

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація вирощування озимої пшениці з удосконаленням
грунторозпушувача»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи AI-23M3

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Сидоренко Сергій Васильович

« ____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи

професор, канд. техн. наук

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент

професор, докт. техн. наук

_____Олексій АЛФЬОРОВ

« ____ » _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма ОПП «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2024 року

**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Сидоренка Сергія Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування озимої пшениці з удосконаленням ґрунторозпушувача
2. Керівник роботи (проекту)
Васильковський Олексій Михайлович, к.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 20.12.2024
4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту)Підвищення ефективності вирощування озимої пшениці
5. Перелік графічного матеріалуОпераційно-технологічна карта карта безполицевої оранки;
Ґрунорозпушувач (складальне креслення); Лапа (складальне креслення);
Креслення оригінальних деталей; Наукова частина

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Васильковський О.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка	20.11.2024	
	Графічна частина	30.11.2024	
	Захист роботи	20.12.2024	

Дата видачі завдання

«8» жовтня 2024 р.

Підпис керівника

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«8» жовтня 2024 р.

Підпис здобувача _____ Сергій СИДОРЕНКО
(прізвище та ініціали)

Анотація

«Механізація вирощування озимої пшениці з удосконаленням грунторозпушувача»

У роботі запропоновано удосконалення технології вирощування озимої пшениці з удосконаленням грунторозпушувача.

Проведено порівняння технологічних і експлуатаційних показників орних агрегатів. модернізованого і базового агрегатів. Встановлено, що модернізований агрегат у складі трактора Т-150К і грунторозпушувача ГРН-3,4 має вищу продуктивність оранки і менші питомі витрати палива ніж базовий агрегат – у складі трактора Т-150К і п'ятикорпусного оборотного плуга, що вказує на ефективність удосконалення.

Проведено аналіз машин для основного обробітку ґрунту. Обрано об'єкт і здійснено його модернізацію – встановлення дискового заорювача.

Теоретично обґрунтовано параметри робочих органів грунторозпушувача ГРН-3,4 і заорювача

Abstract

"Mechanization of winter wheat cultivation with improvement of soil cultivator"

The paper proposes to improve the technology of growing winter wheat with improvement of soil cultivator.

A comparison of technological and operational indicators of plowing units was carried out. of the modernized and basic units. It was established that the modernized unit consisting of a T-150K tractor and a GRN-3.4 soil cultivator has higher plowing productivity and lower specific fuel consumption than the basic unit - consisting of a T-150K tractor and a five-body reversible plow, which indicates the effectiveness of the improvement.

An analysis of machines for the main tillage of the soil was carried out. An object was selected and its modernization was carried out - installation of a disk plow.

The parameters of the working bodies of the GRN-3.4 soil cultivator and the plow were theoretically substantiated

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація загальна		
A4				Пояснювальна записка	1	
A1			МР 00.001 ТЧ	Операційно-технологічна карта	1	
A1			МР 00.001 НЧ	Наукова частина	1	
				Документація по інженерній частині		
A1			МР 00.000 СБ	Грунторозпушувач ГРН-3,4		
					1	
A1			МР 00.010 СБ	Диск	1	
				Деталі		
A3			ГРН 01.010.601	Вал	1	
A3			ГРН 01.010 602	Корпус	1	
A3			ГРН 01.010.403	Кришка	1	
A4			ГРН 00.010.404	Кришка	1	
A4			ГРН 00.010.405	Прокладка	1	

ЗМІСТ

1. Вступ	6
2. Технологічна частина	7
3. Наукова частина	24
4. Охорона праці	49
5. Обґрунтування ефективності вдосконалень	51
6. Висновки	52
Список використаної літератури	53
Додатки	55

					МП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

1. ВСТУП

Ґрунти України, зокрема чорноземи, є її найбільшим природним багатством, що не має аналогів у світі за родючістю. Однак через надмірну інтенсифікацію землеробства протягом останніх десятиліть їхній стан суттєво погіршився. Фізичне та хімічне навантаження на ґрунти зросло, посилилась загроза їх забруднення викидами промислових підприємств, що в результаті призвело до зниження їхньої природної родючості.

Традиційні методи ведення землеробства передбачають багаторазове використання машинно-тракторних агрегатів, що значно збільшує кількість технологічних операцій на полях. Повторний рух техніки призводить до того, що площа, на яку впливають колеса тракторів, значно перевищує саму площу поля.

Вирощування зернових культур в Україні має стратегічне значення, адже продукти переробки зерна є основою харчування людей і незамінною сировиною для різних галузей промисловості. Крім того, поживні стебла зернових використовують для виготовлення кормів та підстилки для великої рогатої худоби.

На сьогодні значна частина сільськогосподарських робіт виконується механізовано, тому важливим завданням є раціональне використання наявної техніки, а не лише впровадження нових технологій.

У межах нашого дипломного проєкту пропонується вдосконалити технологію вирощування пшениці, модернізувавши ґрунторозпушувач ГРН-3,4 та оптимізувавши методи господарювання.

					МР 00.000 ПЗ			
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.	Сидоренко				Пояснювальна записка		Літ.	Аркуш
Перевір.	Васильковський							Аркушів
							6	55
Н.контр.	Мачок						ЦНТУ, гр. АІ-23МЗ	
Затв.	Васильковський							

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Опис технології вирощування озимої пшениці.

Нова технологія складатиметься з таких операцій.

Лущення. Лущення робимо зі збором попередніх культур водночас за для розпушення поверхні землі, поновлюємо запас вологості та живильних речовин у ньому, знищуємо бур'яни й шкідників культур, поліпшуємо якість наступної оранки, проводимо із дисковими лушчильниками ЛДГ–15 у агрегаті з трактором тягового класу 30 кН Т–150, через умови найбільшої роботи потужності цього енергетичного засобу та ширини захвату агрегату.

Лущення стерні треба проводити впродовж 5 діб. Глиб оброблення – 6–8 см, кут атаки лушчильника – 35°.

Удобрення. Однією з ключових умов підвищення родючості земель і забезпечення стабільного зростання врожайності є регулярне внесення органічної речовини. Для виконання цієї операції передбачається використання розкидача ПРТ–10 у поєднанні з трактором Т–150К, який є найбільш ефективним для подальших дій з цим агрегатом.

Внесок органіки виконується човниковим методом на швидкості до 12 км/год, доза внеску – 30 т/га впродовж 15 діб із загортанням в землю без розриву в часі.

Основне оброблення землі. На всіх ділянках добрі результати забезпечує і мінімальне оброблення землі із поміччю комбінованих агрегатів, здійснюючих за один прохід кілька дій.

Для основного оброблення використаємо механізм у складі трактора Т–150К та ґрунторозпушувача ГРН–3,4, оснащеного заорювачем. Глиб оброблення до 22 см. Глиб заорювання рослинних решток 10...16 см. Робоча швидкість 7...8 км/год.

Передпосівна обробка землі. Своєчасна та якісна передпосівна обробка землі відіграє важливу роль, оскільки від неї залежить глибина загортання насіння, рівномірність і дружність сходів, їхній ріст та продуктивність.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Залежно від погодних умов перед посівним періодом обираються відповідні знаряддя та методи обробітку землі. У разі достатнього зволоження, ущільнення посівного шару та забруднення ділянок доцільно застосовувати комбіновані агрегати або культиватори КРН–5,6, оснащені плоскорізними стрілчастими лапами, котками і посівними боронами.

На незасмічених бур'янами ділянках, коли попереднім обробленням створений пухкий посівний шар землі, або у посуху в момент посіву передпосівне оброблення землі треба виконувати агрегатом із середніх та посівних борін.

Сівба. Щоб забезпечити нормальні умови для сівби, необхідно дотримуватись таких строків, щоб культури до завершення осінньої вегетації мали 40–50 днів і сформували 2–3 добре розвинені пагони. Такі рослини отримують достатнє загартовування, що сприяє їхньому успішному зимівлі та зменшує пошкодження від шкідників і хвороб.

Норма висіву визначається сортом, попередником, типом ґрунту та рівнем його зволоження в період сівби.

Глибина загортання насіння впливає на швидкість появи сходів, розвиток кореневої системи та її функціонування. При загортанні на глибину 3 см сходи з'являються раніше, а вторинна коренева система формується на одному рівні з первинною, що забезпечує рослинам належне постачання поживними речовинами.

Посів виконуємо сівалками СЗ–3,6 із зчіпками СП–11 у агрегаті з тракторами Т–150. Робоча швидкість до 12 км/год.

Прикочування посіву. Прикочування вже після сіяння зберігає вологість землі, трохи підвищує температуру її, покращує зв'язок зерна із землею, забезпечуючи одержання дружніх і повноцінних сходів. Здійснюємо котками ЗКВГ-1,4 з тракторами МТЗ-80. Робоча швидкість до 12 км/год.

Боронування ранньою весною. Здійснюється для розпушення та створення оранки суцільний шар землі на поверхні, через що втрати вологості

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

припиняються, а також знищення бур'янів та ґрунтових кірок та покращуються умови росту культур.

Глиб оброблення не більш ніж 3 см, велике кришіння грудок землі, зменшення бур'янів. Дія здійснюється механізмом у складі трактора ДТ–75, зчіпки СР–21 й борони ЗБЗСС–1,0.

Підживлення азотними добривами. Озимі насіннєві рослини гарно реагують на внесення азотних добрив. На другому і третьому етапах вегетації для стимуляції утворення вузлів кущіння, пагонів, кореневої системи та забезпечення густоти посівів вносять близько 30–40% від загальної запланованої кількості азоту. На четвертому і п'ятому етапах, коли формуються основні елементи продуктивності та виживаність стебел, частку азоту збільшують до 50–60%.

Для отримання крупного зерна високої якості на восьмому та одинадцятому етапах вносять решту розрахункової дози азоту. В умовах степу без зрошення підживлення азотом здійснюють лише на другому етапі.

Обкошування та прокошування сівби. Вона здійснюється за для спроможності під'їзду транспорту до комбайна в момент жнив, і до того ж для протипожежної профілактики сівби. Обкошування здійснюють коли насіння доходить до молочної стиглості. Маса, котру скошили, відправляється на корм для тварин. Для скосу хлібів у валки працюють самохідні зернозбиральні комбайни СК–5 в агрегаті з жатками ЖН–6.

Збір врожаю озимої пшениці. Збирають врожай одним із методів в залежності від погодних умов у цей час.

При посухах пшеницю збирають методом прямого комбайнування, тоді як насіння переходить з етапу воскового в етап повного достигання.

При великій вологості та забур'яненості ділянки пшеницю скошують у валок на етапі воскового достигання насіння, при якому зменшуються втрати урожаю на ділянці через міцніший зв'язок насіння з колосом.

