працюючим двигуном приймаємо $t_х = t_з$.

Тож

$$Q^м_{зм} = 15 \cdot 6{,}67 + 9{,}2 \cdot 0{,}665 + 2{,}1 \cdot 0{,}665 = 103{,}9 \text{ кг/зм.}$$

З урахуванням отриманих значень, питома витрата палива на один гектар обробленої площі становитиме:

$$Q^м_{га} = \frac{103{,}9}{8{,}51} = 11{,}7 \text{ кг/га.}$$

Узагальнення проведених розрахунків та аналіз техніко-економічних параметрів дозволяють зробити такі ключові висновки:

Застосування розробленого машино-тракторного комплексу, що поєднує енергозасіб МТЗ-80 та глибокорозрихлювач ГРН-1,6, забезпечує вагоме зниження погектарної витрати дизельного палива порівняно зі стандартною технологічною схемою.

Інженерні рішення, реалізовані в конструкції ґрунторозпушувача, уможливлюють комбінування кількох технологічних етапів, що повністю нівелює необхідність проведення окремого передпосівного обробітку ріллі.

За рахунок мінімізації кількості технологічних проїздів техніки полем та зниження прямих операційних витрат на ПММ, впровадження пропонованого методу відчутно підвищує рентабельність виробництва зерна озимої пшениці, забезпечуючи сталий економічний ефект для агропідприємства.

Підготовка поля до роботи

За п'ять днів до старту польових робіт проводиться обов'язкова інспекція та аудит робочого масиву, виділеного під базовий безвідвальний обробіток, що необхідно для оперативного тактичного планування. Під час цього моніторингу визначають фактичний стан ділянки, ступінь забур'яненості, рельєфні умови та логістичну доступність під'їздів. Наявні сторонні об'єкти вивозять із території, а у випадку неможливості їхнього видалення – чітко маркують за допомогою орієнтирів (сигнальних віх).

Для реалізації запланованого обробітку розробленим машинно-тракторним комплексом із глибокорозрихлювачем ГРН-1,6 обирається човникова схема руху в загінках із петлевими розворотами (рис. 3.1). На фінальній стадії підготовчих заходів поле розмежовують на окремі робочі смуги, визначають послідовність їхньої обробки та формують раціональну траєкторію переміщення машин.

Орієнтовну ширину поворотної смуги визначають за формулою::

$$E = 3R_{min} + L_a,$$

де R_{min} –радіальний мінімум повороту;

L_a – кінематична довжина грунторозпушувача.

Мінімальний радіус повороту агрегату обчислюється по формулі:

$$R_{min} = 1,7 \cdot B = 1,7 \cdot 1,63 = 2,77 \text{ м}$$

де B = 1,63 м – паспортна ширина захвату агрегату.

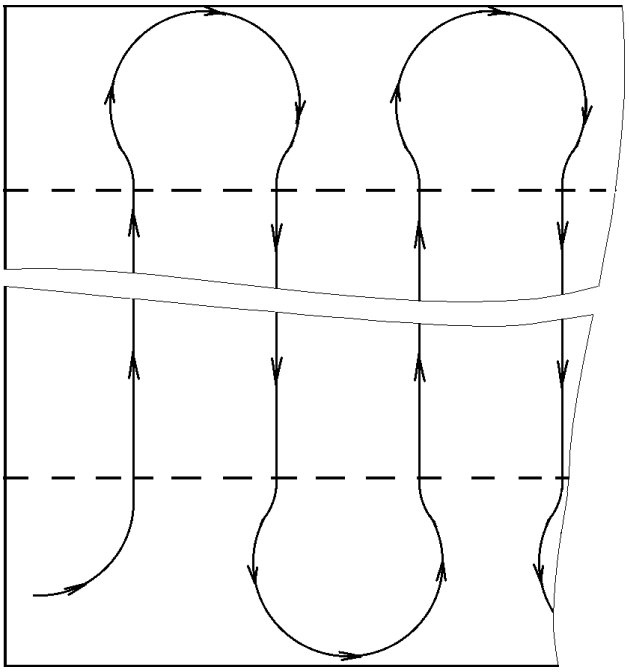

Рис. 3.1. Схематика руху орного агрегату по полю.

Кінематична довжина агрегату розраховується за виразом

$$L_a = L_{тр} + L_з + L_м$$

де $L_{тр}$= 0,98 м – кінематична довжина трактора МТЗ-80;

$L_з$ = 0 – кінематична довжина зчіпки агрегатів; $L_м$ =1,1 м – кінематична довжина машини ГРН-1,6.

Тоді кінематичну довжину машинно-тракторного агрегату обчислюють за формулою:

$$L_a = 0{,}98 + 0 + 1{,}1 = 2{,}08 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги буде становити

$$E = 3 \cdot 2{,}77 + 1{,}98 = 10{,}29 \text{ м.}$$

Враховуючи вимогу кратності ширини поворотної смуги робочому захвату машини, а також зважаючи на те, що

$$\text{E} = \text{K} \cdot \text{B},$$

де К – кратність проходів агрегатів.

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{11{,}29}{1{,}63} = 6{,}3.$$

Приймаємо К=7.

Після округлення отримаємо

$$E = 7 \cdot 1{,}63 = 11{,}76 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих проходів визначається за формулою

$$\text{K}_\text{p} = \frac{\text{L}_\text{p}}{\text{L}_\text{p} + \text{L}_\text{x}},$$

де L_p, L_x – середнє значення робочої довжини загінки і холостого ходу.

Для гонового способу руху:

$$L_р = L - 2 \cdot E; \qquad L_х = 6R + 2 \cdot l,$$

де l – довжина виїзду агрегату, м.

