

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломного проекту  
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ З  
РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКЦІЇ БОРОНИ ДИСКОВОЇ**

**Виконав:** студент 4 курсу, групи АІ -1-21  
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Владислав КАЛІНІН

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Наталія ПОНОМАРЕНКО

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище,

ініціали)

«    »                      2025 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Калініну Владиславу Вадимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи: УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ  
ГРУНТУ З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКЦІЇ БОРОНИ ДИСКОВОЇ**

керівник роботи Пономаренко Наталія Олександрівна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«07» травня 2025 року № 964

**2. Строк подання студентом роботи** 31.05.2025 р.

**3. Вихідні дані до проєкту** Огляд стану питання в галузі рослинництва та конструкцій ґрунтообробних агрегатів. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). Аналіз господарської діяльності. Аналіз і обґрунтування технології вирощування та збирання кукурудзи на зерно. Розробка дискового знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту в технологічній схемі вирощування кукурудзи на зерно. Охорона праці. Техніко-економічне обґрунтування застосування знаряддя

для поверхневого обробітку ґрунту. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

1. Огляд конструкцій. 2. Борона дискова 3. Батарея дисків. 4. Рама. 5. Креслення деталей. 5. Техніко-економічні показники.

**6. Консультанти розділів проекту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пономаренко Н.О., доцент		
2	Пономаренко Н.О., доцент		
3	Пономаренко Н.О., доцент		
4	Пономаренко Н.О., доцент		
5	Пономаренко Н.О., доцент		

**7. Дата видачі завдання: 05.03.2025 р.**

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 17.03.2025 р.	<b>Виконав</b>
2	Технологічний	до 12.04.2025 р.	<b>Виконав</b>
3	Конструкційний	до 28.04.2025 р.	<b>Виконав</b>
4	Охорона праці	до 12.05.2025 р.	<b>Виконав</b>
5	Економічний	до 20.05.2025 р.	<b>Виконав</b>
6	Графічна частина	до 31.05.2025 р.	<b>Виконав</b>

**Студент**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Калінін В.В.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Пономаренко Н.О.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)



## АНОТАЦІЯ

Даний дипломний проект складається з пояснювальної записки, яка виконана на 83 сторінках та 6 аркушів креслярських робіт. Пояснювальна записка містить 5 розділів, 11 рисунків, 15 таблиць, 47 формул, 22 джерела технічної та спеціальної літератури.

Мета проекту – удосконалити технологію вирощування кукурудзи на зерно та розробити дискове знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту, яке може бути використане в технологічній схемі обробітку ґрунту даної технології в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Перемога» Межівського району Дніпропетровської області.

Для реалізації наміченої мети в проекті розглянуто та удосконалено технологію вирощування кукурудзи на зерно, розроблено дискове знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту. Обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри дискового робочого органу у складі дискової секції.

Доцільність запропонованих технічних рішень підтверджуються техніко-економічною оцінкою. Річний економічний ефект від впровадження нового агрегату становить 36512,8 грн., термін окупності здійснених капітальних вкладень складає 4 роки.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ПОВЕРХНЕВИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ,  
ДИСКОВИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, БАТАРЕЯ ДИСКІВ

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	9
1.1 Загальні відомості про господарство.....	9
1.2 Кліматичні умови розташування господарства.....	11
1.3 Характеристика рослинництва.....	12
1.4 Характеристика тваринництва.....	14
2 АНАЛІЗ І ОБГРУНТОВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО.....	15
2.1 Характеристика і особливості заданої технології	15
2.2 Експлуатаційне обґрунтування технології та складу агрегату для поверхневого обробітку ґрунту.....	19
2.2.1 Умови виконання роботи.....	20
2.2.2 Агротехнічні вимоги до технологічного процесу дискування.....	20
2.2.3 Контроль якості роботи.....	21
2.2.4. Розрахунок та вибір оптимального складу агрегату.....	22
2.2.5 Опис конструкції і підготовка агрегату до роботи.....	24
2.2.6 Підготовка поля до роботи агрегату.....	24
2.2.7 Розрахунок експлуатаційних показників роботи дискового знаряддя.....	25
2.3 Складання і розрахунок технологічної карти на вирощування кукурудзи на зерно.....	29
3 РОЗРОБКА ДИСКОВОГО ЗНАРЯДДЯ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СХЕМІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО.....	33
3.1. Аналіз роботи і класифікація дискових робочих органів.....	33
3.2. Аналіз і класифікація дискових робочих органів по розташуванню їх	

вісі обертання.....	35
3.3 Огляд існуючих засобів обробітку ґрунту і обґрунтування вибору конструкції дискового знаряддя.....	37
3.4 Агротехнологічні показники роботи дискових знарядь.....	42
3.5 Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів сферичного диску.....	45
3.5.1 Обґрунтування відстані між дисками в складі дискової секції.....	45
3.5.2 Розрахунок геометричних параметрів сферичного диску в складі дискової секції.....	47
3.5.3 Розрахунок вала дискової батареї по умовам міцності на згин.....	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
4.1 Загальний перелік працезохоронних заходів.....	53
4.2 Моделювання процесів формування та виникнення травмонезбезпечних ситуацій при роботі агрегату.....	55
4.3 Розробка заходів по підвищенню рівня технологічної безпеки.....	57
4.3.1 Вимоги техніки безпеки при експлуатації дискового знаряддя.....	57
4.3.2 Вимоги безпеки при виникненні аварійних ситуацій .....	59
4.3.3 Вимоги безпеки після закінчення роботи.....	60
4.4 Розробка карти контролю роботи агрегату для поверхневого обробітку ґрунту по показникам безпеки.....	61
4.5 Заходи екологічної безпеки.....	63
4.5.1 Пересушення ґрунтів і заходи щодо його зменшення.....	64
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЗНАРЯДДЯ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	65
5.1 Розрахунок вартісних витрат.....	67
ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	73

## ВСТУП

Сучасне сільське господарство ґрунтується на механізованих технологіях, тому його ефективність значною мірою залежить від технічної оснащеності та рівня використання технічного потенціалу господарств.

Одним із провідних напрямків науково-технічного прогресу в сучасному землеробстві є мінімізація прийомів обробітку, що передбачає скорочення або об'єднання ряду технологічних операцій, зменшення кількості обробок ґрунту й ін. Мінімізація надає обробітку ґрунту ґрунтозахисний характер і її варто розглядати як важливу умову збереження й накопичення органічної речовини, усунення ущільнення й руйнування структури ґрунту, поліпшення її водно-повітряного режиму.

Обробіток ґрунту - самий енергоємний і фінансовоємний прийом в землеробстві. Так, при оранці ґрунту витрачається від 15 до 28 кг палива на гектар при безполицевому обробітку чизелями або глибокорозпушувачами - від 10 до 25 кг і при обробці дисковими знаряддями - від 8 до 12 кг/га. При цьому енергія витрачається не тільки на виконання технологічного процесу, але й на шкідливе ущільнення і розпилення ґрунту. Отже, шлях пошуку скорочення витрати палива буде прямо пов'язаний зі зменшенням техногенного впливу на ґрунт а це, у свою чергу, вимагає розробки нових менш енергоємних почвообробних робочих органів, якими є дискові робочі органи.