Скошення хлібів у валки здійснюють самохідні зернозбиральні комбайни СК–5 у агрегаті із жатками ЖН–6, і для збирання валків комбайни

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Дон–1500 у агрегаті із платформами–підбирачами. Кожний комбайн обслуговують комбайнер і його помічник.

Опис операції оранки

Основною метою передпосівного обробітку земель є його розпушення, внесення рослинних решток і добрел. Поверхня ділянки мусить мати рівномірно розпушений шар ґрунту із середньогрудкуватою структурою, котра сприяє нормальному розподілу вологості та мінімізує її випаровування як із поверхні, так і з глибших шарів землі. Така структура забезпечує ефективну аерацію та створює сприятливі умови для росту культур.

Особливу увагу слід приділяти рівності поверхні ділянки після оброблення, оскільки наявність гребенів значно підвищує випаровування вологи.

Безполицевий обробіток землі спрямований на створення нормальних умов для вирощування рослин, забезпечуючи баланс мікробіологічних процесів, живильного режиму, вологості та пористості землі.

Технологічний процес дії запропонованого механізму відбувається наступним чином. Під час руху по ділянці стрілчасті лапи ґрунторозпушувача здійснюють розпушення землі в двох горизонтах, досягаючи загальної глибини до 22 см. Розташований позаду дисковий заорювач закладає органічні добрел та рослинні рештки на глибину, що менша за глибину обробки стрілчастими лапами. Це дозволяє ефективно розпушити землі, уникаючи формування щільної плужної підшви. Для вирівнювання поверхні ділянки після проходу дискових заорювачів встановлені спеціальні вирівнювачі.

Агротехнічні вимоги до знарядь основного безполицевого оброблення землі

В Україні захист земель від вітрової та водної ерозії ґрунтується на формуванні грудкуватої структури верхнього шару та збереженні на поверхні ділянки пожнивних залишків. Це визначає необхідність заміни традиційного обертального обробітку ґрунтозахисним безполицевим методом.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
						11
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

При проектуванні знарядь для основного обробітку землі враховуються такі агротехнічні вимоги:

- забезпечення стабільної глибини обробітку з допустимим відхиленням не більш ніж ± 2 см;
- підтримання стійкості ходу робочих органів знаряддя;
- збереження грудкуватої структури верхнього шару ґрунту, що сприяє проникненню повітря та вологи, без збільшення кількості ерозійно нестійких фракцій;
- повна заробка рослинних решток та добрел у землю;
- висота гребенів після оброблення не має перевищувати 7 см;
- допустима хиба фактичної ширини захвату агрегату від конструктивної становить $\pm 10\%$.

Обґрунтування вибору засобу агрегування

Ґрунторозпушувач ГРН-3,4 - націпний механізм, підйом і опускання якої в робоче положення здійснюється за допомогою гідравлічної системи.

Для вибору трактора, який буде агрегуватися з ґрунторозпушувачем, треба керуватися величиною тягового зусилля. Згідно з нормативами агротехнічних швидкостей для ґрунтозахисного обробітку, допустима швидкість руху агрегату знаходиться в межах 6–10 км/год.

Базовий агрегат Т-150К, оснащений оборотним 5-корпусним плугом, виконує оранку на III передачі зі швидкістю 7,9 км/год. Для запропонованого агрегату, який складається з трактора Т-150К та ґрунторозпушувача ГРН-3,4, приймаємо робочу швидкість 7,24 км/год.

Визначимо тягове зусилля трактора на такій передачі, враховуючи конкретні умови експлуатації.

Визначаємо тягове зусилля трактора з урахуванням величини підйому

$$P_{\text{гак}} = P_{\text{н.гак}} - G_{\text{тр}} i$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

де $P_{н.гак} = 29$ кН – номінальне тягове зусилля трактора Т-150К на відповідній передачі;

$G_{тр}$ — маса трактора, кН ($G_{тр} = 76$ кН);

i — величина підйому ($i = 0,03$).

Отже, з урахуванням знайдених величин, тягове зусилля на гаку трактора буде становити

$$P_{гак}^{III} = 29 - 76 \cdot 0,03 = 26,72 \text{ кН};$$

Визначимо максимальну ширину захвату агрегату при русі на III передачі, м

$$B_{max} = \frac{P_{гак}^{III}}{K_o + R_i}$$

де $K_o = 6$ кН/м – питомий опір ґрунту;

R_i — додатковий опір, який виникає при русі агрегату на підйом, кН/м.

Додатковий опір визначається як

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} i,$$

де G_m - маса ґрунторозпушувача ($G_{пл} = 12,8$ кН);

$i = 0,03$ – величина підйому;

$B_k = 3,4$ м – конструктивна ширина захвату ґрунторозпушувача.

$$R_i = \frac{12,8}{3,4} \cdot 0,03 = 0,11 \text{ кН/м.}$$

Тоді, максимально можлива ширина захвату буде становити

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$B_{\max}^{\text{III}} = \frac{26,72}{6 + 0,11} = 4,37 \text{ м.}$$

Визначимо робочий опір ґрунторозпушувача

$$R_{\text{пл}} = (K_o + R_i) B_k = (6 + 0,11) \cdot 3,4 = 20,77 \text{ кН}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_{\text{пл}}}{P_{\text{гак}}} = \frac{20,77}{29} = 0,71.$$

Визначаємо змінну продуктивність

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p,$$

де B_p – робоча ширина агрегату;

V_p – робоча швидкість.

$$B_p = B_k \cdot \beta \cdot \tau,$$

де B_k – конструктивна ширина захвату;

$\beta=1,05$ – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату.

$$B_p^{\text{б}} = 1,75 \cdot 1,05 = 1,83 \text{ м,}$$

$$B_p^{\text{м}} = 3,4 \cdot 1,05 = 3,57 \text{ м.}$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Робочий час зміни визначаємо за формулою

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T = 7$ год. – час зміни;

$\tau = 0,81$ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$T_p = 7 \cdot 0,81 = 5,67 \text{ год.}$$

Тоді

$$W_{зм}^6 = 0,1 \cdot 1,83 \cdot 7,9 \cdot 5,67 = 8,1 \text{ га/зм,}$$

$$W_{зм}^M = 0,1 \cdot 3,57 \cdot 7,24 \cdot 5,67 = 14,6 \text{ га/зм.}$$

Розраховуємо витрати палива

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива за зміну.

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3,$$

де Q_p , Q_x , Q_3 – годинна витрата палива за час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном:

$$Q_p^6 = Q_p^M = 25 \text{ кг/год;}$$

$$Q_x^6 = Q_x^M = 15,7 \text{ кг/год;}$$

$$Q_3^6 = Q_3^M = 3,3 \text{ кг/год;}$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

t_x, t_z – відповідно затрачений час на робочі ходи та на зупинки з працюючим двигуном, приймаємо $t_x=t_z$.

Отже

$$Q_{зм}^6 = 25 \cdot 5,67 + 15,7 \cdot 0,665 + 3,3 \cdot 0,665 = 154,7 \text{ кг/зм.}$$

$$Q_{зм}^M = 25 \cdot 5,67 + 15,7 \cdot 0,665 + 3,3 \cdot 0,665 = 154,7 \text{ кг/зм.}$$

Тоді, з урахуванням знайдених величин витрати палива на гектар визначаються як

$$Q_{га}^6 = \frac{154,7}{8,1} = 19,1 \text{ кг/га,}$$

$$Q_{га}^M = \frac{154,7}{14,6} = 10,6 \text{ кг/га.}$$

Економія палива при застосуванні запропонованих змін у технології складе:

$$E_{га} = Q_{га}^M - Q_{га}^6 = 10,6 - 19,1 = -8,5 \text{ кг/га.}$$

Або у перерахунку на всю площу під посіви озимої пшениці:

$$E = E_{га} \cdot S_{пш}$$

де $S = 1028$ га – загальна площа посіву озимої пшениці у господарстві.

Тоді

$$E = 8,5 \cdot 1028 = 8738 \text{ кг}$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Отже, результати розрахунків дозволяють зробити висновок, що агрегат для безполицевого обробітку ґрунту у складі трактора Т-150 К і ґрунторозпушувача ГРН-3,4 матиме значно меншу витрату палива ніж базовий агрегат – Т-150К і плуг ПДН-5-35. Крім того, після проходження ґрунторозпушувача не потрібно проводити додаткові операції по підготуванню ґрунту під посів. Це дозволить підвищити ефективність вирощування пшениці і спрогнозувати позитивний економічний ефект.

Підготовка агрегату до роботи

Всі дії, зв'язані з підготовленням, до праці, мають здійснюватись на регульовальному майданчику. Необхідно перевірити комплектність ґрунторозпушувача, правильність складення та розташування робочих органів, технічний стан та надійність зчеплення; змастити елементи, які обертаються.

Необхідно перевірити надійність затягування всіх кріпильних частин.

Для з'єднання ґрунторозпушувача з трактором використовують автоматичний причіпний пристрій.

Культиваторні лапи налаштовують відповідно до заданої глибини оброблення землі. Для цього виконують такі дії:

- розміщують агрегат на рівній поверхні з твердим покриттям;
- піднімають ґрунторозпушувач у транспортне положення;
- підкладають під тракторні колеса та опорні колеса ґрунторозпушувача бруски, товщина яких на 1–2 см менша за потрібну глибину обробітку;
- опускають ґрунторозпушувач у робоче положення;
- після цього налаштовують положення лап відносно опорних коліс за допомогою регульовального механізму, розташованого на колесах. Максимальна глибина обробітку становить 22 см.

- можливий поперечний перекис рами ґрунторозпушувача відносно горизонтальної поверхні коригують гвинтовими тягами бічних розкосів начіпки трактора;

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

- можливий поздовжній переки́с усувають, змінюючи довжину центральної тяги на́чіпного механізму трактора.

Підготовлення ділянки до основного обробітку ґрунту

Ділянка для оранки, не пізніше 5 діб до початку дій оглядають та наглядають за нею, для своєчасних розпочати роботи.

При огляді визначають стан, засміченість, рельєф, стан доріг. Замічені перешкоди усувають або позначають вішками.

Для основного оброблення ділянки механізмом з машиною ГРН-3,4 виберемо гоновий човниковий метод дії агрегату з петлевими поворотами (рис. 3.1).

Черговість загінок та план–маршрут дій агрегатів.

Величину поворотної смуги визначаємо:

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

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту;

L_a – кінематична довжина агрегату.

Мінімальний радіус повороту агрегату визначається за формулою

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B = 1,7 \cdot 3,57 = 6,1 \text{ м}$$

де $B = 1,57 \text{ м}$ – технологічна ширина захвату агрегату.