Довжина проїзду агрегату:

$$l = 0,5 \cdot L_a = 0,5 \cdot 2,09 = 1,05 \text{ м};$$

Протяжність загінки:

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 11,76 = 987,23 \text{ м};$$

Протяжність ходу в холосту:

$$L_x = 6 \cdot 2,8 + 2 \cdot 0,94 = 17,57 \text{ м}.$$

Тоді

$$K_p = \frac{987,23}{987,23 + 17,57} = 0,96.$$

Коефіцієнт майже дорівнює одиниці, що говорить про високу ступінь використання робочого часу.

Обчислимо тривалість одного циклу за формулою:

$$T_ц = \frac{12L_р}{10^2 \cdot V_р} + 2t_n,$$

де $L_р$=680 м – робоча довжина загінки;

$V_Р$=7,25 км/год. – робоча швидкість агрегату;

t_n=0,2 хв. – час поворотів в кінцях загінок.

$$T_ц = \frac{12 \cdot 680}{10^2 \cdot 7,25} + 2 \cdot 0,2 = 11,65 \text{ хв.}=0,2 \text{ год.}$$

Обчислюємо технологічну продуктивність роботи за один цикл по формулі:

$$W_ц = 0,1 \cdot B \cdot V_р \cdot T_ц \cdot \tau,$$

де B, $v_р$, $T_ц$, τ – використаємо з попередніх розрахунків.

$$W_ц = 0,1 \cdot 1,63 \cdot 7,25 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 0,19 \text{ га/цикл.}$$

Кількість можливих циклів за зміну обчислимо за формулою:

$$n_ц = \frac{W_{зм}}{W_ц}.$$

$$n_ц = \frac{8,51}{0,19} = 45 \text{ ц/зм.}$$

Операційно-технологічну карту для вирощування пшениці складено та наведено у графічній частині роботи.

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

Опис об’єкту розробки.

Конструкція модернізованого ґрунторозпушувача (рис. 4.1) включає в себе заорювач рослинних решток.

Модернізований ґрунторозпушувач (рис. 4.1) додатково оснащено заорювачем рослинних решток. До складу вдосконаленого знаряддя входять рама 1 з начіпним пристроєм, заорювач 2, механізм регулювання глибини обробітку 3, стрілчасті лапи 4 та вирівнювач 6.

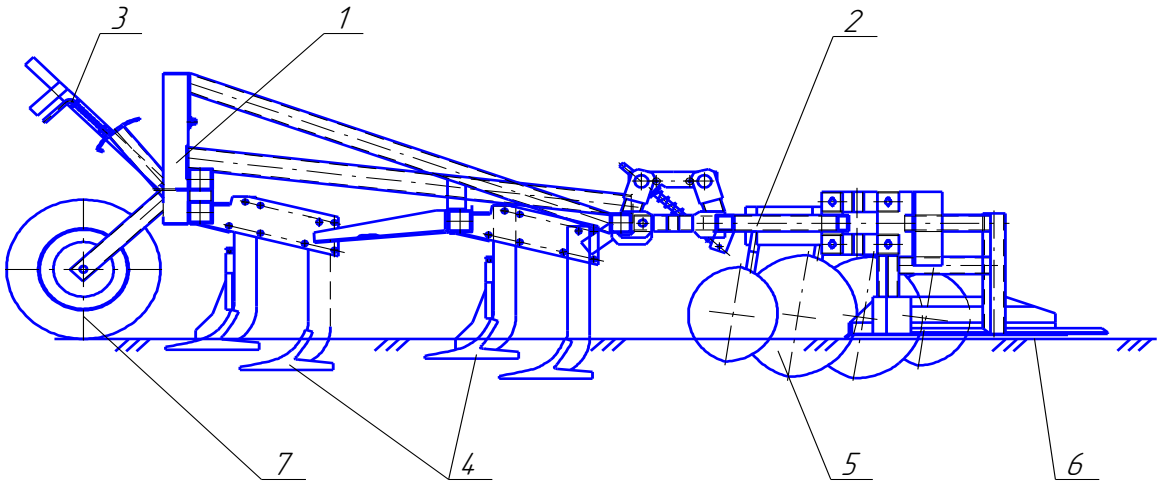

Рис. 4.1. Схема ґрунторозпушувача ГРН-1,6 із заорювачем:

1 – рама та начіпка; 2 – заорювачі; 3 –регулювальний гвинт; 4 – лапи стрілчасті; 5 – боронопродібні диски ; 6 – вирівнювач поверхні; 7 –колеса опорні.

Раму виготовлено як суцільнозварну конструкцію з прямокутних сталевих труб, у якій між поперечними балками закріплено гряділі. Робочі органи приєднують до гряділів штифтами, що проходять через спеціальні отвори у верхній частині стояків лап. Задану глибину ходу знаряддя встановлюють опорними колесами на гумових шинах діаметром 510 мм, розміщеними попереду рами; їхнє положення фіксують підпружиненими штирями в отворах секторів кронштейнів. Заорювач має вигляд вузької секції дискової борони, шарнірно з'єднаної із заднім брусом рами.

Під час руху диски перевертають розпушений лапами верхній шар ґрунту й перемішують його з рослинними рештками, бур'янами та внесеними добривами. Установлені позаду вирівнювачі згладжують гребені й засипають розвальні борозни, формуючи рівний мікрорельєф для наступних проходів. Переведення начіпного ґрунторозпушувача ГРН-1,6 з робочого положення в транспортне і навпаки здійснюється від гідросистеми трактора.

Налаштування агрегату на потрібну глибину виконують регулювальним механізмом 3 (рис. 4.1). Стрілчасті лапи обробляють ґрунт на глибину 14…22 см, а дискові робочі органи – на глибину 10…16 см.