Якість обробки ґрунту визначається багатьма факторами, із яких найбільш важливими є: досконалість робочих органів і їхня відповідність агротехнічним вимогам і типу оброблюваних ґрунтів, робочим режимам обробітку. В даний час дуже важливо, щоб обробіток ґрунту проводився при зменшених енерговитратах та максимальній якості.

Метою дипломної роботи є удосконалення технології і розробка дискового знаряддя в технологічній схемі вирощування кукурудзи на зерно.

# 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

## 1.1 Загальні відомості про господарство

ТОВ «Перемога» розташоване в Межівському районі Дніпропетровської області і знаходиться на відстані 14 кілометри від районного центру смт. Межова та 143 кілометри від обласного центру міста Дніпропетровськ. Основними видами господарської діяльності є виробництво продукції рослинництва, такої як зерно озимої пшениці, кукурудзи, ячменю, гороху та інших, а також виробництво продукції тваринництва зокрема молока та м'яса свинини.

Територія господарства знаходиться в межах Південно-Східного району Центрального Лісостепу. Рельєф земель господарства досить рівний, який сприяє майже на всій території, ефективному використанню сільськогосподарської техніки.

Природно-економічні умови господарства сприятливі для вирощування високих урожаїв зернових культур, коренебульбоплодів, гороху, кукурудзи на силос і інших сільськогосподарських культур.

Одержання високих врожаїв пшениці, кукурудзи на зерно, а також силосу кукурудзи дають можливість розвивати тваринництво м'ясо-молочного напрямку. Тому щоб збільшити виробництво продукції тваринництва необхідно його забезпечити високоякісними кормами, зокрема високоякісним зерном кукурудзи.

Для забезпечення виконання робіт в господарстві виникла необхідність забезпечення господарства трудовими ресурсами, дані про які наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Забезпеченість господарства трудовими ресурсами в 2024 році

Категорії робітників	Кількість, чол
Постійні робітники	172
Сезонні робітники	28
Інженерно-технічні робітники	4
Службовці	3
Всього робітників	207

Забезпеченість господарства машино-тракторним парком наведена в таблиці 1.2 і свідчить про те, що господарство забезпечено машино-тракторним парком в необхідній кількості.

Таблиця 1.2 - Забезпеченість господарства машино-тракторним парком

<i>Назва машин</i>	<i>Кількість, шт</i>	Потужність, к.с
Всього тракторів	28	1459
В т.ч. гусеничні	15	930
колісні	13	455
Спеціальні трактори	2	74
Комбайни	5	460
Автомашини	12	960

Дані про землекористування господарства наведені в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Землекористування ТОВ "Перемога"

Види угідь	Роки					
	2022	%	2023	%	2024	%
<b>Загальна земельна площа</b>	4255	100	4298	100	4490	100
в т.ч. с.-г. угідь	3915	92,0	3958	92,0	4106	91,4
З них рілля	3366	79,1	3409	79,3	3568	79,5
сінокоси	109	2,6	109	2,5	230,5	5,1
пасовища	423	9,9	423	9,8	299,8	6,7
багаторічні насадження	17	0,4	17	0,4	7,6	0,2
Ліси	17	0,4	17	0,4	17	0,4
Ставки і водойми	26	0,6	26	0,6	26	0,6
Інші угіддя	297	7,0	297	7,0	341,6	7,6

Як видно із таблиці загальна земельна площа на протязі останніх трьох років залишається практично незмінною і становить 4490 га, в тому числі сільськогосподарських угідь 4106 га.

## 1.2 Кліматичні умови розташування господарства

Комплекс природних факторів в господарстві діє в типовому для Лісостепу напрямку.

Клімат має помірно-континентальний характер, що в загальному є сприятливим для розвитку і визріванню всіх сільськогосподарських культур.

За середніми багаторічними даними Харківської метеорологічної станції хід кліматичних елементів характеризується такими величинами (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 - Середньорічна кількість опадів і температура повітря та їх розподіл по місяцях

Показник	Місяці												За рік	За вегетаційний період
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Середньорічна кількість опадів	26	25	28	45	55	81	85	55	43	38	40	35	556	364
Середньорічна температура повітря, °С	-6,2	-5,5	-0,7	6,5	3,8	6,9	8,6	7,5	3,1	7,3	1,0	3,9	6,5	

З даних таблиці 1.5 видно, що середня річна температура повітря для даної місцевості дорівнює 6,5°С, а загальна кількість опадів становить 556 мм. По місяцях опади розподілені нерівномірно, більша частина їх випадає в теплий період року, найвища температура припадає на липень і серпень, досягаючи в окремі дні цих місяців 30-37°С.

Період переходу температури через +5°С припадає на початок квітня, восени – на кінець жовтня. Тривалість вегетаційного періоду становить 201 день.

Найбільш низька температура буває в січні та лютому. На протязі зими періодично бувають відлиги. Сніговий покрив в районі здебільшого неглибокий і

нестійкий, середня висота його коливається в межах 0-2 см у листопаді, 4-6 см у грудні, 9-14 см у січні, 15-16 см у лютому та 4-12 см у березні. В останній декаді березня сніговий покрив, як правило, зникає.

У зв'язку з нестійкою погодою взимку, умови зимівлі озимих хлібів і багаторічних трав іноді бувають дуже несприятливими. Випадки загибелі озимини переважно обумовлюються малосніжними зимами, сухими холодними вітрами і низькими температурами на початку весни. Влітку, в період сінокосіння, випадає значна кількість опадів, що затрудняє збирання трав.

### 1.3 Характеристика рослинництва

В галузі рослинництва господарство спеціалізується на вирощуванні зернових культур, коренебульбоплодів та кукурудзи на силос та багаторічних трав.

Таблиця 1.6 - Структура посівних площ, га

Назва культур	Роки		
	2022	2023	2024
Озима пшениця	1020	1000	860
Ярий ячмінь	590	441	485
Горох	120	120	115
Овес / гречка / вика	30/60/-	38/40/10	20/30/10
Кукурудза на зерно	360	590	486
Ріпак озимий	20	-	-
Кормові коренеплоди	243	182	250
Кукурудза на силос	478	281	500
Однорічні трави	414	397	397
Багаторічні трави	156	250	324
З них: на сіно	50	41	118
на зелений корм	106	209	206
Всього посівів	3491	3349	3477

Розглянувши площу посіву сільськогосподарських культур за минулі три роки видно, що для тваринництва більшу частину площі виділено під озиму пшеницю, кукурудзу на зерно, кукурудзу на силос та багаторічні трави

Далі розглянемо урожайність сільськогосподарських культур за останні три роки, яка наведена в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Урожайність сільськогосподарських культур, ц

Назва культури	Роки		
	2022	2023	2024
Озима пшениця	35,6	25,4	44,9
Просо	21,2	13,3	7,2
Ярий ячмінь	26,7	31	31,4
Овес	37,2	19,2	37,5
Горох	24,1	21,1	29,5
Гречка/вика	15,3/-	15,6/12,8	7,8/14,4
Ріпак озимий	10	-	-
Кукурудза на зерно	72,3	75,1	77,8
Кормові коренеплоди	163,1	357,6	247
Кукурудза на силос	363,6	369,1	430,2
Однорічні трави	223,4	227,8	238,9
Багаторічні трави на:			
сіно	35	41,9	35,5
зелений корм	345,5	490,8	459,6

Значну частину в галузі займають кормові культури – для ведення виробництва продукції тваринництва.