Кінематична довжина агрегату розраховується за виразом

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_3 + L_m$$

де $L_{\text{тр}} = 1,15 \text{ м}$ – кінематична довжина трактора Т-150К;

$L_3 = 0$ – кінематична довжина зчіпки;

$L_m = 1 \text{ м}$ – кінематична довжина машини ГРН-3,4.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Тоді, кінематична довжина агрегату буде становити:

$$L_a = 1,15 + 0 + 1 = 2,15 \text{ м.}$$

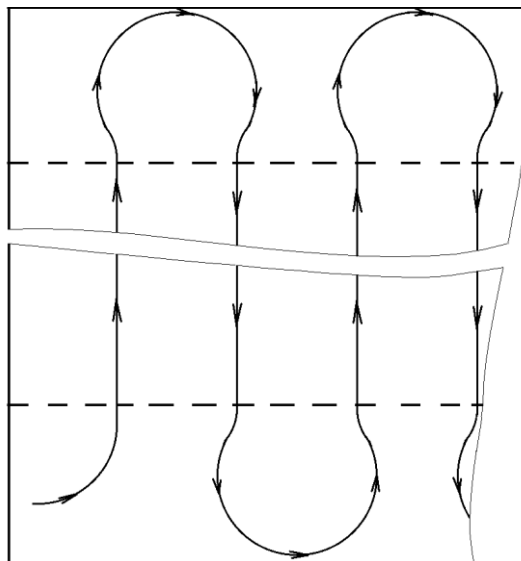


Рис. 2.1. Схема руху орного агрегату по полю.

Ширина розворотної смуги буде

$$E = 3 \cdot 6,1 + 2,15 = 20,5 \text{ м.}$$

Враховуючи те, що ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату робочої машини та оскільки

$$E = K \cdot B,$$

де K – кратність проходу агрегату.

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{20,5}{3,57} = 5,7.$$

Приймаємо $K=6$.

Після округлення отримаємо

$$E = 6 \cdot 3,57 = 21,42 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів визначається за формулою

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x},$$

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

Для гонового способу руху:

$$L_p = L - 2 \cdot E;$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l,$$

де l – довжина виїзду агрегату, м.

Довжина виїзду агрегату:

$$l = 0,5 \cdot L_a = 0,5 \cdot 2,15 = 1,075 \text{ м};$$

Робоча довжина загінки:

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 21,42 = 957,16 \text{ м};$$

Довжина холостого ходу:

$$L_x = 6 \cdot 6,1 + 2 \cdot 1,075 = 38,75 \text{ м}.$$

Тоді

$$K_p = \frac{957,16}{957,16 + 38,75} = 0,96.$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Коефіцієнт близький до одиниці, що вказує на високу ступінь використання робочого часу.

Розробка операційної технологічної карти на основний обробіток ґрунту

Результативність виробництва продукції в рослинництві значною мірою визначається ефективною організацією технологічних процесів, максимальною реалізацією технічного потенціалу тракторних агрегатів та належним виконанням кожної окремої дії. Операційна технологічна карта є зведенням організаційно-технічних вимог, що встановлюють чіткий порядок виконання виробничих завдань. У технологічній карті вказують: умови виконання роботи, агротехнічні норми, етапи підготовки агрегату та поля до роботи, схему руху, швидкісний режим, продуктивність техніки, витрати палива та методи контролю якості виконання. Для складання операційної технологічної карти застосовуються результати попередніх розрахунків, а також додатково розраховуються параметри, пов'язані з організацією виконання технологічної операції.

Визначаємо тривалість одного циклу за формулою:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n,$$

де $L_p=957,42$ м – робоча довжина загінки;

$V_p=7,24$ км/год. – робоча швидкість агрегату;

$t_n=1,5$ – 2 хв. – час повороту в кінці загінки.

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 957,42}{10^2 \cdot 7,24} + 2 \cdot 1,5 = 18,9 \text{ хв.} = 0,31 \text{ год.}$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		21

Визначаємо технічну продуктивність за цикл за формулою:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau,$$

де B , v_p , $T_{\text{ц}}$, τ – використовуємо з попередніх розрахунків.

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 3,57 \cdot 7,24 \cdot 0,31 \cdot 0,81 = 0,65 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну визначаємо за формулою:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}.$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{14,6}{0,65} = 22 \text{ ц/зм.}$$

Виконані розрахунки розрахунково–пояснювальної записки заносимо до операційно-технологічної карти у графічній частині проекту.

Контроль якості виконання операції

Забезпечення якості виконання механізованих робіт – є ключовим завданням у сільськогосподарському виробництві. Кожна операція оцінюється за набором показників, що визначають відповідність її виконання агротехнічним вимогам. У рекомендаціях щодо контролю якості операцій слід зазначити основні контрольні показники та допустимі межі їх відхилень. При аналізі якості роботи механізму важливо врахувати додаткові аспекти, такі як рівень загортання післяжнивних решток, наявність огріхів, якість обробки поворотних смуг тощо.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Необхідна таблиця за оцінкою та контролем якості основного обробітку 2.1

Таблиця 2.1.

Контроль і оцінка якості основного обробітку ґрунту

Показники	Нормативи	Бал	Методи визначення
Хиба від норми оранки, см	± 1	3	Заміри глибини
	± 2	2	виконується в 10 місцях
	Більш ніж ± 2	1	за діагоналлю площі
Рівність (довжина профілю перевищує довжину проєкції), см	Не більш ніж 5	3	Заміри довжини профілю впоперек напрямку
	Не більш ніж 7	2	оранки 10-метровим
	Більш ніж 7	1	шнуром, поєднаним із 2-метровою стрічкою
Гребнистість (висота гребенів), см	Рівна поверхня, рівні розгінні борозни	3	Заміри гребень й борозни, зокрема
	Не більш ніж 7	2	звальних гребень та
	Більш ніж 7	1	розвальних борознен профілометром

Якість оброблення поворотних ліній і якість оброблення основної ділянки мають бути однаковими, присутність необроблених ділянок забороняється.

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

Аналіз конструкцій машин для основного обробітку ґрунту

За характером взаємодії з ґрунтом, машини для основного обробітку розділяють на дві категорії – активні і пасивні.

Активні – фрезерні агрегати (рис. 3.1) здійснюють рихлення ґрунту на глибину до 20-25 см, знищують стебла і кореневу систему бур'янів та подрібнюють пожнивні рештки. Вони можуть оснащуватись лаповими ґрунтопоглиблювачами (АКР-3,6 та ін.).



Рис. 3.1. Фрезерний агрегат 1GQN 180

Активні робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора за допомогою карданних передач і редукторних механізмів.

Попри високу ефективність роботи фрезерні агрегати мають і недоліки, серед яких виділяють високу енергоємність і відносно низьку продуктивність.

До активних агрегатів можна віднести і дискові плуги (рис. 3.2.), які не мають приводу від ВВП, як фрезерні агрегати, однак здійснюють обертання дисків від взаємодії з ґрунтом.

Дискові плуги мають діаметри робочих органів від 460 мм до 800 мм, а інколи і більше. Вони якісно рихлять ґрунт, обертають шар, заорюючи рослинні рештки, мають низькі енергетичні показники роботи.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		24



Рис. 3.2. Дисковий плуг 1LYT-625

Широкого використання дискові плуги не знаходять внаслідок такого негативного явища як надмірне подрібнення ґрунтових часток до пиловидного – самого ерозійно небезпечного стану, який стає незв'язним і легко вивірюється або змивається під час опадів або сніготанення, особливо, на схилах.

Пасивні ґрунтообробні агрегати є найбільш поширеними, які, у свою чергу, також розділяють на дві групи – полицеві (рис. 3.3, 3.4) і безполицеві (рис. 3.5 – 3.7).



Рис. 3.3. Полицевий класичний плуг Diamant.

Полицеві знаряддя дозволяють рихлити ґрунт, загортати органічні і мінеральні добрива і рослинні рештки у шар ґрунту для пригнічення росту бур'янистої рослинності і створення добрих умов для збереження родючих властивостей.

Ґрунтообробний агрегат, створений з трактора і класичного плуга є несиметричним, тому вимагає розбивки поля на загінки і непродуктивних рухів всклад або в розвал, які ще й залишають гребені або борозни. Для усунення цього недоліку були створені оборотні плуги (рис. 3.4), які можна використовувати, забезпечуючи продуктивний рух човником.

Використання оборотних плугів (рис. 3.4) значно збільшує продуктивність роботи орних агрегатів і підвищує загальну якість стану поверхні поля – без звальних гребенів і розвальних борозен, однак вартість оборотних плугів, внаслідок подвійної кількості робочих органів (корпусів передплужників тощо) є значною.



Рис. 3.4. Полицевий оборотний плуг Bomet

Загальним же недоліком полицевих (класичних і оборотних) плугів є висока питома енергоємність виконання технологічного процесу – найвища серед усіх ґрунтообробних знарядь і утворення підорної підшви –

ущільнення ґрунту нижче дна борозни, яка з часом робиться суцільною, достатньо товстою і, особливо, на глинистих і суглинкових ґрунтах. Даний ефект перешкоджає повітрообміну і капілярному вологообміну, знижуючи родючість і сприяючи ерозійним процесам.

Останнім часом отримують найбільш стрімкий розвиток чизельні знаряддя (рис. 3.5 – 3.8), принцип роботи яких оснований на сколюванні товстого суцільного шару ґрунту і утворенні глиб, між якими проникає повітря і затримується волога. Для більшого подрібнення поверхневого шару використовують різного роду котки, які встановлюють позаду основних робочих органів (рис. 3.5).