Агротехнічні вимоги до ґрунторозпушувача

Ґрунтообробні машини працюють в особливо складних умовах, оскільки їхні робочі органи переміщуються в межах ґрунтового горизонту, де зосереджена основна маса кореневої системи рослин. Технологічний процес ускладнюється великою кількістю пожнивних решток на поверхні поля та значною мінливістю вологості й твердості ґрунту залежно від його механічного складу. Під час роботи ґрунторозпушувача із заорювачем обов'язковим є повне загортання всіх рослинних та органічних залишків без винесення їх на поверхню поля.

Якість вирівнювання поверхні поля після проходу агрегату обмежується максимальною висотою гребенів і глибиною борозен до 4 см. Суцільне розпушування шару має виконуватися рівномірно по всій ширині захвату з допустимим відхиленням фактичної глибини від заданої в межах ±2 см і повним (стовідсотковим) підрізанням коренів бур'янів на встановленому рівні. У структурі обробленого ґрунту мають переважати фракції розміром від 2 до 10 см, а частка грудок діаметром понад 10 см не повинна перевищувати 20 %. Пропуски, огріхи й необроблені смуги на ділянці повністю виключаються.

Технологічні розрахунки грунторозпушувача

У конструкції ґрунторозпушувача використовуються важкі універсальні стрілчасті лапи [7]. За принципом взаємодії із середовищем їхня робота еквівалентна дії двох клинів, які сполучені в зоні носка, орієнтовані під гострим кутом γ до напрямку переміщення та заглиблені у ґрунт на величину h_0. При цьому сумарний кут між різальними кромками лез дорівнює 2γ (рис. 4.2).

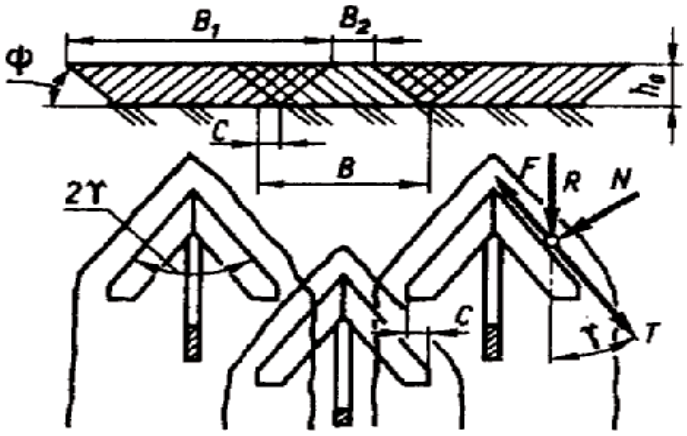

Рис. 4.2. Схема роботи стрілчастих лап.

У процесі руху в товщі ґрунту [7] кожен робочий орган зумовлює деформацію, руйнування та зміщення ґрунтового масиву. Нижня межа сформованого профілю обробітку обмежується безпосередньо конструктивною шириною лапи в тоді як на денній поверхні ширина зони руйнування зростає до величини $в_1 > в$. Таке розширення верхньої межі зумовлене утворенням площин бічного сколювання під кутом Ψ = 45–50°. За такого характеру взаємодії передній ряд лап розпушує скибу з параметрами в по підошві та $в_1$ на поверхні.

Задній ряд робочих органів обробляє менший за об'ємом масив ґрунту, поперечний переріз якого має трапецієподібну форму з основами (в - 2с) і $в_2$, де с - перекриття між лапами.

Кут розхилу лапи 2γ (рис. 4.3) обґрунтовується з умов безперешкодного ковзання рослинних решток і кореневищ уздовж різальної кромки, що забезпечує інтенсифікацію процесу ковзного різання. Це гарантує надійне підрізання бур'янів або їх самоочищення з леза у разі відсутності прямого перерізання.

Умова ковзання стебел [7] має вигляд

$$\gamma < 90° - \max \varphi,$$

де $\varphi=45^o$ – прийнятний кут тертя бур‘яну об лезо.

Тоді, кут розхилу становитиме

$$\gamma < 90° - 45^o = 45^o$$

Для комплектації ґрунтообробного знаряддя обираємо типову універсальну плоскорізальну лапу з наступними проектними характеристиками, наведеними у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Характеристики прийнятої стрілчастої лапи

Найменування	**Позначення**	**Значення**
Кут кришення	β	30^o
Кут розхилу	γ	$32^o30‘$
Кут підйому	α	15^o
Ширина захвату лапи	B	330
Найбільша ширина крила	b_1	55
Найменша ширина крила	b_2	30
Товщина матеріалу лапи	S	10
Матеріал лапи	–	сталь 65Г
Кут загострення лез	–	15°

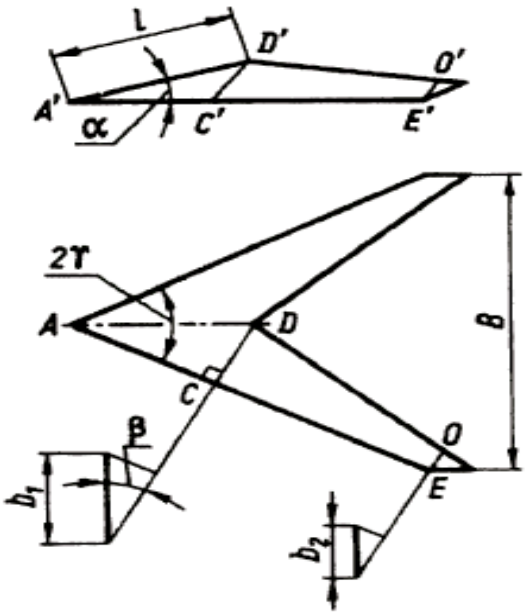

Рис. 4.3. Основні параметри стрілчастої лапи.