#### 1.4 Характеристика тваринництва

В ТОВ "Перемога" велике значення в процесі виробництва сільськогосподарської продукції займає галузь тваринництва. Поголів'я тварин в господарстві наведено в таблиці 1.8 .

Таблиця 1.8 - Поголів'я тварин в господарстві, шт.

Вид тварин	Роки		
	2022	2023	2024
велика рогата худоба	1456	902	1390
в т.ч. корови	700	500	700
свині	1654	1717	2278

З таблиці 1.8 видно, що поголів'я великої рогатої худоби в 2022 році зменшилась проти 2024 року. Зниження виробництва продукції тваринництва залежить від урожайності сільськогосподарських культур. Отже для збільшення виробництва продукції рослинництва і тваринництва необхідно вдосконалювати технології вирощування сільськогосподарських культур. За характеристикою господарства і перспективами його розвитку вибрана тема дипломного проекту, а саме: «Удосконалення технології вирощування кукурудзи з розробкою дискового знаряддя».

## 2 АНАЛІЗ І ОБГРУНТОВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

### 2.1 Характеристика і особливості заданої технології

Будь – яка науково – обґрунтована технологія виробництва базується на відповідній стратегії. В дипломному проекті пропонується інтенсивна технологія, що враховує оптимальне співвідношення всіх існуючих технологій для конкретних умов виробництва.

При вирощуванні кукурудзи на зерно за даною технологією, основною складовою технології є:

- суворе дотримання агротехнічних вимог при вирощуванні;
- використання якісного зернового матеріалу високоврожайних районованих гібридів кукурудзи;
- ефективне використання гібридів та добрив;
- використання системи машин, яка забезпечує своєчасне і якісне виконання технологічних операцій;
- суворе дотримання технологічної дисципліни;
- матеріальна та моральна зацікавленість механізаторів і спеціалістів.

Основними попередниками кукурудзи на зерно є: зернобобові, колоскові, кукурудза на силос і зелений корм.

Основний обробіток ґрунту. Умови зони вирощування, місце кукурудзи в сівозміні і особливості поля визначає систему і заходи основного обробітку ґрунту.

Заходи підготовки ґрунту диференціюються в залежності від попередника. Після ранніх культур виконується лушення ґрунту луцильником ЛДГ-10 (ЛДГ-15), а після плоскорізний обробіток плоскорізом ПГ-5. Для об'єднання даних операцій можливо дискування за допомогою дискових борін БД-10 або БДН -3,2 на глибину 8-14 см. Після збирання пізніх попередників вносять повну дозу мінеральних добрив і ретельно подрібнюють корнестебельні залишки

важкими дисковими боронами БДТ-7 в два сліди, а слідом за дискуванням орють.

Оранка зябу. Оранка ПЛН-4-35, ПЛП-6-35 з передплужниками.

Одразу після оранки, необхідно вирівняти розвальні борозни і звальні гребні за допомогою культиваторів або спеціально виготовлених пристроїв, щоб забезпечити високоякісне виконання послідуєчих технологічних операцій.

Якщо дозволяє стан ґрунту, восени необхідно провести вирівнювання зябу на рівних площадках важкими дисковими боронами, культиваторами, пружинними або зубовими боронами під кутом 30-45° до напрямку оранки. При забрудненні полів бур'янами проводять додаткову культивацію зябу. Вирівнювання сухого, глибистого зябу недоцільно.

**Передпосівний обробіток ґрунту.** Ранньою весною, при настанні фізичної стиглості, поле, якщо це не було зроблено восени, слід вирівняти. Враховуючи стан ґрунту, якість оранки і величину схилу використовують важкі зубові борони, шлейф-борони, або культиватори в агрегаті з боронами, а також й інші вирівнювачі. Використовувати ці знаряддя необхідно в залежності від ступеню стиглості ґрунту.

Необхідна якість вирівнювання поля може бути досягнена використанням зубової борони БЗТС-1,0, які агрегуються зчіпками СП-21 з трактором ХТЗ-150-05-09.

Найбільш ефективно використання комбінованих ґрунтообробних агрегатів, поєднуючи за один прохід розпушування, вирівнювання і коткування ґрунту, на добре вирівняних полях передпосівний обробіток ґрунту бажано проводити культиватором УСМК-5,4, який забезпечує кращі умови для рівномірного, по глибині, загортання зерна.

Для передпосівного обробітку ґрунту використовують культиватор УСМК-5,4 в агрегаті з трактором ДТ-75 або 2-3 культиватора КПС-4 з трактором Т-150 та зчіпки СП-11. Їх доцільно використовувати на забруднених бур'янами полях, якщо поле чисте, то використання культиватора КШП-8, з послідуєчим коткуванням перед посівом, забезпечить якісний передпосівний обробіток ґрунту.

Необхідно відмітити, що перед початком передпосівних операцій необхідно в повному обсязі закрити ґрунт азотними добривами, якщо їх не вдалося внести восени. Точне визначення доз внесення азотних добрив ускладнення із-за великої рухливості цього елемента в ґрунті..

Просіяні, відповідні оптимальному гранулоскладу тукові азотні добрива, змішані з іншими, безпосередньо перед внесенням, розкидаються по поверхні поля машинами 1РМГ-4, РУМ-5, РУМ -8 і ССТ-10 з допустимою нерівномірністю по ширині не більше 25%.

Однак, локальне (стрічками, очагами) внесення мінеральних добрив ефективніше розкиданого, так як дозволяє знизити дози фосфору і зменшити забрудненість навколишнього середовища. Його здійснюють культиваторами – рослинопідживлювачами КРН-4,2, КРН-5,6.

**Посівний матеріал.** Якість врожаю в більшій мірі залежить від якості посівного матеріалу і сорту зерна.

**Посів.** Високий стабільний врожай зерна, рівномірне завантаження збиральної техніки і сушильного господарства забезпечуються при посіві в кожному господарстві 3-4 гібридів кукурудзи ранньостиглих, середньостиглих і середньо пізньостиглих сортів стиглості (в залежності від ґрунтокліматичної зони).

До посіву кукурудзи на зерно слід приступати, коли середньодобова температура ґрунту на глибину загортання зерна досягає 10-12° С. Питання про час посіву повинні вирішуватися окремо в кожному господарстві, з погодних умов. В першу чергу рекомендується висівати більш пізні гібриди, а закінчувати посів середньо ранньостиглими.

Сіялки СПЧ-6 або СУПН-8 повинні бути обладнані шлейфами для загортання слідів прикочуючих колес. Спочатку засівають поворотні смуги, а потім всю ділянку. Коткувати посіви слід при підвищеній комковатості і розпушеності поля. У випадку утворення щільної кірки після дощу її руйнують за допомогою ротаційних мотиг або борін.

Технологія передбачає таку норму висіву зерна, яка забезпечувала б

оптимальну для даної зони густину стояння рослин до початку збирання з урахуванням посівної схожості і випадіння частини рослин в процесі вегетації. Оптимальну густину стояння рослин слід встановлювати на основі багаторічних даних зональних науково-дослідних інститутів з урахуванням ґрунто-кліматичних умов, біологічних особливостей гібридів, які вирощуємо, а також агрофону.