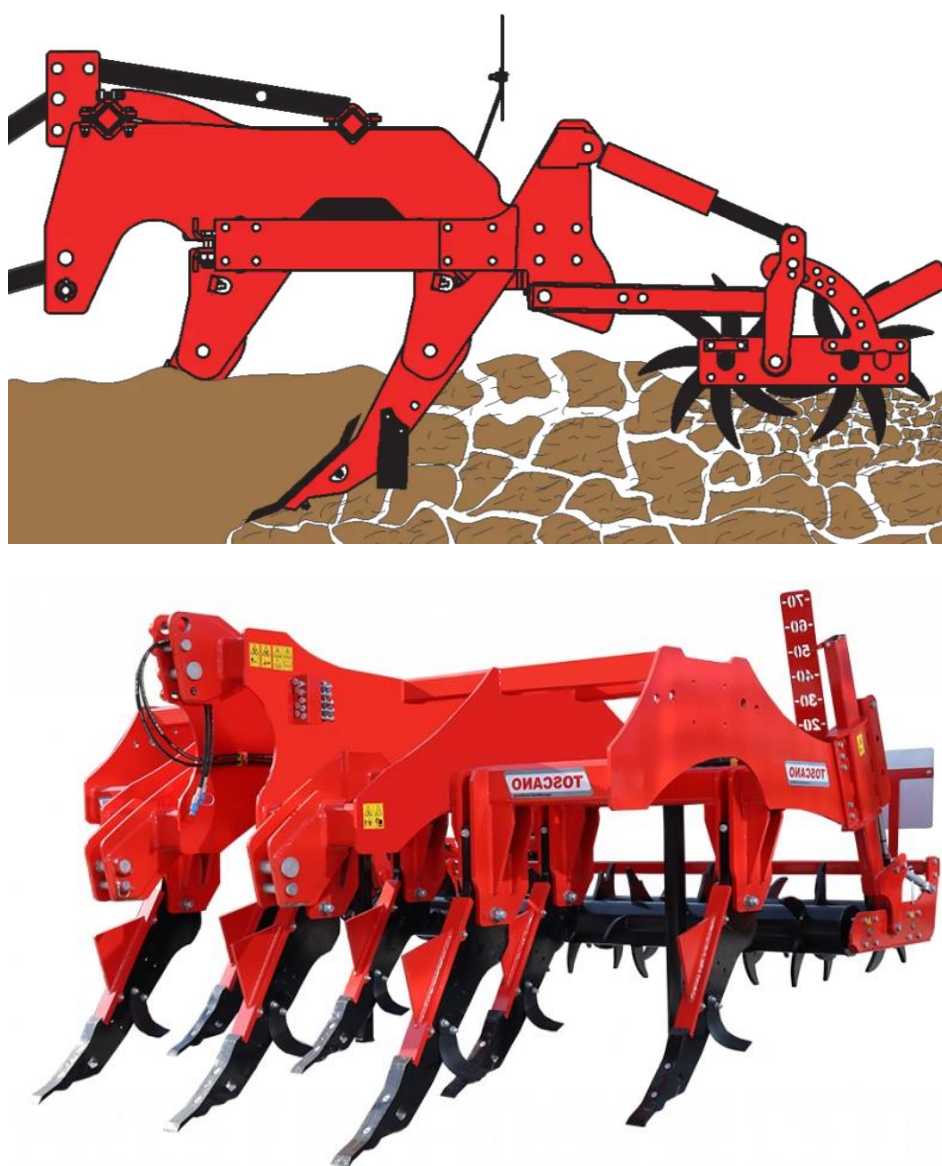


Рис. 3.5. Схема роботи і загальний вигляд чизельного плуга Т-300 / 7

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МР 00.000 ПЗ

Арк.

27

Основними перевагами чизельних знарядь є відносно невисока енергоємність процесу, велика глибина обробітку, що дозволяє руйнувати підорну підшву, що утворюється полицевими агрегатами



Рис. 3.6. Чизельний плуг ГР-2,5

Для кращого подрібнення ґрунту у середніх шарах, на стояках виробники встановлюють крила (рис. 3.5 і 3.7), що певним чином імітують роботу стрілочастих лап і зменшують розміри глиб.



Рис. 3.7. Чизельний плуг Matris

Для створення порожнин у товщі шару, де накопичується волога використовують чизельні щілинорізи (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Чизельний плуг-щілиноріз

Недоліками чизельних плугів є неможливість заробки їх робочими органами рослинних решток, органічних і мінеральних добрив, а також отримання надто крупних агрегатних часток ґрунту.

Схожими перевагами і недоліками володіють і плуги-плоскорізи (рис.3.9).



Рис. 3.9. Плуг-плоскоріз ПГ 3-5

Плоскорізи, зокрема, ПГ 3-5 (рис. 3.9) мають дещо кращі показники якості рихлення, оскільки оснащені, окрім долота на носку, стріловидними

широкозахватними лапами з певним кутом підйому шару ґрунту. При цьому стояки лап здійснюють лише додаткове руйнування крупних глиб за їх наявності.

Найбільше зацікавлення, для нас виявляють безполицеві знаряддя, що здійснюють основний пошаровий обробіток ґрунту (рис. 3.10).

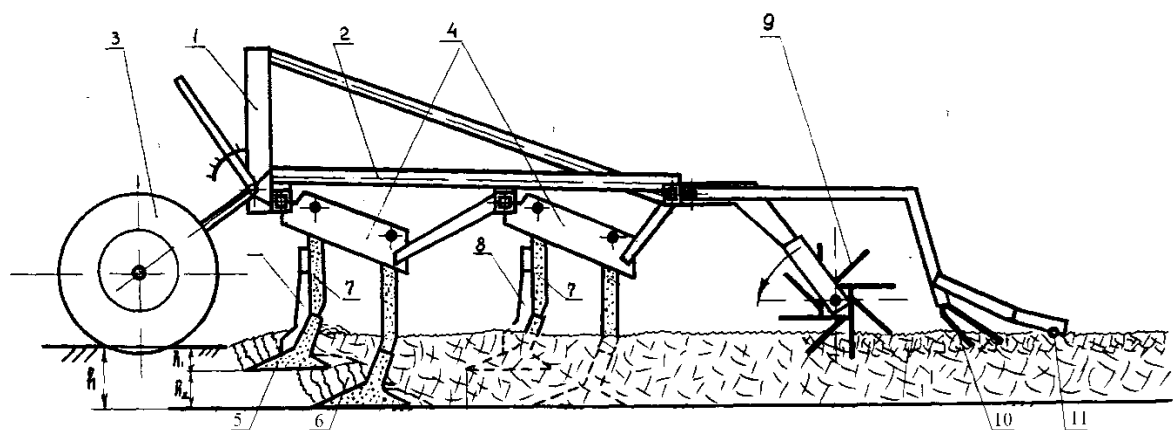


Рис. 3.10. Агрегат для пошарового обробітку ґрунту ГРН:

1 – начіпний пристрій; 2 – рама; 3 – опорні колеса; 4 – гряділі; 5 – лапи верхнього ярусу; 6 – лапи нижнього ярусу; 7 – стояки лап; 8 – ножі; 9 – голчастий коток; 10 – гребінки; 11 – шлейфи.

Агрегати для пошарового обробітку ґрунту сімейства ГРН є універсальними машинами, які за один прохід здатні здійснити якісну оранку і при цьому підготувати ґрунт до сівби зернових культур.

Лапи даного агрегату встановлюються у двох горизонтах і забезпечують рихлення шарів товщиною до 12 см кожний, тобто, як звичайні парові культиватори. При цьому голчасті котки і шлейфи ефективно вирівнюють поверхню.

Обґрунтування параметрів робочих органів ГРН-3,4

Умовами праці з ґрунтообробними механізмами є дуже важкими, через їх робочі органи, які пересуваються у шарі землі, у якій знаходиться основна маса коріння, до того ж на ділянці є багато пожнивних решток, а волога й твердість землі, різних за механічним складом, суттєво відрізняється.

З ґрунторозпушувачем із заорювачем на ділянці не має лишатися незароблених рослинних решток та органічних решток .

Поверхня ділянки має бути рівна. Висотою гребенів та глибиною впадин більш ніж 4см.

Глибина розпушення має бути рівномірною по всій поверхні. Хиба середньої глибини від заданої не більше ± 2 см. Коріння бур'янів на заданій глибині має бути повністю підрізаним.

Розмір грудок 2...10см; кількість грудок діаметром більш ніж 10см не мусить бути більш ніж 20%.

Помилки заборонені, та необроблені ділянки .

Модернізований ґрунторозпушувач ГРН-3,4 є універсальним знаряддям, призначеним для виконання як основного, так і поверхневого оброблення землі. Конструкція ґрунторозпушувача (рис. 3.11) включає: раму 1 з навісним пристроєм, заорювач 2, механізм контролю глибини оброблення 3, стрілчастих лап 4, розташованих у двох горизонтах. Для заробки добрив і залишків пропонуємо встановити дискового заорювача 5 з вирівнювачем 6.

Рама ґрунторозпушувача має зварну конструкцію замкнутого типу, виготовлену з труб прямокутного перерізу, і є основним несучим елементом агрегату. Між переднім, середнім і заднім поперечними брусами приварені гряділі. У передній частині рами розташовані два кронштейни для кріплення опорних коліс, а також замок із ребрами жорсткості, призначений для з'єднання агрегату з начіпною системою трактора.

Кронштейни оснащені секторами з отворами, в які вставляються штирі для фіксації опорних коліс. На задньому поперечному брусі розташовані шарніри, до яких кріпиться заорювач.

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Зверху на стояках лап є щілини для фіксації їх на гряділі із поміччю штифта. Передні стояки є опорами для вертикальних ножів, котрі кріпляться на кронштейнах.

Опорні колеса з гумовим протектором, діаметр яких становить 510 мм, потрібні для підтримання рами в горизонтальному положенні та забезпечення заданої глибини оброблення. Контроль глибини здійснюється шляхом переміщення підпружинених штирів у один із п'яти щілин на секторі кронштейна рами.

Заорювач є компактним дисковим плугом, що кріпиться шарнірно на задньому поперечному брусі. Він забезпечує перевертання верхнього шару землі для заробки рослинних залишків або органічних добрень.

Щоб вирівняти поверхню ділянки після роботи дискових заорювачів встановлюються розрівнювачі, які усувають нерівності, спричинені звальними та розвальними борознами.

Грунторозпушувач ГРН-3,4 є навісним агрегатом, переміщення якого в робоче або транспортне положення здійснюється з поміччю гідравлічної системи.

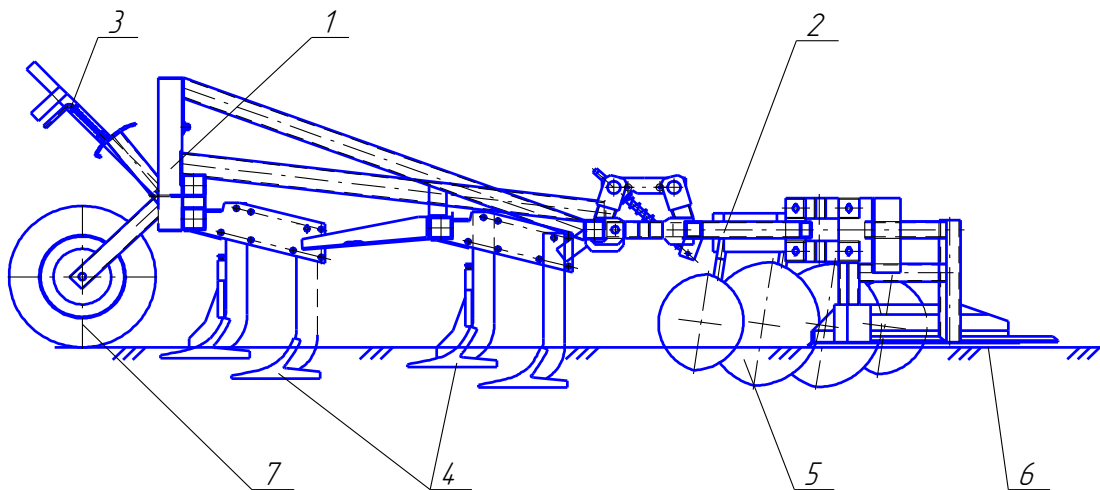


Рис. 3.11. Грунторозпушувач ГРН-3,4 із заорювачем:

1 – рама з навісним пристроєм; 2 – заорювач; 3 – механізм регулювання глибини; 4 – стрілчасті лапи; 5 – дисковий заорювач; 6 – вирівнювач; 7 – опорні колеса.