Щоб гарантовано забезпечити дотримання зазначених технологічних умов, робочі органи культиватора розміщують у два ряди (рис. 4.4).

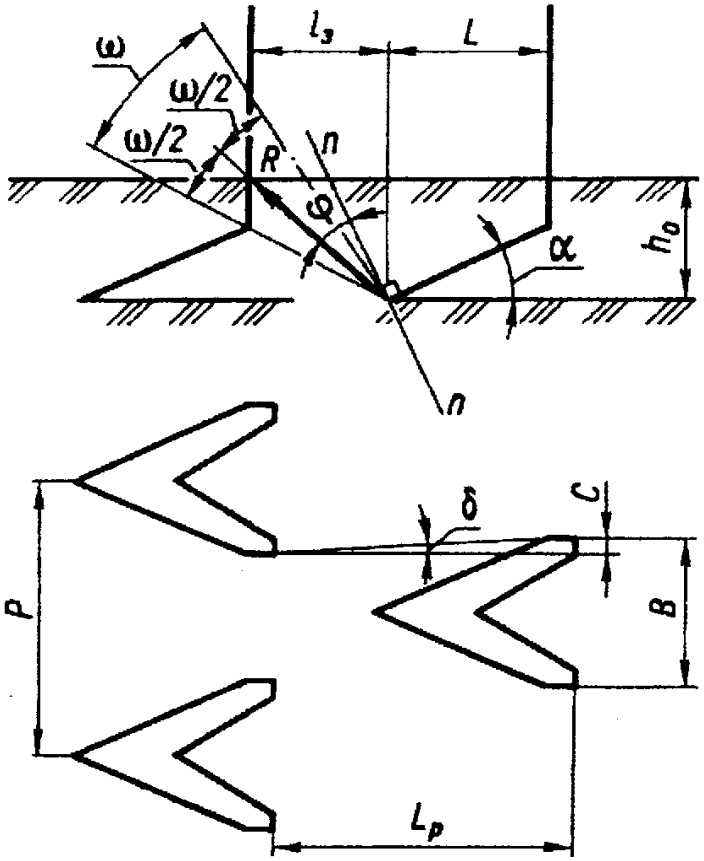

Рис 4.4. Схема до обґрунтування розміщення універсальних стрілчастих лап в межах одного ярусу ґрунторозпушувача

Відстань між сусідніми лапами добирають так, щоб зони руйнування й розпушування ґрунту під час руху взаємно перекривалися. Тому інтервали між робочими органами – як у межах одного ряду, так і між рядами їх кріплення – встановлюють, зважаючи на закономірності поширення хвиль деформації ґрунту під час роботи знаряддя.

$$L_p \geq h_0 \cdot tg(\alpha + \phi) + L$$

де h_0 = 14,5 см – максимальне заглиблення лап;

L - виліт лап.

Виліт лап визначаємо по формулі:

$$L = r_0 \cdot (1 - \sin\alpha) + l \cdot \cos\alpha$$

де r_0 – радіус заокруглення стояка;

l – довжина прямої ділянки.

Довжину прямої ділянки розрахуємо по формулі:

$$l = \frac{b_1 \cdot \sin\beta}{\sin\alpha}$$

Підставимо дані:

$$l = \frac{55 \cdot \sin 30}{\sin 15} = 2{,}6 \text{ см}$$

Тоді радіус заокруглення стояка визначиться по формулі:

$$r_0 = \frac{H_г - l \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha}$$

Підставимо дані:

$$r_0 = \frac{300 - 26 \cdot \sin 15}{\cos 15} = 30{,}8 \text{ см}$$

де $H_г \geq 2h_0 = 2 \cdot 145 = 280$ мм.

Приймаємо округлене у більший бік значення: $H_г = 300$ мм.

Підставимо дані і визначимо виліт:

$$L = 300 \cdot (1 - \sin 15) + 26 \cdot \cos 15 = 25{,}4 \text{см}$$

Враховуючи знайдені величини, розрахункова відстань між сусідніми лапами буде становити:

$$L_p \geq 145 \cdot tg(15 + 45) + 257 = 56 \text{ см}$$

Конструктивно приймем відстань між двома сусідніми лапами ($L_р$ = 85) см, аналогічно базовій машині.

Робочі органи на рамі ґрунторозпушувача розміщені уступом [7] і в різних площинах (рис. 4.5). Це дозволяє кожній лапі взаємодіяти з необробленим масивом на заданій глибині, перебуваючи водночас у технологічній «тіні» попереднього робочого органа.

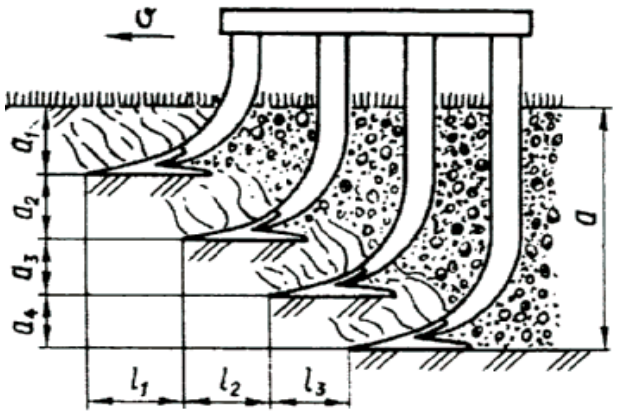

Рис. 4.5. Схема ярусного розташування лап на грунторозпушувачі.