Величину врожаю кукурудзи значно визначає програмоване розміщення рослин в рядку і їх оптимальна густина стояння. Для забезпечення заданої густини слід висівати схожих зерен на 10-15% більше чим потрібно рослин до збирання. Якщо планується механічна обробка (післявсходове боронування, міжрядний обробіток), то надбавку зерна підвищують на 25-30% .

**Догляд за посівами.** Догляд за посівами включає в себе підтримання оптимального стану ґрунту, внесення добрив, боротьбу з бур'янами, шкідниками, при збереженні оптимальної густини стояння рослин.

В боротьбі з бур'янами головну роль відіграють агротехнічні заходи: правильне чергування культур, висока якість основного і передпосівного обробітку ґрунту, оптимальний строк і щільність посівів та інше. Хімічні засоби лише доповнюють їх і допомагають більш повному знищенню бур'янів.

Надійний захист посівів кукурудзи від комплексу шкідливих факторів є суттєвим резервом підвищення врожайності і підвищення його якості.

Доцільне використання базових ґрунтових гербіцидів (ерадікан, харнес, агелон, прімекстра, линурон) і страхових (олеогезаприм 200 і 400, диален, 2,4ДА) сприяє отриманню посівів чистих від бур'янів, створюючи можливість виключити механічні прийоми догляду.

Ґрунтові гербіциди подавляють більшість однорічних бур'янів, проте доцільно привести додаткове довсходове боронування за 4-5 днів до появи сходів середніми зубовими боронами БЗСС-1,0 ( на схилах – під кутом 30-45° до напрямку посіву).

В фазі 3-5 листочків у кукурудзи бур'яни при необхідності знищують боронуванням сходів середніми боронами БЗСС-1,0 в яких зубки встановлені скосами вперед. Боронування виконується по діагоналі або поперек напрямку

посіву. Швидкість руху агрегату не більше 5 км/год. В подальшому для боротьби з бур'янами проводять міжрядну обробку на глибину 5-7 см; першу із спеціально виготовленими присипаючими пристроями.

Один із способів, дозволяючий знизити витрати на добрива і підвищити врожайність є некорневе підживлення рослин азотними добривами.

**Збирання врожаю.** Приріст врожаю зерна кукурудзи зупиняється при зниженні вологості зернових до 33%. В цей час необхідно приступати до збирання, яке ведуть по двом технологічним схемам: перша – з відривом і обмолотом початків; друга – з відривом і очищенням початків.

Для збирання кукурудзи на зерно використовують зернозбиральні комбайни СК-5 “Нива” з приставкою ППК-4, ДОН-1500 з приставкою КМД-6 і пристосуванням ПДК-10, при вологості зерна 30-32% . Також використовують імпорتنі комбайни “Кейс”, “Домінатор” продуктивність і якість роботи яких трохи вище наведених машин.

Збирання кукурудзи проводять в фазі воскової стиглості або на початку повної стиглості зерна, коли вміст поживних речовин найбільший, втрати врожайності при збиранні мінімальні, а стеблі ще зелені і придатні для заготівлі силосу.

## **2.2 Експлуатаційне обґрунтування технології та складу агрегату для поверхневого обробітку ґрунту**

Робота агрегату в полі вимагає високої організації праці. Щоб забезпечити виконання технологічного процесу з урахуванням виконання агротехнічних показників, необхідно забезпечити: повне завантаження агрегату; забезпечити технологічні регулювання й усунути неполадки в роботі машини; забезпечити всю організацію ходу виконання технологічного процесу, підготовку поля до роботи, підготовку агрегату до роботи.

Розробка дискового знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту, розрахована для роботи в умовах ТОВ «Перемога» і для важких умов роботи (ґрунт – важкий чорнозем суглинистий, вологість ґрунту – в межах агрофізичної

стиглості. Експлуатаційне обґрунтування технології та складу агрегату дозволить більш точно визначити економічну ефективність впровадження розроблюваного знаряддя, продуктивність агрегату, витрати ПММ, тому що в цих умовах агрегат забезпечить виконання технологічного процесу відповідно до вимог агротехніки [27].

### **2.2.1 Умови виконання роботи**

- тип ґрунту – чорнозем південний, важко суглинистий;
- агрофон – стерня;
- агрегування – трактор МТЗ – 82 (МТЗ - 80);
- марка сільськогосподарської машина – борона дискова – БМ-3,0;
- розміри ділянки: довжина  $L = 1200$  м; ширина  $B = 800$  м;
- питомий тяговий опір агрегату –  $K_0 = 1,6 \dots 2,2$  кН/м<sup>2</sup>;
- коефіцієнт опору перекочування –  $f = 0,05 \dots 0,06$ ;
- вид роботи – дискування;
- рельєф місцевості і найбільший схил -  $i_{\max} = 3\%$ ;
- глибина обробітку – 14 см
- робоча швидкість агрегату – до 2,8 м/с;
- конструктивна ширина захвату - 3 м;
- маса дискової борони 11 кН.

### **2.2.2 Агротехнічні вимоги до технологічного процесу дискування**

Поверхневий обробіток ґрунту дисковими боронами під зернові та зернобобові культури в умовах стислих агротехнічних термінів потрібно виконувати на глибину 8...16 см. Діаметр дисків повинен знаходитися в межах 400-600 мм.

Технологічну операцію залежно від ґрунтово-кліматичних умов проводять відразу після збирання врожаю культури-попередника, але не пізніше як за 15 днів до початку зяблевої оранки.

Дискова борона має працювати на швидкостях 5... 10 км/год, у тому числі під час роботи на важких суглинистих ґрунтах підвищеної вологості із великою кількістю поживних залишків на поверхні.

Ступінь загортання рослинних решток при поверхневому дисковому обробітку ґрунту має становити не менше ніж 65 %, якість розпушення — не нижче ніж 75 % фракцій діаметром менш як 50 мм.

Гребінчастість поверхні не повинна перевищувати 5 см, висота гребенів на дні борозни після одного проходження дискової борони — 6 см, а після двох — 4 см. Ступінь підрізання бур'янів має бути 95... 100 %.

На здискованому полі не повинно бути огривів та пропусків, а верхній шар повинен мати дрібногрудкувату структуру.

### 2.2.3 Контроль якості роботи

Таблиця 2.2 – Контроль якості роботи

Параметри	Як перевіряється	Чим перевіряється	Допустимі відхилення
Глибина обробітку	Заглибленням лінійки в ґрунт до твердої підшви після попереднього розрівнювання гребенів у місцях вимірювання.	Лінійка 300 мм	±1,5 см від заданої глибини обробітку
Нерівномірність глибини обробітку	По злитості обробленої поверхні поля	Візуально	Висота гребенів по ширині захвату знаряддя однакова і не перевищує 4 см
Вирівнювання поверхні поля	По розміру звальних гребенів між суміжними проходами знаряддя і розгінних борозен в стикових проходах	Лінійка 300 мм	Висота звальних гребенів і глибина розгінних борозен не більше заданої глибини обробітку
Подрібнення верхнього шару ґрунту	По величині грудок	Візуально. Лінійка 300 мм	Діаметр грудок до 10 см
Підрізання поживних решток	Накладанням рамки на оброблену поверхню в 3...5 місцях по діагоналі	Рамка з довжиною сторони 1 м.	Повне підрізання

і бур'янів	ділянки і підрахунком кількості не підрізаних бур'янів чи решток стебел кукурудзи		
Огіри	По всій площі поля по діагоналі	Візуально	Не допускаються