Регулювання агрегату на задану глибину здійснюється за допомогою механізму 3 (рис. 3.11).

Глибина обробки ґрунту становить 14...24 см. Глибина заорювання рослинних решток та органічних добрив – до 16 см.

Обґрунтування типу і параметрів лап

Для роботи у складі ґрунторозпушувача будемо використовувати важкі стрілочасті лапи. Вони працюють як з'єднані у носку клини, поставлені під гострим кутом γ до напрямку руху. Кут між лезами лапи – 2γ (рис. 3.12).

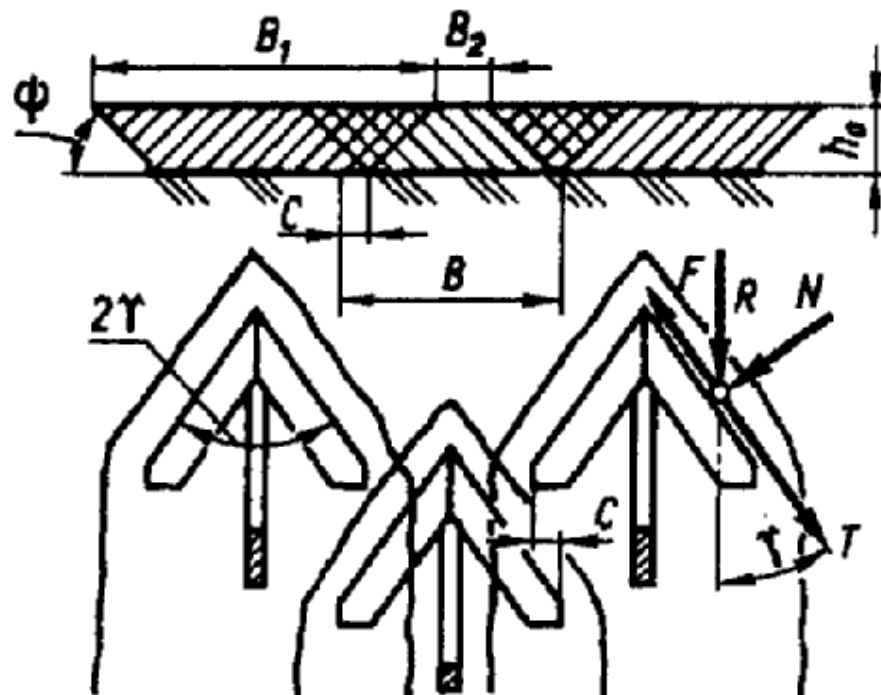


Рис. 3.12. Схема роботи стрілочастих лап.

У основі обґрунтування кута розхилу 2γ (рис. 3.13) лежить умова, ковзання по лезу лапи коріння і стебел рослин для уникання їх накопичення. Крім того, різання з ковзанням, полегшує перерізання бур'янів

Умова ковзання:

$$\gamma < 90^\circ - \max \varphi,$$

де $\varphi = 45^\circ$ – кут тертя бур'яну по лезу.

Тоді, кут розхилу буде становити

$$\gamma < 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$$

Приймаємо для застосування на ґрунторозпушувачі стандартну універсальну стрілочасту лапу з наступними параметрами (рис. 3.13):

- кут розхилу $\gamma = 32^\circ 30'$;
- ширина крила (найбільша) $b_1 = 55$ мм;
- ширина крила (найменша) $b_2 = 30$ мм;
- кут кришення $\beta = 28^\circ$;
- кут підйому $\alpha = 16^\circ$;
- ширина лапи $B = 330$ мм;
- товщина лапи $S = 10$ мм.

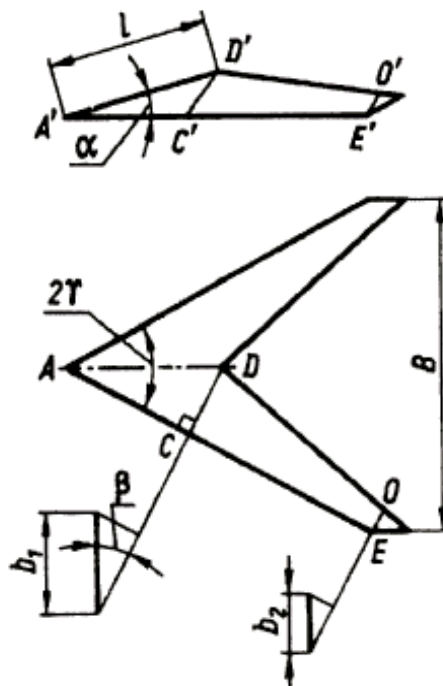


Рис. 3.13. Основні параметри стрілчастої лапи.

Лапи виготовляють переважно з міцної якісної сталі 65Г, до якої додають легуючий елемент – марганець для отримання підвищеної зносостійкості.

Кут загострення леза лапи – 15° . Наплавка на тильній стороні леза з карбіду хрому дозволить отримати ефект його самозаточування.

Обґрунтування розміщення лап

Лапи культиватора для пошарового обробітку розміщують у два ряди (рис 3.14). Відстань між сусідніми лапами приймають так, щоб було забезпечене перекриття зон деформації ґрунту.

Відстані між сусідніми лапами та їх рядами вибираємо з умов поширення зон деформування ґрунту при дії на нього лап культиватора

$$L_p \geq h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + L$$

де $h_0 = 12$ см – максимальне заглиблення лап верхнього горизонту;

L - виліт лапи.

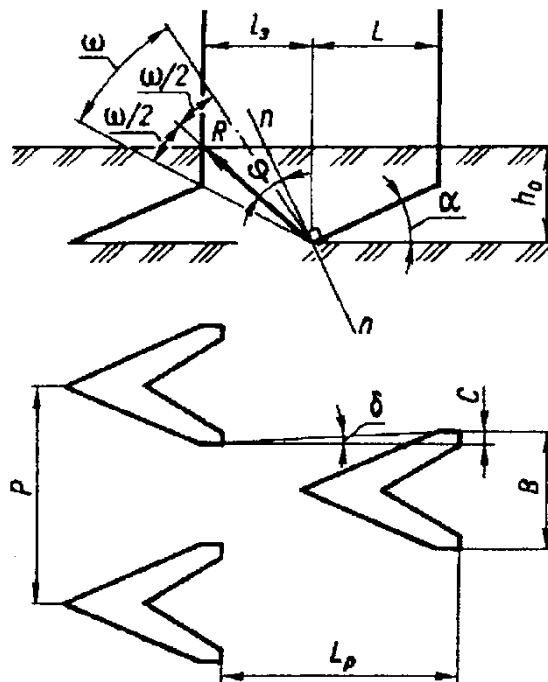


Рис 3.14. Схема розміщення лап одного горизонту

Виліт лапи визначають за формулою:

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

де r_0 – радіус заокруглення стояка;

l – довжина прямолінійної ділянки лапи.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МР 00.000 ПЗ

Арк.

35

Довжина прямолінійної ділянки лапи розраховується за виразом:

$$l = \frac{b_1 \cdot \sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{55 \cdot \sin 28}{\sin 16} = 93,6 \text{ мм}$$

Приймаємо $l=95$ мм.

Радіус заокруглення стояка:

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

де H_r – відстань, по горизонталі.

$$H_r \geq 2h_0 = 2 \cdot 120 = 240 \text{ мм.}$$

Прийmemo $H_r=250$ мм.

Радіус заокруглення стояка^

$$r_0 = \frac{250 - 95 \cdot \sin 16}{\cos 16} = 232 \text{ мм}$$

Прийmemo $r_0 = 235$ мм.

Тоді виліт лапи:

$$L = 235 \cdot (1 - \sin 16) + 250 \cdot \cos 16 = 410,5 \text{ мм}$$

Прийmemo $L=410$ мм.

Тож розрахункова відстань між сусідніми лапами:

$$L_p \geq 120 \cdot \text{tg}(16 + 45) + 410 = 626 \text{ мм}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Прийmemo $L_p=650\text{мм}$.

Лапи на машині встановлені у різних горизонтах (рис. 3.15).

Така схема гарантує якісне кришення ґрунту на всю глибину обробітку.

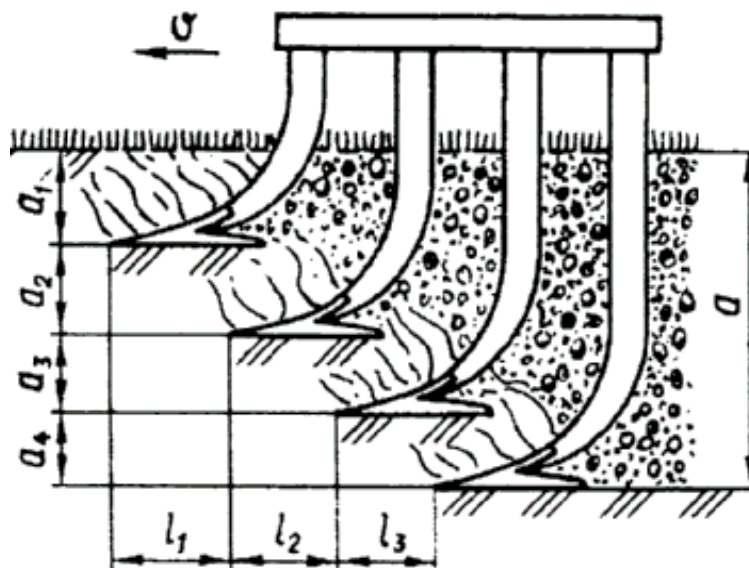


Рис. 3.15. Схема гряділя для пошарового розпушування ґрунту.