Мінімальну відстань від передньої до задньої лапи можемо визначити по формулі:

$$l_{1\min} \geq a_2 \cdot tg(\beta + \phi_г) = 80 \cdot tg(26 + 45) = 248 \text{ мм}$$

де a_2=80 мм – глибина занурення задньої лапи у ґрунт.

$\varphi_г$=45° – коефіцієнт кута тертя ґрунту на сталі (приймаємо для глиноносного ґрунту з вологістю 7-20%).

Округлюємо знайдене значення і приймаємо відстань між поруч стоячими лапами l_1=250 мм.

Функцію активних елементів загортача виконують сферичні увігнуті диски з нанесеною на периферії гострою заточною фаскою. Під час переміщення агрегату такий робочий орган підрізає скибу ґрунту невеликої товщини, подрібнює її структурні елементи та з одночасним обертанням переміщує у поперечному напрямку. У загальній інженерній схемі пристрою закладено використання дисків сферичного профілю з гладкою (суцільною) різальною частиною. (рис. 4.6).

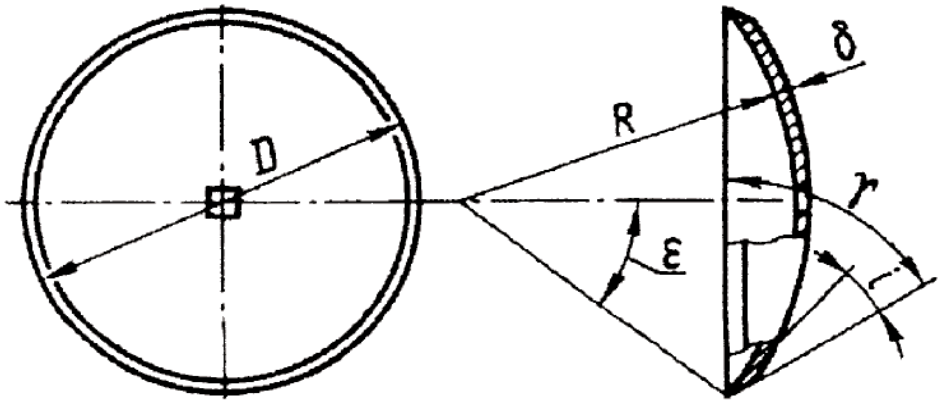

Рис. 4.6. Сферичний суцільний диск заорювача.

Характерною рисою таких дисків є їх рівномірне та плавне обертання.

Причому різальну кромку на дисках виготовляють з протилежного боку до вгину і, кут загострення кромкового леза повинен бути приблизно 10 … 20°.

Діаметр дисків визначаємо із формули:

$$D=k\cdot h_0=4,5\cdot 100=45\text{см}$$

де k = 3…7 – коефіцієнт (для розрихленого попередньо ґрунту приймаємо k = 4,5);

h_0 = 100 мм - глибина на яку занурюється заорювач.

Приймаємо найближчий стандартний діаметр диску D =47,5 см.

Кривизну дисків вичислимо по формулі

$$R=\frac{D}{2\cdot\sin\varepsilon}$$

$$R=\frac{47,5}{2\cdot\sin 26}=54,7\text{ см}$$

де ε = 22-26° - діапазон рекомендованих кутів вигнутості дисків.

Міждискову відстань (рис. 4.7) визначаємо по формулі:

$$b\geq 2\cdot\sqrt{h_г(D-h_г)\cdot tg\alpha}$$

де $h_г$ - висота гребенів які утворюються проходом дисків,;

$\alpha = 30^o$ – кут під яким встановлюються диски .

Висота гребеня на дні борозни визначається залежністю

$$h_г\leq 0,5\cdot h_0$$

$$h_г=0,5\cdot 100=5\ см$$

З урахуванням отриманих значень невідомих параметрів, обчислена відстань між дисками батареї становить

$$b \geq 2 \cdot \sqrt{50(475-50) \cdot tg30} = 24{,}3 \text{ см}$$

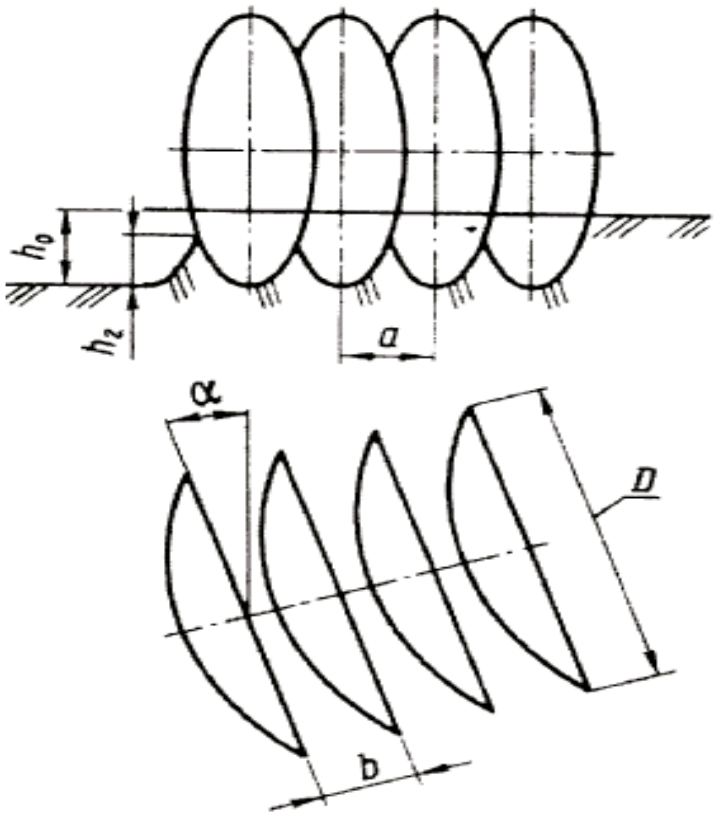

Рис. 4.7. Схема до визначення параметрів розміщення дисків на заорювачі.