#### 2.2.4. Розрахунок та вибір оптимального складу агрегату [21]

Виходячи з агротехнічних вимог до даної технологічної операції швидкість руху агрегату знаходиться в межах 5...10 км/год. Відповідне тягове зусилля трактора, буксування та витрати палива заносимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Тягова характеристика трактора МТЗ-82 при роботі на стерні ( $N_{кр} = N_{крmax}$ )

Передача трактора	Швидкість руху, $V_p$		Тягове зусилля, $R_{кр}$ , кН	Витрати палива, $G_m$ , кг/год	Буксування, $\delta$ , відсоток	Потужність $N_{кр}$ , кВт.
	км/год	м/с				
3	6,2	1,72	17,9	13,6	20,5	30,8
4	8	2,22	15	14,5	14,5	33,3
5	9,3	2,58	13,1	14,1	12,6	33,8

Тяговий опір агрегату  $R$ , кН, визначається за формулою:

$$R = K_v \cdot B_k \pm G_M \frac{i}{100}, \quad (2.1)$$

де  $K_v$  – питомий тяговий опір агрегату з врахуванням швидкості руху, кН/м;

$B_k$  – конструктивна ширина захвату, м,  $B_k = 3$  м;

$G_M$  – експлуатаційна маса машини, кН,  $G_M = 11$  кН;

$i_{max}$  – найбільший схил поля, відсотків,  $i_{max} = 3$  %.

Питомий тяговий опір агрегату  $K_v$ , кН/м, визначеться за формулою:

$$K_v = K_0 \left[ 1 + (V_p + V_0) \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (2.2)$$

де  $K_0$  – питомий тяговий опір агрегату при швидкості  $V_0 = 5$  км/год (1,39 м/с),  $K_0 = 2,2$  кН/м;

$V_p$  – робоча швидкість руху агрегату, м/с;

$\Delta C$  – темп наростання питомого тягового опору в залежності від швидкості руху агрегату, відсотків,  $\Delta C = 2\%$ .

$$K_{v3} = 2,2 \cdot \left[ 1 + (1,72 - 1,39) \frac{2}{100} \right] = 2,34 \text{ кН/м}$$

$$K_{v4} = 2,2 \cdot \left[ 1 + (2,22 - 1,39) \frac{2}{100} \right] = 2,36 \text{ кН/м}$$

$$K_{v5} = 2,2 \cdot \left[ 1 + (2,58 - 1,39) \frac{2}{100} \right] = 2,37 \text{ кН/м}$$

Тоді:

$$R_3 = 2,34 \cdot 3 + 11 \cdot \frac{3}{100} = 7,24 \text{ кН}$$

$$R_4 = 2,36 \cdot 3 + 11 \cdot \frac{3}{100} = 7,41 \text{ кН}$$

$$R_5 = 2,38 \cdot 3 + 11 \cdot \frac{3}{100} = 7,45 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора  $\xi$ , на вибраних передачах визначається за формулою:

$$\xi = \frac{R}{P_{кр} - G_e \cdot \frac{i_{max}}{100}} \quad (2.3)$$

де  $G_e$  – експлуатаційна маса машини, кН,  $G_e = 33,5$  кН.

$$\xi_3 = \frac{7,34}{17,9 - 33,5 \cdot \frac{3}{100}} = 0,53$$

$$\xi_4 = \frac{7,41}{15 - 33,5 \cdot \frac{3}{100}} = 0,68$$

$$\xi_5 = \frac{7,45}{13,4 - 33,5 \cdot \frac{3}{100}} = 0,82$$

Відповідно до виконаних розрахунків встановлено, що для даних умов експлуатації дискового знаряддя необхідно прийняти 5 передачу, на якій максимально використовується тягова потужність трактора і при цьому оптимальний коефіцієнт використання тягового зусилля. На 3 та 4 передачі експлуатація агрегату недоцільна через недовантаження. В той же час, на 5 передачі в разі короткочасних перевантажень є запас потужності двигуна, який сприяє підвищенню продуктивності. До розрахунків приймаємо:

- швидкість руху агрегату  $V_p = 9,3$  км /год.;
- годинна витрата палива  $G_T = 14,1$  кг /год.

### **2.2.5 Опис конструкції і підготовка агрегату до роботи**

Знову розроблювальним агрегатом є дискова борона позаду якої встановлений спіральний каток, може агрегатуватися з тракторами класу 1,4 -2.

Борона складається з таких основних деталей:

- рама;
- батарея дисків;
- каток пружній.

Перед началом роботи проводиться підготовка агрегату до роботи. Роботи по підготовці агрегату до початку робіт проводяться на спеціальних площадках, або на рівній ґрунтовій поверхні. Вони виконуються трактористом – машиністом під керівництвом агронома або механіка бригади.

### **2.2.6 Підготовка поля до роботи агрегату**

Для виконання сільськогосподарських механізованих робіт територію полів сівозміни розділяють на робочі ділянки. Робоча ділянка - це частина або все поле сівозміни, відведене для виконання визначеної технологічної операції агрегатом. Частина робочої ділянки, яка виділена для виконання технологічної операції по прийнятому способі руху - називають загін. Частина загону, що виділена для руху

агрегату на холостому ході при поворотах, має назву поворотна смуга. Лінія між поворотною полосою і рештою поля називається контрольною лінією. На цій лінії виконується налаштування робочих органів, перевід агрегату у транспортний стан. При виконанні технологічного процесу, модернізований агрегат дозволяє виконувати роботу човниковим способом з грушовидним поворотом.

### 2.2.7 Розрахунок експлуатаційних показників роботи дискового знаряддя

Ширина поворотної смуги залежить від ширини і довжини агрегату та радіусу повороту. Мінімальна ширина поворотної полоси може бути обчислена за формулою:

$$E_{\min} = 2,8 \cdot R_0 + e + d_k, \quad (2.4)$$

де  $E_{\min}$  – мінімальна ширина поворотної полоси, м;

$R_0$  – мінімальний радіус повороту, м,  $R_0 = B_p = 3$  м;

$e$  – відстань, на яку треба проїхати агрегату від контрольної лінії на поворотній полосі з тим, щоб уникнути огріхів від передчасного переведення у транспортний стан, м.

$$e = l_{\text{тр}} + l_m; \quad (2.5)$$

$$e = 2,45 + 2,7 = 5,15 \text{ м.}$$

$$d_k = \frac{B_k}{2}; \quad (2.6)$$

$$d_k = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ м.}$$

$$E_{\min} = 2,8 \cdot 3 + 5,15 + 1,5 = 15,05 \text{ м.}$$

Ширину повороту  $E$  приймаємо з умови, що вона буде не менш  $E_{\min}$  і кратною робочій ширині захвату. Тобто, приймаємо  $E = 15$  м.