Мінімальну відстань l_1 між передньою та задньою лапами визначають за формулою:

$$l_{1\min} \geq a_2 \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi_r)$$

де $a_2=100\text{ мм}$ — глибина заглиблення лапи другого горизонту.

$\varphi_r=44^\circ$ — коефіцієнт тертя ґрунту по сталі (прийнято для темно-каштанового, глинистого ґрунту з вологістю 6-20%).

$$l_{1\min} \geq 100 \cdot \operatorname{tg}(28 + 44) = 307\text{ мм}$$

Приймаємо відстань між суміжними лапами $l_1=310\text{ мм}$.

Обґрунтування параметрів заорювача

У задній частині ґрунторозпушувача встановимо дисковий заорювач рослинних решток та добрив. У такому виконання агрегат буде мати найбільшу універсальність.

Робочими органами заорювача є увігнуті сферичні диски з гострими кряями. Під час роботи сферичний диск вирізає невеликий шар ґрунту, кришить його та перевертаючи відкидає вбік. На заорювачі використовують сферичні диски з суцільним лезом (рис. 3.16).

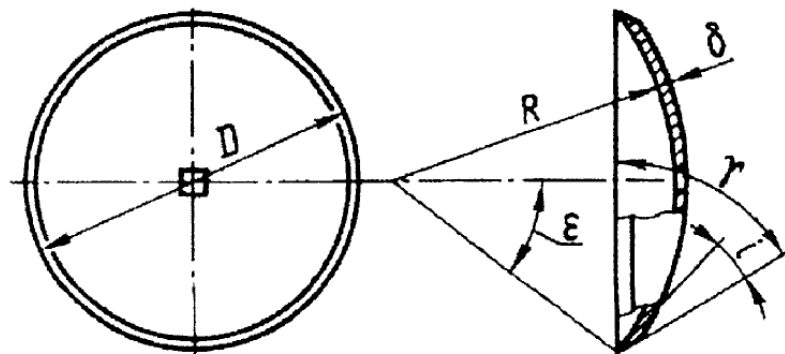


Рис. 3.16. Сферичний суцільний диск заорювача.

Приймаємо кут загострення $i = 15^\circ$.

Діаметр дисків:

$$D = k \cdot h_0 = 4 \cdot 160 = 640 \text{ мм}$$

де $k = 4 \dots 6$ – коефіцієнт глибини;

$h_0 = 160$ мм - глибина обробітку заорювачем.

Приймаємо зі стандартного ряду $D = 610$ мм.

Радіус кривизни диска визначаємо за формулою

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

де $\epsilon = 22 \dots 26^\circ$ - кут твірної диску.

Радіус кривизни диска

$$R = \frac{610}{2 \cdot \sin 24} = 749 \text{ мм}$$

Прийmemo $R = 750 \text{ мм}$

Відстань між дисками у батареї (рис. 3.77) знайдемо за формулою:

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

де h_r - висота гребенів на дні борозен після проходу батареї;

$\alpha = 32^\circ$ – кут атаки заорювача.

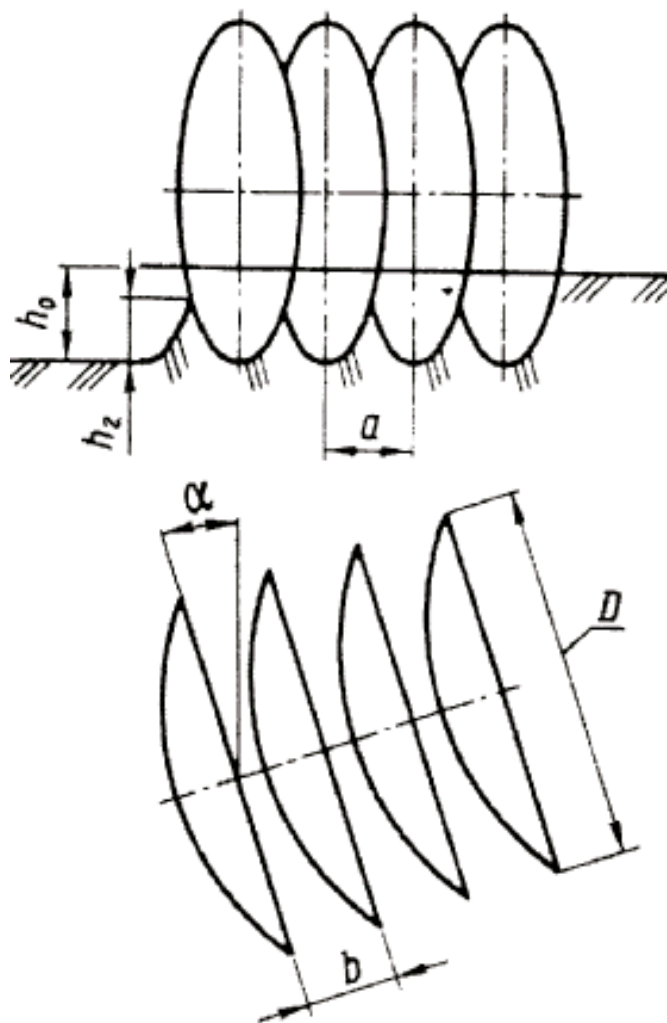


Рис. 3.17. Схема розміщення дисків.

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МР 00.000 ПЗ

Арк.

39

Висота гребенів:

$$h_r \leq 0,5 \cdot h_0 = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм}$$

Відстань між дисками у батареї буде

$$b \geq 2 \cdot \sqrt{80(610 - 80) \cdot \operatorname{tg} 32} = 325 \text{ мм}$$

Кількість дисків на заорювачі:

$$z = \frac{B}{b \cdot \cos \alpha} = \frac{3400}{325 \cdot \cos 32} = 12,3$$

Приймаємо $z=12$.

Уточнюємо відстань між дисками у батареї:

$$b' = \frac{B}{z \cdot \cos \alpha} = \frac{3400}{12 \cdot \cos 32} = 334,1 \text{ мм}$$

Обґрунтування повздовжньої стійкості агрегату

Найбільш нестійким положенням у повздовжній площині матиме агрегат з піднятим у транспортне положення ґрунторозпушувачем ГРН-3,4 при русі на підйом (рис. 3.18).

Стійкість агрегатів оцінюється коефіцієнтом запасу повздовжньої стійкості. Умову стійкості буде забезпечено у випадку дотримання нерівності

$$x_H \leq 0,4$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		40

Коефіцієнт запасу повздовжньої стійкості визначається за формулою

$$x_H = \frac{G_H \cdot a_H}{G \cdot a},$$

де $G_H = 12,8$ кН - вага ГРН-3,4;

$a_H \approx 1,5$ м – повздовжня координата центра ваги ґрунторозпушувача, що піднятий у транспортне положення;

$G = 76$ кН – вага трактора Т-150К;

$a = 1,82$ м – повздовжня координата центра ваги трактора, відносно вісі ведучих коліс.

Підставивши вказані параметри до формули визначимо коефіцієнт повздовжньої стійкості

$$x_H = \frac{12,8 \cdot 1,5}{76 \cdot 1,82} = 0,139$$

Отримане значення задовольняє умові стійкості $x_H < 0,4$.

Проведемо перевірку навантаження на колеса трактора.

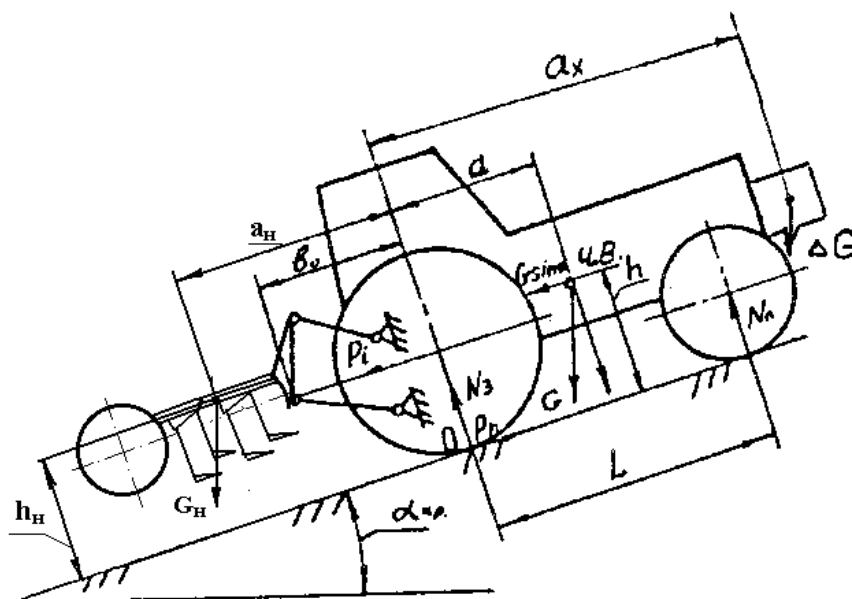


Рис. 3.18 Розрахункова схема агрегату, що рухається на підйом.

Навантаження на передні колеса визначається за формулою

$$N_n = \frac{G \cdot a - G_H \cdot a_H - f \cdot r(G + G_H)}{L},$$

де $f = 0,1$ – коефіцієнт перекочування для поля зі стернею;

$r = 0,64$ м – радіус кочення ведучих коліс трактора Т-150К;

$L = 2,86$ м – повздовжня база трактора Т-150К.

Підставивши вказані значення отримаємо

$$N_n = \frac{76 \cdot 1,82 - 12,8 \cdot 1,5 - 0,1 \cdot 0,64(76 + 12,8)}{2,86} = 49,4 \text{ кН},$$

Навантаження на передні колеса нижче допустимого $[N] = 52,0$ кН .

Визначимо навантаження на задні колеса

$$N_z = G + G_H - N_n = 76 + 12,8 - 49,4 = 39,4 \text{ кН}$$

Навантаження на задні колеса нижче допустимого.

Значить трактор в змозі працювати з даною машиною.

Визначення критичного кута схилу.

Критичний кут схилу, на якому може працювати агрегат визначається з виразу

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

де $h = 0,966$ м – вертикальна координата центру ваги трактора;

δ_H – коефіцієнт приведеної ваги агрегату

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Коефіцієнт приведеної ваги агрегату

$$\delta_n = \frac{G_n}{G} = \frac{12,8}{76} = 0,17$$

Підставивши до виразу визначені параметри отримаємо

$$\alpha_1 = \arctg \left(\frac{\left(\frac{1,82}{0,966} \right) \cdot (1 - 0,139)}{1 + 0,17} - 0,1 \right) = 26,7^\circ$$

Силовий аналіз заорювача

Під час роботи сферичного диска на його увігнуту поверхню, лезо та фаску загострення діє тиск ґрунту і, крім того, виникають сили тертя. Дія ґрунту на диск призводить до поздовжньої R_x , поперечної R_y та вертикальної R_z складових реакції ґрунту (рис. 3.19).