Кількість дисків, установлених на заорювачі, визначається за такою формулою:

$$z = \frac{B}{b \cdot \cos\alpha}$$

$$z = \frac{1600}{232 \cdot \cos 32} = 8{,}36$$

Округляючи приймаємо z=8.

Уточнену величину відстані між дисками батареї визначають за результатами розрахунку:

$$b' = \frac{B}{z \cdot \cos\alpha}$$

$$b' = \frac{1600}{8 \cdot \cos 30} = 24,2см$$

Розрахунок поздовжньої стійкості орного агрегату

Під час подолання підйомів із піднятим у транспортувальне положення глибокорозпушувачем ГРН-1,6 рухомий комплекс демонструє мінімальні показники поздовжньої стійкості. (рис. 4.8).

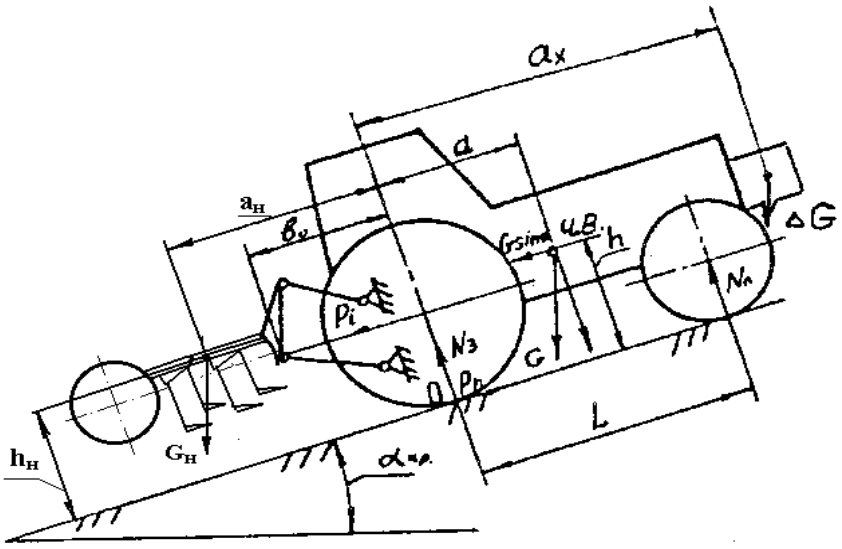

Рис. 4.8 Розрахункова схема агрегату, що рухається на підйом.

Здатність машинно-тракторних комплексів зберігати рівновагу визначається критерієм запасу поздовжньої стабільності. Потрібний ступінь надійності системи гарантується у випадку дотримання наступного математичного виразу

$$x_н \le 0,4$$

Оцінка параметра запасу поздовжньої стабільності здійснюється за допомогою наступного математичного співвідношення

$$x_н = \frac{G_н \cdot a_н}{G \cdot a},$$

де $G_н$ = 6,5 кН - вага ГРН-1,6;

$a_н \approx 1,6$ м – координата центра мас ґрунторозпушувача у поздовжній площині;

G =34,3 кН – розрахованна вага МТЗ-80 по паспорту;

а = 0,744 м – координата центра ваги трактора, відносно вісі ведучих коліс у поздовжній площині.

Підставивши розраховані значення параметрів у наведену формулу, визначимо коефіцієнт запасу поздовжньої стійкості

$$x_н = \frac{6,5 \cdot 1,6}{34,3 \cdot 0,744} = 0,387$$

Отримуємо задовольняюче умовам стійкості значення $x_н \le 0,4$.

З метою перевірки допустимого навантаження на ходову частину трактора виконаємо відповідні розрахунки.

Навантаження на передні колеса визначається по формулі:

$$N_п = \frac{G \cdot a - G_н \cdot a_н - f \cdot r(G + G_н)}{L},$$

де f = 0,12 – коефіцієнт перекочування коліс на полі зі стернею;

r = 0,74 м – радіус кочення ведучих коліс МТЗ-80;

L = 2,4 м – довжина міжколісної бази МТЗ-80.

Підставляємо ці значення в формулу отримаємо

$$N_n = \frac{34,3 \cdot 0,734 - 6,5 \cdot 1,6 - 0,12 \cdot 0,744(34.3 + 6,5)}{2,4} = 4,73 \text{ кН},$$

Отримане значення навантаження на передні колеса не перевищує допустимої межі [N]=12,0 кН .

Обчислюємо навантаження на задні колеса

$$N_З = G + \Delta G + G_н - N_n = 34,3 + 6,5 - 4,73 = 36,07 \text{ кН}$$

Навантаження на задні колеса вище допустимого [N]=33,7 кН на 7%, але це не є суттєвим.

Визначення критичного кута схилу.