Робочий загін характеризується довжиною робочого ходу. Ця довжина дорівнює різниці між довжиною загінки і шириною поворотних смуг.

$$L_p = L_{\text{уч}} - 2 \cdot E, \quad (2.7)$$

де  $L_{\text{уч}} = 1200$  м.

$$L_p = 1200 - 2 \cdot 15 = 1170 \text{ м}$$

Визначаємо довжину повороту:

$$L_x = (6,6 \dots 8) \cdot R_0 + 2e; \quad (2.8)$$

$$L_x = 8 \cdot 3 + 2 \cdot 5,15 = 34,3 \text{ м.}$$

Визначаємо час, витрачений на корисну роботу за один прохід агрегату, хв:

$$t_p = \frac{0,06 \cdot L_p}{V_p}; \quad (2.9)$$

$$t_p = \frac{0,06 \cdot 1170}{9,3} = 7,5 \text{ хв.}$$

Визначаємо час, витрачений на один холостий хід (поворот) при швидкості руху  $V_x = 5$  км/год, хв:

$$t_x = \frac{0,06 \cdot L_x}{V_x}; \quad (2.10)$$

$$t_x = \frac{0,06 \cdot 34,3}{5} = 0,41 \text{ хв.}$$

Час  $t_{\text{оч}}$ , витрачений на очищення робочих органів, приймаємо згідно рекомендацій,  $t_{\text{оч}} = 2$  хв.

Визначаємо час, витрачений на один цикл, хв:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_x + t_{\text{оч}}; \quad (2.11)$$

$$t_{\text{ц}} = 7,5 + 0,41 + 2 = 9,96 \text{ хв.}$$

Встановлюємо внецикловий час, хв:

$$t_{\text{н.ц.}} = t_{\text{зуп}} + t_{\text{контр}} + t_{\text{об}} + t_{\text{в'їзду}} + t_{\text{вийзду}}; \quad (2.12)$$

де  $t_{\text{зуп}}$  – час зупинки агрегату по особистих причинах (фізіологічних),  $t_{\text{зуп}} = 10 \dots 15$  хв;

$t_{\text{контр}}$  – час, витрачений на контроль якості роботи і регулювання,  $t_{\text{контр}} = 5 \dots 10$  хв;

$t_{\text{об}}$  – час обслуговування агрегату на початку і наприкінці зміни,  $t_{\text{об}} = 10$  хв;

$t_{\text{в'їзду}}$  – час на в'їзд до загонки;  $t_{\text{в'їзду}} = 0,5$  хв;

$t_{\text{вийзду}}$  – час на вийзд агрегату з загонки,  $t_{\text{вийзду}} = 0,5$  хв.

$$t_{\text{н.ц.}} = 10 + 10 + 10 + 0,5 + 0,5 = 31 \text{ хв.}$$

Визначаємо кількість циклів за зміну:

$$\Pi_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - t_{\text{н.ц.}}}{t_{\text{ц}}} \quad (2.13)$$

де  $T_{\text{зм}}$  – час зміни при 8-ми годинному робочому дні,  $T_{\text{зм}} = 480$  хв.

$$\Pi_{\text{ц}} = \frac{480 - 31}{9,96} = 45,1$$

На підставі проведених розрахунків приймаємо цілу і парну кількість проходів (циклів)  $\Pi_{\text{ц}} = 46$  та уточнюємо баланс часу роботи агрегату в загоні:

$$T_{\text{зм}} = \Pi_{\text{ц}}(t_{\text{р}} + t_{\text{х}} + t_{\text{оч}}) + t_{\text{нц}}; \quad (2.14)$$

$$T_{\text{зм}} = 46 \cdot (7,5 + 0,41 + 2) + 31 = 489,2 \text{ хв.} = 8,15 \text{ год.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{см}}} = \frac{t_{\text{ц}} \cdot \Pi_{\text{ц}}}{T_{\text{см}}}; \quad (2.15)$$

$$\tau = \frac{9,96 \cdot 46}{489,2} = 0,94$$

Визначаємо технічну продуктивність за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\text{г}} = 0,1 \cdot B_{\text{к}} \cdot V_{\text{р}} \cdot \tau; \quad (2.16)$$

$$W_{\text{г}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 9,3 \cdot 0,94 = 2,61 \text{ га/год.}$$

Визначаємо змінну технічну продуктивність, га/зм:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_{\text{р}} \cdot V_{\text{р}} \cdot \tau \cdot T_{\text{зм}}; \quad (2.17)$$

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 9,3 \cdot 0,95 \cdot 8,2 = 21,3 \text{ га/зм.}$$

Визначаємо погектарну витрату палива [23], кг/га:

$$g_{\text{га}} = \frac{G_{\text{р}} \cdot T_{\text{р}}}{W_{\text{зм}}} \left( 1 + \frac{G_{\text{х}} \cdot T_{\text{х}} + G_0 \cdot T_0}{G_{\text{р}} \cdot T_{\text{р}}} \right), \quad (2.18)$$

де  $G_{\text{р}}$ ,  $G_{\text{х}}$ ,  $G_0$  – відповідно витрата палива двигуна трактора МТЗ - 82:

– при робочому завантаженні,  $G_{\text{р}} = 14,1$  кг/год;

– при холостих поворотах і заїздах,  $G_{\text{х}} = 5,8$  кг/год;

– при зупинках агрегату з працюючим двигуном,  $G_0 = 2,9$  кг/год.

$T_p$  – час роботи агрегату під навантаженням, год:

$$T_p = t_p \cdot \Pi_{ц} \quad (2.19)$$

$$T_p = 7,5 \cdot 46 = 347,2 \text{ хв} = 5,79 \text{ год.}$$

$T_x$  – час роботи вхолосту (повороти, в'їзд, виїзд), год:

$$T_x = t_x \cdot \Pi_{ц} + t_{в'їзд} + t_{виїзд} ; \quad (2.20)$$

$$T_x = 0,41 \cdot 46 + 0,5 + 0,5 = 19,9 \text{ хв} = 0,33 \text{ год.}$$

$T_0$  – час роботи двигуна на зупинках, год:

$$T_0 = t_{оч} \cdot \Pi_{ц} + t_{контр} + t_{зуп} + t_{об} . \quad (2.21)$$

Тоді, погектарна витрата палива визначиться:

$$g_{га} = \frac{14,1 \cdot 5,49}{21,3} \left( 1 + \frac{5,8 \cdot 0,33 + 2,9 \cdot 2,03}{14,1 \cdot 5,79} \right) = 4,2 \text{ кг/га.}$$

Визначаємо витрати праці на одиницю виконаної роботи. При роботі агрегатів витрати праці характеризують рівень механізації виробничого процесу. Також у значній мірі вони визначають собівартість виконаних робіт. Для спроектованого агрегату:

$$H = \frac{m_{тр} + m_{об}}{W_r}, \quad (2.22)$$

де  $m_{тр}$ ,  $m_{об}$  – відповідно кількість трактористів і обслуговуючого персоналу на даній операції.

$$H = \frac{1}{2,61} = 0,38 \text{ чол.год/га.}$$

Відповідно до проведених розрахунків встановлено, що швидкість руху агрегату становить 9,3 км/год. При цьому коефіцієнт використання часу зміни при роботі дискової борони склав 0,94, годинна продуктивність 2,61 га/год, змінна продуктивність 21,3 га і витрати праці на одиницю виконаної роботи 0,38 чол.год/га.

Основні результати розрахунків зводимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Основні параметри експлуатаційних показників роботи.