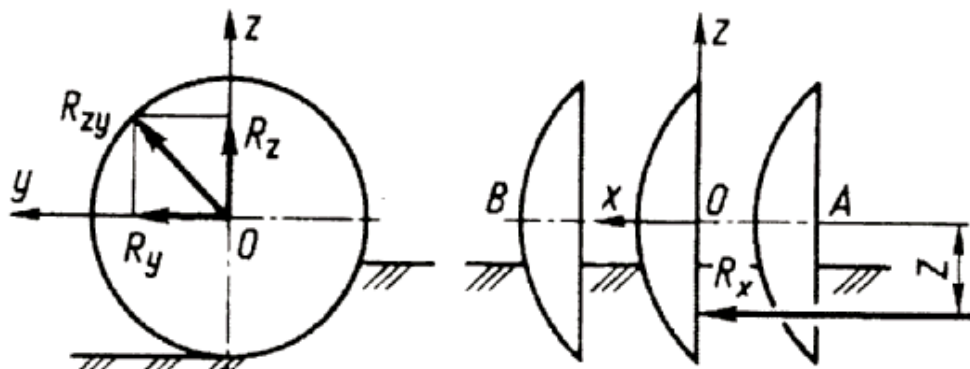


Рис. 3.19. Схема сил, що діють на батарею сферичних дисків.

Опір ґрунту, який переборює батарея сферичних дисків під час роботи, з деякими наближеннями може бути поданий двома силами, що перетинаються, R_{zy} та R_x , які прикладені до середнього диска батареї. Сила R_{zy} розміщена у площині ZOY, яка проходить через вісь обертання дисків O. Сила R_x , яка розміщена у площині ZOX і паралельна осі OX, віддалена від останньої на відстані $Z \approx 0,5 (B - h_0)$. Сила R_x створює відносно осі OY момент

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

$M_y = R_x \cdot 2$, який зумовлює більшу здатність до заглиблення у ґрунт передніх дисків А, ніж задніх В.

Вихідною величиною при силових розрахунках дискової батареї є значення тягового опору

$$P_0 = q \cdot l = 2 \cdot 2,38 = 4,7 \text{ кН},$$

де $q = 2 \text{ кН/м}$ – питомий опір на 1 м ширини захвату;

l — ширина захвату батареї.

$$l = b \cdot z / \cos \alpha = 0,244 \cdot 8 / \cos 35 = 2,38 \text{ м.}$$

Виходячи з величини P_0 , визначимо значення:

$$R_{xy} = P_0 / \sin(\alpha + \beta) = 4,7 / \sin(35 + 12) = 6,4 \text{ кН};$$

$$R_x = P_0 \cdot \cos \beta / \sin(\alpha + \beta) = 4,7 \cdot \cos 12 / \sin(35 + 12) = 6,28 \text{ кН};$$

$$R_y = P_0 \cdot \sin \beta / \sin(\alpha + \beta) = 4,7 \cdot \sin 12 / \sin(35 + 12) = 1,34 \text{ кН.}$$

де β — кут між напрямком дії сили R_{xy} та віссю батареї ОХ (при $\alpha = 15^\circ$ $\beta = 24$ — 40° , при $\alpha = 20^\circ$ $\beta = 16$ — 34°). Для $\alpha = 35^\circ$ $\beta = 12^\circ$.

Для надійного заглиблення дисків у ґрунт необхідно, щоб вага знаряддя та баластних вантажів у 1,2—1,5 рази перевищувала середнє значення вертикальної реакції R_z :

$$R_z = m \cdot P = 1,2 \cdot 4,7 = 5,64 \text{ кН}$$

де $m = 0,9$ — $1,6$.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		44

Енергетичні розрахунки

Визначимо робочий опір ґрунторозпушувача

$$R_{\Gamma} = (K_o + R_i) B_{\kappa}$$

де $K_o = 6$ кН/м – питомий опір ґрунту;

R_i – додатковий опір, який виникає при русі агрегату на підйом, кН/м.

Додатковий опір визначається як

$$R_i = \frac{G_m}{B_{\kappa}} i,$$

де G_m — маса ґрунторозпушувача ($G_m = 12,8$ кН);

$i = 0,03$ – величина підйому;

$B_{\kappa} = 3,4$ м – конструктивна ширина захвату ґрунторозпушувача.

$$R_i = \frac{12,8}{3,4} \cdot 0,03 = 0,11 \text{ кН/м.}$$

Тоді опір ґрунторозпушувача буде дорівнювати

$$R_{\Gamma} = (K_o + R_i) B_{\kappa} = (6 + 0,11) \cdot 3,4 = 20,8 \text{ кН}$$

Дане тягове зусилля забезпечує трактор Т-150, який при русі на III передачі на швидкості 7,24 км/год. розвиває тягове зусилля на гаку $P_{\text{н.гак}} = 29$ кН.

Визначимо тягове зусилля трактора з урахуванням того, що під час роботи, агрегат може рухатись на підйом:

$$P_{\text{гак}} = P_{\text{н.гак}} - G_{\text{тр}} i$$

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де $G_{\text{тр}}$ — маса трактора, кН ($G_{\text{тр}}=76$ кН);

i — величина підйому ($i=0,03$).

З урахуванням знайдених величин, тягове зусилля на гаку трактора буде становити

$$P_{\text{гак}} = 29 - 76 \cdot 0,03 = 26,72 \text{ кН};$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора при роботі з ґрунторозпушувачем розрахується як

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_{\text{г}}}{P_{\text{гак}}} = \frac{20,8}{26,72} = 0,78.$$

Розраховане значення коефіцієнта використання тягового зусилля трактора при роботі з ґрунторозпушувачем свідчить про наявність запасу потужності трактора, що є обов'язковою умовою для роботи агрегату.

Розрахунки на міцність

Розрахунок стояка на міцність

Для перевірки стояків робочих органів ґрунторозпушувача на міцність використовують дані питомого опору ґрунту (для переднього ряду лап).

Величина горизонтальної складової навантаження на лапу (рис. 3.20.а) становить:

$$R_x = q \cdot b = 2 \cdot 0,33 = 0,66 \text{ кН}.$$

де $q = 2$ кН/м— питомий опір ґрунту, Н/м;

b — числове значення ширини захоплення лапи, м.

Для наближеного судження про міцність стояка визначаємо напруження σ_z від моменту

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$M_{зг} = P \cdot H,$$

де $H=0,56$ м – відстань від опорної площини лапи до місця кріплення стояка до гряділя, м.

Тоді

$$M_{зг} = 0,66 \cdot 0,56 = 0,37 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

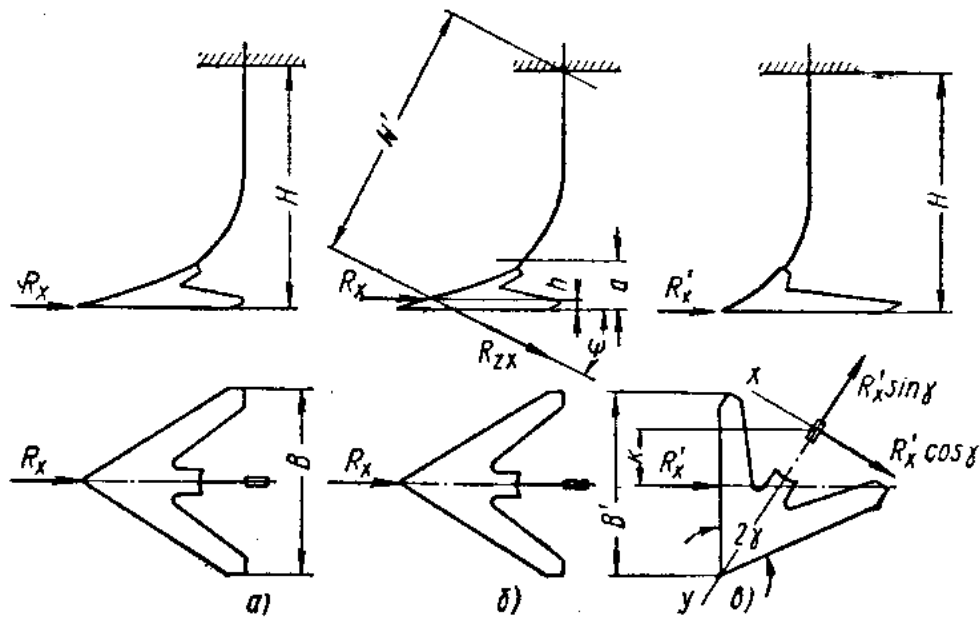


Рис 3.20 Розрахункова схема стояків

Порівняємо з допустимим напруженням $[\sigma_3]$ обраного матеріалу (Сталь Ст0)

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W_y},$$

де W_y – момент опору перетину стояка

$$W_y = \frac{ab^2}{6} = \frac{0,03 \cdot 0,07^2}{6} = 2,45 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3,$$

де a і b – сторони прямокутного перетину стояка, $a=0,03$ м, $b=0,07$ м.

					МР 00.000 ПЗ		Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			47

$$W_x = \frac{a^2 b}{6} = \frac{0,03^2 \cdot 0,07}{6} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Підставивши чисельні значення, одержимо:

$$\sigma_{зг} = \frac{370}{2,45 \cdot 10^{-5}} = 15,1 \text{ МПа}$$

Перевіряємо виконання умови на міцність

$$[\sigma_3] \geq \sigma_{зг}$$

$$[130 \text{ МПа}] > 15,1 \text{ МПа.}$$

Міцність стояка забезпечена.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		48

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на організм персоналу

За галузевими стандартами на модернізованому орному агрегаті наявні небезпечні для обслуговуючого персоналу деталі, механізми та ризики:

- присутність рухомих і обертових частин механізму (підйомно-опускна система ґрунторозпушувача, пересування агрегату).
- генерація шуму і вібрації, спричинена роботою двигуна трактора та великими допусками у виготовленні компонентів і вузлів.
- ризик виникнення небезпеки в момент переведення ґрунторозпушувача з робочого положення в транспортне.
- висока запиленість у зоні роботи механізатора.
- гострі кромки й шорсткі поверхні деталей обладнання, які можуть спричинити травми.
- забивання робочих елементів ґрунтом під час експлуатації.
- ризики при виконанні технічного обслуговування, пов'язані з контактом із паливно-мастильними матеріалами.
- пожежна небезпека.

Розроблення заходів для покращення умов праці

Відповідно до галузевих стандартів, щоб захистити механізатор від негативного впливу агрегату реалізовано комплекс заходів. Зокрема, у кабіні трактора встановлено пиловловлювач, котрий забезпечує очищення повітря та усуває пил і гази.