Для визначення максимального кута схилу, на якому можливе функціонування агрегату без втрати стійкості, використаємо наступну формулу

$$\alpha_1 = arctg\left(\frac{\left(\frac{a}{h}\right) \cdot (1 - x_н)}{1 + \delta_н} - f\right),$$

де h=820 мм – висота центру ваги трактора;

$\delta_н$ – коефіцієнт приведеної маси агрегату

$$\delta_н = \frac{G_н}{G}$$

$$\delta_н = \frac{6,5}{34.3} = 0,18$$

Після внесення визначених значень до виразу отримуємо наступний результат

$$\alpha_1 = arctg\left(\frac{\left(\frac{0,744}{0,815}\right)\cdot(1-0,44)}{1+0,18} - 0,1\right) = 18,7^{\circ}$$

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час експлуатації ґрунторозпушувача ГРН-1,6

Робота ґрунтообробного агрегату у складі трактора й начіпного ґрунторозпушувача ГРН-1,6, оснащеного стрілчастими лапами та дисковим заорювачем рослинних решток, супроводжується дією низки небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Їх джерелами є гострі робочі органи знаряддя, начіпний механізм і гідросистема трактора, рух важкого агрегату полем, а також несприятливі санітарно-гігієнічні умови праці механізатора. Нижче проаналізовано основні групи цих факторів і обґрунтовано заходи щодо зниження їх впливу на персонал.

Механічні небезпеки робочих органів та начіпного механізму. Найбільшу травмонебезпеку становлять гострі стрілчасті лапи й диски заорювача, контакт із якими спричиняє порізи й проколи рук і ніг, а також начіпний механізм трактора, у зоні якого можливе защемлення кінцівок під час приєднання чи від'єднання знаряддя. Серйозну загрозу створює мимовільне опускання піднятого начіпного ґрунторозпушувача, що утримується гідроциліндрами: за раптового падіння важкого знаряддя людина, яка перебуває під ним, може дістати тяжкі травми. Для запобігання таким випадкам усі роботи з очищення, регулювання, заміни лап і дисків та технічного обслуговування виконують лише при заглушеному двигуні, опущеному на ґрунт або надійно зафіксованому механічними упорами знарядді й вийнятому ключі із замка запалювання. Приєднання й налаштування ґрунторозпушувача проводять удвох за узгодженими сигналами тракториста й допоміжного працівника, без перебування людей між трактором і знаряддям під час маневрування. До гострих робочих органів торкаються лише в рукавицях, а очищення робочих органів від налиплого ґрунту й намотаних рослинних решток здійснюють спеціальним чистиком, а не руками.

Небезпеки під час руху та маневрування агрегату. Агрегат має значну масу й габарити, тому під час руху, розворотів на поворотних смугах і транспортних

переїздів виникає ризик наїзду на людей, зіткнень і перекидання, особливо на схилах, поблизу краю поля, канав і ярів. Для зниження цих ризиків перед початком руху подають попереджувальний сигнал і переконуються у відсутності людей у небезпечній зоні навколо агрегату. Швидкість руху обирають відповідно до стану поля та рельєфу, на поворотах і схилах її знижують, різких маневрів і крутих розворотів уникають. Робота на схилах із крутістю понад допустиму паспортом трактора не дозволяється. Під час транспортних переїздів знаряддя переводять у транспортне положення, фіксують його, вмикають передбачені світлові й розпізнавальні засоби та дотримуються правил дорожнього руху. Перевезення людей на тракторі поза кабіною й на знарядді категорично заборонено.

Небезпеки гідросистеми та технічного обслуговування. Переведення ґрунторозпушувача в робоче й транспортне положення здійснюється від гідросистеми трактора, яка працює під високим тиском. Розгерметизація з'єднань, пошкодження рукавів високого тиску чи спроба знайти витік рукою небезпечні травмуванням струменем робочої рідини, здатним проникати під шкіру, а також опіками від нагрітої оливи. Тому перед розбиранням гідросистеми тиск у ній скидають, справність рукавів і з'єднань перевіряють візуально, а пошук витоків виконують за допомогою допоміжних засобів (картону, паперу), а не рукою. Технічне обслуговування проводять при заглушеному двигуні; до нагрітих вузлів двигуна, вихлопної системи та гідроагрегатів торкаються лише після їх охолодження.

Шкідливі санітарно-гігієнічні фактори. Тривала робота механізатора супроводжується дією шуму та вібрації від двигуна й ходової частини, підвищеної запиленості повітря під час обробітку сухого ґрунту, несприятливого мікроклімату в кабіні (перегрівання влітку), а також зорового й нервово-емоційного навантаження, що спричиняє втому й підвищує ймовірність помилкових дій. Зниженню впливу цих факторів сприяють герметизована кабіна з фільтровентиляційною установкою та справним ущільненням, відрегульоване сидіння з амортизацією, дотримання режимів праці й відпочинку з

регламентованими перервами. За потреби застосовують засоби індивідуального захисту органів дихання, слуху та зору. Робота в стані втоми, хвороби чи сп'яніння не допускається.

Пожежна небезпека. Накопичення сухих рослинних решток і пилу на нагрітих поверхнях двигуна та вихлопної системи трактора, а також несправність електрообладнання можуть спричинити загоряння. Для запобігання пожежі агрегат щозміни очищають від налиплих рослинних решток, стежать за справністю електропроводки, укомплектовують справним вогнегасником і заправляють паливом при заглушеному двигуні без куріння й відкритого вогню поблизу.

Організаційні заходи. До роботи з агрегатом допускають лише осіб, які пройшли навчання, інструктажі з охорони праці та медичний огляд і мають відповідне посвідчення тракториста-машиніста. Перед виходом у поле проводять щозмінний контроль технічного стану трактора й знаряддя, перевіряючи гальма, рульове керування, освітлення, надійність кріплення робочих органів і відсутність витоків у гідросистемі. Маршрути руху, місця розвороту, заправлення та відпочинку визначають заздалегідь. Дотримання наведеного комплексу технічних та організаційних заходів дозволяє звести залишковий ризик травмування й аварій до прийнятного рівня та забезпечити безпечну експлуатацію ґрунторозпушувача ГРН-1,6 протягом усього періоду польових робіт.

6. ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне завдання вдосконалення технології вирощування озимої пшениці шляхом заміни енерговитратного полицевого обробітку ґрунту ресурсоощадним безполицевим розпушуванням та конструктивного вдосконалення відповідного ґрунтообробного знаряддя.

За результатами огляду й аналізу наявних технологій вирощування пшениці виявлено їхні переваги та недоліки і обґрунтовано доцільні напрями вдосконалення, передусім у частині основного обробітку ґрунту, що дозволяє знизити витрати палива й часу, зберегти ґрунтову вологу та обмежити ерозійні процеси.

На основі проведених розрахунків розроблено операційно-технологічну карту основного обробітку ґрунту, у якій традиційну полицеву оранку замінено пошаровим безполицевим розпушуванням. Визначено основні експлуатаційні та якісні показники цієї операції, які наведено у графічній частині роботи й підтверджують раціональність обраного способу обробітку.

В інженерному розділі обґрунтовано основні параметри ґрунторозпушувача та запропоновано його конструктивне вдосконалення, що забезпечує якісне розпушування з одночасним загортанням рослинних решток і добрив без винесення їх на поверхню поля. Розроблене технічне рішення відображено у графічній частині роботи.

У розділі «Охорона праці» проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що супроводжують роботу ґрунтообробного агрегату, і запропоновано комплекс технічних та організаційних заходів щодо запобігання їх впливу на персонал, що забезпечує безпечні умови праці механізатора.

Загалом запропоновані в роботі технологічні та конструктивні рішення у сукупності підвищують ефективність і ресурсоощадність основного обробітку ґрунту під озиму пшеницю, поліпшують якість виконання операції та забезпечують безпечні умови праці, що підтверджує практичну цінність виконаної роботи й можливість упровадження її результатів у виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Укл.: Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, В.М. Сало, О.М. Васильковський, О.В. Бевз, С.О. Магопець. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – 99 с.
2. Бендера І. М. Проектування сільськогосподарських машин : навч.-метод. посіб. для викон. курс. проектів з розробки с.-г. техніки при підготов. фахівців напряму "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / І. М. Бендера, А. В. Рудь, Я. В. Козій, Д. Г. Войтюк, П. В. Сисолін; Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т, Борщів. аграр. коледж. - Кам'янець-Поділ. : Сисин О.В. : Абетка, 2011. - 639 с.
3. Васильковський О. М. Обґрунтування геометричних параметрів дискового очисника лап парових культиваторів / О.М. Васильковський, В.І. Гуцул, Д.С. Савченко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2009. – Вип. 39. С. 121-126.
4. Васильковський О.М. Обґрунтування геометричних параметрів дискового очисника лап парових культиваторів / О.М. Васильковський, В.І. Гуцул, Д.С. Савченко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2009. – Вип.39. – С. 122–126.
5. Васильковський О.М. Результати експериментальних досліджень якості роботи дискових очисників лап парових культиваторів / О.М. Васильковський, В.І. Носуленко, В.І. Гуцул, Д.С. Савченко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, 2008. – Вип. 21. – С.283-288
6. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. - К.: Каравела, 2004. - 552 с.

7. Грунторозпушувачі навісні ГРН-3,9, ГРН-2,9, ГРН-1,9. Керівництво по експлуатації. -Київ, 1998 р.

8. Лещенко, С. М. Адаптація операцій чизельного обробітку до складних ґрунтово-кліматичних умов центральної України [Текст] / С. М. Лещенко, В. М. Сало, О. М. Васильковський, Д. І. Петренко, В. А. Дейкун // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти - Запоріжжя: НВК Інтер-М. - 2015. - Вип. 3. - С. 98-104.

9. Лещенко С.М., Сало В.М., Васильковський О.М., Петренко Д.І. Визначення параметрів та ефективність роботи додаткових робочих органів глибокорозпушувачів. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 52. 2022. С. 108-117.

10. Лещенко С.М., Сало В.М., Петренко Д.І., Васильковський О.М. Вивчення конструктивно-технологічних параметрів робочих органів комбінованих чизельних глибокорозпушувачів. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Вип. 49, 2019. – Кропивницький: ЦНТУ. – С. 132-140. (DOI: https://doi.org/10.32515/2414-3820.2019.49.132-140)

11. Лещенко С.М., Сало В.М., Петренко Д.І., Васильковський О.М., Мельніченко В. Дослідження впливу параметрів глибокорозпушувача та комбінації робочих органів на ефективність обробітку ґрунту. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 53.* 2023. С. 196-208. (DOI: https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.196-208)

12. Свірень М.О, Черновол М.І., Васильковський О.М., Амосов В.В. Підвищення універсальності кріплення стійки лапи культиватора за зміни типу і стану ґрунту. Механіка та автоматика агропромислового виробництва: загальнодержавний збірник., №15 (114). – 2022. С. 30-35. (DOI: https://doi.org/10.37204/0131-2189-2022-15-3)

13. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи конструкція, проектування. –К, Урожай, 2001. -381с.

14. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

15. Сорочан А.М. Дослідження рівномірності розподілу туків у під лаповому просторі / А.М. Сорочан, В.А. Дейкун, О.М. Васильковський // Збірник тез доповідей всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі сільськогосподарського виробництва». Кіровоград: КНТУ, - 2014. С. 55-56

16. Федунець О., Попова С., Васильковський О. Дослідження роботи активних очисників лап ґрунторозпушувача. Матеріали І Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика». Кропивницький: АПН. 2020. С. 10-11.

17. Целинских В.П., Охорона праці в рослинництві. К.: - Урожай, 1998. – 364 с.

ДОДАТКИ