Передача	Робоча швидкість агрегату $V_m$ , км/год	Годинна витрата палива $G_p$ , кг/га	Погектарна витрата палива $g_{га}$ , кг/га	Продуктивність $W_g$ , га/год	Змінна продуктивність, $W_{зм}$ , га/зм	Витрати праці $H$ , чол.год/га
5	9,3	14,1	4,2	2,61	21,3	0,38

### 2.3 Складання і розрахунок технологічної карти на вирощування кукурудзи на зерно

Технологічна карта – це плановий розрахунок, в якому у чіткій послідовності визначені порядок, обсяг і строки проведення робіт, які необхідно виконати з метою отримання запланованої кількості високоякісної продукції.

У даному проекті, як було зазначено вище, розробляється технологічна карта на вирощування і збирання кукурудзи на зерно за інтенсивною технологією. Під цим мають на увазі використання прогресивних методів обробітку ґрунту, внесення добрив, способів посіву, догляду за посівами, збирання культури, комплектування оптимального складу агрегатів. Крім того пропонується заміна операцій луцення стерні та плоскорізний обробіток на операцію дискування стерні на глибину 12-14 см.

Упровадження технології згідно технологічної карти дасть можливість побачити ефективність такого виробництва, при якому можна отримати високі врожаї якісного зерна кукурудзи, що є одним із важливіших стимулів для роботи всього комплексу господарства.

Нижче приведена методика розрахунку технологічної карти на прикладі операції дискування стерні, виконана для полів площею 100 га з плановою врожайністю 75 ц/га, попередник – озима пшениця, транспортування усіх вантажів виконується на відстань до 5 км.

Обсяг робіт в фізичних одиницях:

$$U_{\phi} = F \cdot P \quad (2.23)$$

де  $F$  – загальна площа поля, га;  $F = 100$  га;

$P$  – кількість полів,  $n = 1$ .

$$U_{\phi} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ га.}$$

Кількість нормозмін,  $n_{3M}$ :

$$n_{3M} = \frac{U_{\phi}}{W_{3M}} \quad (2.24)$$

де  $W_{3M}$  – змінна продуктивність агрегата, складається із трактора МТЗ -82 і дискової борони БМ-3,  $W_{3M} = 21,3$  га/зм.

$$n_{3M} = \frac{100}{21,3} = 4,7$$

Необхідна кількість агрегатів визначається по формулі:

$$n_a = \frac{7 \cdot n_{3M}}{D_a \cdot T_d \cdot k_r \cdot k_m}, \quad (2.25)$$

де  $D_a$  – тривалість агрострока,  $D_a = 5$  днів;

$T_d$  – тривалість робочого дня;  $T_d = 7$  год;

$k_r$ ,  $k_m$  – коефіцієнти, що враховують технічну готовність сільськогосподарського агрегату на операції дискування і метеорологічні умови під час проведення операції;  $k_r = 1$ ;  $k_m = 1$ .

$$n_a = \frac{7 \cdot 4,7}{5 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 1} = 0,94.$$

Приймаємо  $n_{тр} = 1$ .

Кількість днів роботи,  $n_{дн}$ , днів:

$$D_p = \frac{7 \cdot n_{3M}}{n_a \cdot T_d \cdot k_r \cdot k_m} \quad (2.26)$$

$$D_p = \frac{7 \cdot 4,7}{1 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 1} = 4,7 \text{ днів}$$

Потреба в робочій силі

$$m = \sum_{s=1}^{N_a} m_a \cdot n_a \cdot n_{3M} \quad (2.27)$$

де  $N_a$  – кількість видів агрегатів, що виконують технологічну операцію;  $N_a = 1$ ;

$m_a$  – кількість робітників;  $m_a = 1$ ;

$n_{зм}$  – кількість разів змін за добу;  $n_{зм} = 1$ .

$$m = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Витрати палива на весь обсяг робіт:

$$\Theta = \Theta_{га} \cdot U_{\phi} \quad (2.28)$$

де  $\Theta_{га}$  – витрата палива на одиницю роботи, кг/га;  $\Theta_{га} = 4,2$  кг/га.

$$\Theta = 4,2 \cdot 100 = 420 \text{ кг}$$

Заробітна платня, грн.

$$S_{зп} = K_3 (K_{нк} \cdot m_p \cdot Y_p \cdot n_{зм} + m_d \cdot Y_d \cdot n_{зм}) \quad (2.29)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт, що враховує нарахування на зарплату (соцстрах, пенсії й ін.),  $K_3 = 1,52$ ;

$K_{нк}$  – коефіцієнт, що враховує надбавку до зарплати за класність,  $K_{нк} = 1,2$ ;

$m_p$ ,  $m_d$  – кількість на агрегаті відповідно механізаторів й допоміжних робочих, люд;

$Y_p$ ,  $Y_d$  – змінна тарифна ставка відповідно для механізатора і для допоміжного робочого за тарифним розрядом, грн./зміну,  $Y_p = 25$  грн./зміну.

$$S_{зп} = 1,2 (1,2 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 4,7) = 169,2 \text{ грн./зміну}$$

Витрати праці на одиницю роботи визначаються з формули:

$$z_{т} = \frac{m_p + m_d}{W_{год}}, \quad (2.30)$$

де  $m_p$  - кількість механізаторів, які обслуговують агрегат за одну зміну;

$m_d$  - кількість допоміжних працівників, які обслуговують агрегат при роботі в одну зміну;

$W_{год}$  - продуктивність агрегату, га/год.,  $W_{год} = 2,61$  га/год.

$$z_{т} = \frac{1}{2,61} = 0,38 \text{ люд.год./га,}$$

Розрахунок всіх інших технологічних операцій, які входять в карту розраховано по тій самій методиці. Технологічна карта представлена на графічному аркуші дипломного проекту.

Висновок. В даному розділі описано технологію вирощування кукурудзи на зерно, розраховано оптимальний склад агрегату, складена та розрахована технологічна карта на вирощування та збирання кукурудзи на зерно.

Відповідно до виконаних розрахунків встановлено, що для операції дискування стерні та для даних умов експлуатації дискового знаряддя необхідно прийняти 5 передачу, на якій швидкість руху складає  $V_p = 9,3$  км/год., годинна витрата палива становить  $G_T = 14,1$  кг/год., а погектарна витрата палива – 4,2 кг/га. При цьому коефіцієнт використання часу зміни при роботі дискової борони склав 0,94, годинна продуктивність 2,61 га/год, змінна продуктивність 21,3 га і витрати праці на одиницю виконаної роботи 0,38 чол.год/га.

## **3 РОЗРОБКА ДИСКОВОГО ЗНАРЯДДЯ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СХЕМІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО**

### **3.1. Аналіз роботи і класифікація дискових робочих органів**

Дискові робочі органи широко представлені в системі машин для обробітку ґрунту. Це, насамперед, дискові плуги, дискові луцильники, дискові важкі, середні і легкі борони, садові дискові борони дискові батареї в складі комбінованих агрегатів.

Дискові ґрунтообробні знаряддя, що мають робочі органи - сферичні диски, застосовуються для луцення стерні дисковими луцильниками або боронами, для дискування важкими дисковими боронами після полицевого обробітку ґрунту, для загортання клубенів картоплі, та розсади при садінні, для обробітку ґрунту в садах, для обробітку важких пересушених та перезволожених ґрунтів.

Якщо говорити про дискові плуги, то вони застосовуються для обробітку твердих, перезволожених ґрунтів, а також ґрунтів з наявністю деревних коренів. На звичайних ґрунтах дискові плуги дають гіршу якість оранки, ніж лемішні, тому що вони не можуть забезпечити повного закладення рослинних залишків. Крім того, рілля після проходу дискового плуга виявляється більш брилевою (у порівнянні з лемішним плугом) і вимагає більшого числа додаткових обробок для підготовки ґрунту до посіву.