Для зниження вібрацій кабіна встановлена на гумових амортизаторах, котра забезпечує комфорт оператора. Від яскравого сонця механізатора захищає вбудований сонцезахисний козирок. Механізм оснащений усім потрібним для зручності й безпеки: тримачем для аптечки першої допомоги, термосом для води об'ємом 3 літри, регульованим дзеркалом заднього виду та пристроєм для зберігання верхнього одягу. Рівень шуму на робочій території не перевищує 85 дБА, що є нормою.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Розташування вузлів сівалки забезпечує потрібний огляд при праці й транспортуванні:

- простір на території огляду;
- частини конструкції (переднього колеса), і орієнтири руху (лінії обробленої ділянки);
- робочі органи, котрим необхідний візуальний контроль при обробленні землі;
- частини конструкції трактора та ґрунторозпушувача, котрі треба для начіплення ґрунторозпушувача на трактор.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		50

5. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВДОСКОНАЛЕНЬ

В результаті модернізації технології вирощування озимої пшениці, нами внесені зміни до технологічної карти. На операції оранки нами запропоновано використати агрегат у складі трактора Т-150К з ґрунторозпушувачем ГРН-3,4 замість п'ятикорпусного оборотного плуга.

Проведені розрахунки довели переваги модернізованої технології, яка дозволяє підвищити продуктивність до рівня 14, 6 га/зм., у порівнянні з базовою – 8,1 га/зм.

Попри рівні змінні розрахункові витрати палива – 154,7 кг/зм., питомі витрати на гектар суттєво знизилися до рівня 10,6 кг/га (у базовій технології 19,1 кг/га), тож економія палива при застосуванні запропонованих змін у технології складе 8,5 кг/га, або у перерахунку на всю площу оранки (1028 га) – 8738 кг.

Отже, результати розрахунків дозволяють зробити висновок, що агрегат для безполицевого обробітку ґрунту у складі трактора Т-150 К і ґрунторозпушувача ГРН-3,4 матиме значно меншу витрату палива ніж базовий агрегат – Т-150К і плуг ПДН-5-35. Крім того, після проходження ґрунторозпушувача не потрібно проводити додаткові операції по підготуванню ґрунту під посів. Це дозволить підвищити ефективність вирощування пшениці і спрогнозувати позитивний економічний ефект.

Таким чином внесені зміни є доцільними.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

6. ВИСНОВКИ

У дипломному проекті нами проведено вдосконалення технології вирощування пшениці шляхом заміни орного агрегату, що складався з трактора Т-150К та п'ятикорпусного оборотного плуга, агрегатом у складі трактора Т-150К і ґрунторозпушувача ГРН-3,4 із заорювачем.

В технологічній частині дипломного проекту проведено обґрунтування запропонованих заходів по вдосконаленню технології вирощування пшениці: розрахований склад агрегату, складена операційно-технологічна карта на основний обробіток ґрунту запропонованим знаряддям – ґрунторозпушувачем ГРН-3,4, а також приведені заходи по підготовці до роботи агрегату. На основі технологічних розрахунків визначена порівняльна характеристика роботи базового та запропонованого агрегату, яка свідчить про економію часу і палива при проведенні операції оранки.

В науковій частині проведено аналіз знарядь, призначених для основного обробітку ґрунту. Визначено найбільш універсальну конструкцію – машину для пошарового обробітку і запропоновано уносконалення шляхом встановлення заорювача рослинних решток. Також обґрунтовані основні конструктивні параметри машини ГРН-3,4, оснащеної заорювачем, проведений розрахунок стійкості агрегату. Розраховані параметри оригінального вузла «Диск», креслення та деталювання якого наведено у графічній частині проекту.

У розділі «Охорона праці» проведено комплекс заходів по безпечній роботі агрегату та уникненню впливу небезпечних та шкідливих факторів на обслуговуючий персонал.

У розділі обґрунтування ефективності вдосконалень наведено доцільність внесених змін до технології вирощування пшениці та розрахунково визначений позитивний економічний ефект від запропонованих заходів.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Список використаної літератури

1. Електронний ресурс: <https://machinery-ukraine.com.ua/ua/p794284085-italyanskij-chizel-glubokoryhlitel.html>
2. Грунторозпушувачі навісні ГРН-3,9, ГРН-2,9, ГРН-1,9. Керівництво по експлуатації. -Київ, 1998 р.
3. Електронний ресурс: <https://agrolead.com/ru/product/clavus-чизель/>
4. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи конструкція, проектування. –К, Урожай, 2001. -381с.
5. Електронний ресурс: <https://sgteh.co.ua/ru/gr-34>
6. 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.
7. Малогабаритні сільськогосподарські машини. Конструкція, теорія і розрахунок. За ред. Акад. НААН В.М. Булгакова. К.: Аграр. наука. 2017. 292 с.
8. Сисолін П.В., Сисоліна І.П. Сучасна методологія створення сільськогосподарської техніки. Монографія. Кіровоград. 2014. 120 с.
9. 12. Свірень М.О., Смірнов В.П., Осипов І.М. та ін. Процеси, машини та обладнання АПВ. Навчальний посібник. Кропивницький. 2018. 296 с.
10. 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.
11. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Харків: Мачулін, 2019. 164 с.
12. 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

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, 2008. – Вип. 21. – С.283-288

13. 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.

14. 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.

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

16. Проектування культиваторів загального призначення / М.В. Бакум, С.П. Нікітін // Навчальний посібник до лабораторно-практичних та індивідуально-консультативних занять. – Харків: ХНТУСГ, 2014. – 36 с.

17. Лещенко С.М., Сало В.М., Петренко Д.І., Васильковський О.М. Вплив конструктивно-технологічних параметрів робочих органів глибокорозпушувача на тяговий опір. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 48 – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – С. 12-21.

18. Целинских В.П. Охорона праці в рослинництві. К.: - Урожай, 1998.

ДОДАТКИ

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Знову розроблена</u>		
A2 x4			MP 00.000 СБ	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	MP 01.000	Ґрунторозпушувач ГРН-3,4	1	
		2	MP 00.038	Рама права	2	
		3	MP 00.034	Рама ліва	2	
		4	MP 00.041-01	Диск	12	
		5	MP 00.041	Диск	8	
		6	MP 00.013	Розрівнювач правий	2	
		7	MP 00.014	Розрівнювач лівий	2	
		8	MP 00.011	Поводок	8	
		9	MP 00.022	Поводок	4	
		10	MP 00.023	Поводок	4	
		11	MP 00.025	Поводок	2	
		12	MP 00.025-1	Поводок	2	
		13	MP 00.064-1	Штанга	8	
				<u>Деталі</u>		
		14	MP 00.682	Штир	20	
		15	MP 00.601	Шарнір	32	

					MP 00.000					
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Ґрунторозпушувач ГРН-3,4					
Розроб	Сидоренко									
Перевірв	Васильковський									
Н. контр.	Мачок									
Затверди	Васильковський				Літера Аркуш Аркушів 2 ЦНТУ. Гр. АІ-23МЗ					

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Знову розроблена</u>		
AI			MP 00.010. СБ	Диск		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	MP 00.010.010	Стояк	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	MP 00.010.601	Вал	1	
		3	MP 00.010.405	Прокладка	1	
		4	MP 00.010.403	Кришка	1	
		5	MP 00.010.404	Кришка	1	
		6	MP 00.010.406	Диск	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		12		Болт М6×12.58.019		
				ГОСТ 7798-70	8	
		14		Гвинт М10×20.58.019		
				ГОСТ 17474-72	4	
		16		Гайка М10-7Н.019		
				ГОСТ 5927-70	4	
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	MP 00.010.010	
Розроб	Сидоренко					
Перевірв	Васильковський				Диск	Літера Аркуш Аркушів 2 ЦНТУ. Гр. AI-23МЗ
Н. контр.	Мачок					
Затверди	Васильковський					

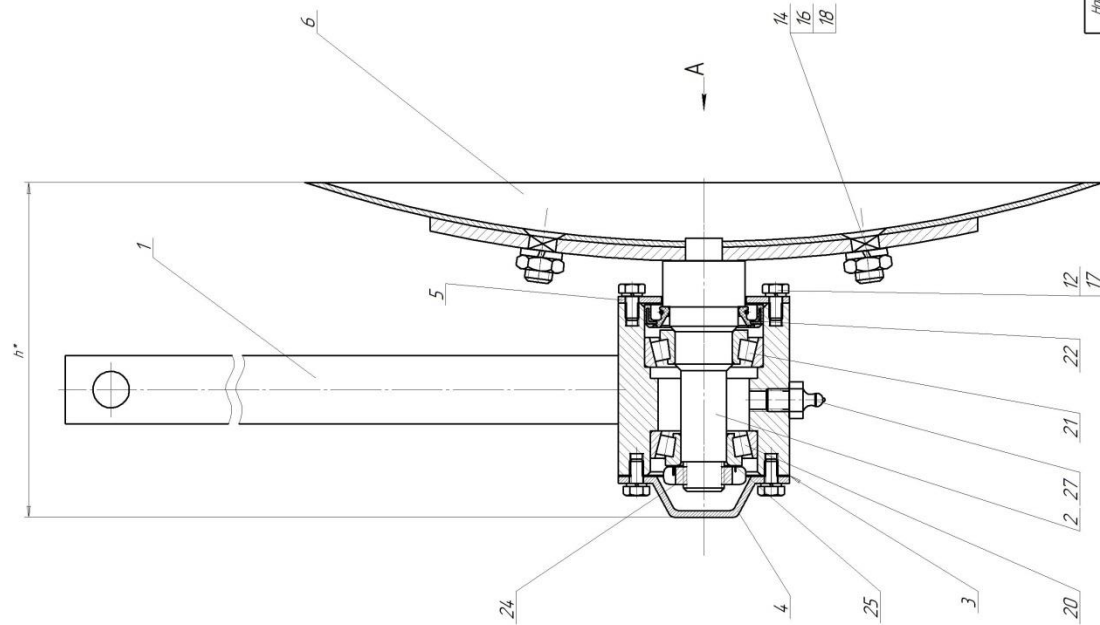
[illegible]

Механізація вирощування озимієї пшениці з удосконаленням грунторозпушувача

Виконав:

студент групи АІ-23МЗ

Сидоренко С.В.



1. Підприємство вузел запобігти сепідлом Х-Ско 2/6-2 ГОСТ 1033-79
2*Розміри для двійток

Наименование	Основной диск	Сменный диск
Диаметр D, мм	610	350
Глубина Н, мм	230	145

[illegible]