Зміна характеру впливу сферичних дисків на ґрунт досягається застосуванням дисків різної кривизни і діаметра, тими або іншими кутами установки осей обертання дисків відносно напрямку поступального руху знаряддя і розміщенням дисків в складі секції.

Основними геометричними параметрами дискового робочого органа, що визначають показники якості його роботи є: діаметр диска  $D$ , радіус сфери диска  $R$ , кількість і глибина вирізів на диску, питома навантаження на диск  $P$ , кут атаки  $\alpha$ . При цьому, оцінкою яка характеризує диск може служити відношення радіуса сфери диска  $R$  до діаметра диска  $D$ .

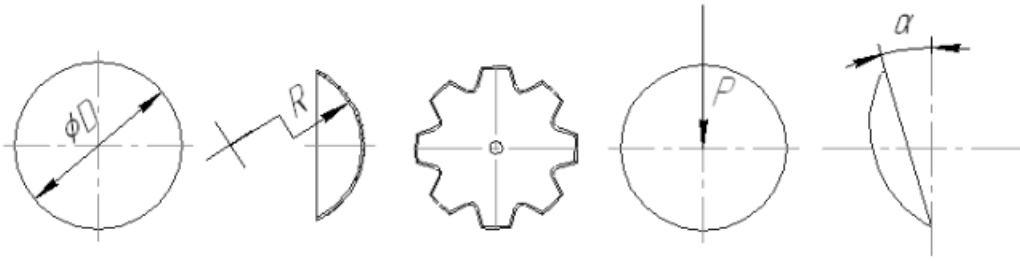


Рис.1.1 – Основні геометричні параметри сферичних дисків

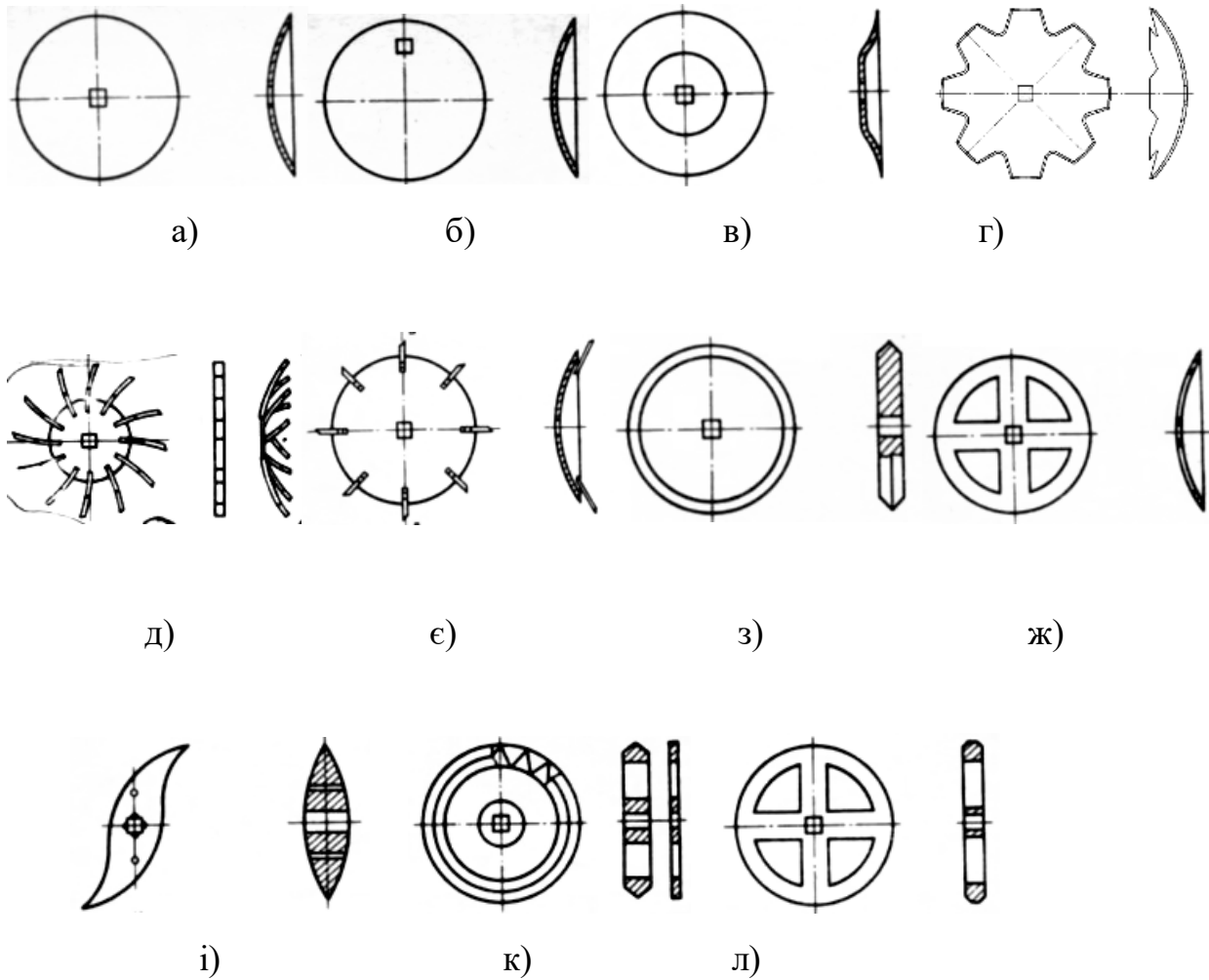


Рис.3.1 - Робочі органи секцій дискових борін і луцильників

а, б - сферичні, в - гофровані, г - вирізні сферичні, д - голчасті сферичні, що збільшують ступінь впливу голок на ґрунт; е - дискозубові; з - катки; ж - прорізні, поліпшуючі кришіння і вирівнювання; катки глибокого ущільнення, і - якореподібні, що мають линзоподібний перетин як у поздовжньому так і в поперечних перерізах, к - катки зубчасті; л - прорізні, поліпшуючі кришіння і вирівнювання.

Основними агротехнічними вимогами до операції поверхневого обробітку ґрунту є: глибина обробітку, що повинна складати 6...14 см, розпушування поверхневого шару і закладення в нього насіння бур'янів, що значно краще забезпечуються дисковими робочими органами, ніж лемішними. Тому для поверхневого обробітку ґрунту широко застосовуються дискові борони та луцильники, в склад яких входять диски різноманітної конструкції та форми.

Як видно з рис.3.1 форма та конструкція дисків залежить від того, при яких технологічних умовах вони використовуються (тип ґрунту, швидкість та глибина обробітку, вологість, щільність ґрунту). Для обробітку стерньових фонів використовуються сферичні (а), гофровані (б) та голчаті (д) диски, при обробітку ґрунту на підвищених швидкостях застосовують прорізні диски (ж), які поліпшують кришіння і вирівнювання ґрунту, на важких та кам'янистих ґрунтах добре себе зарекомендували дискозубові диски (є). Характерною відмінністю сферичних дисків зі суцільним лезом є плавність обертання. Вслід того динамічний вплив такого диска на ґрунт та поживні залишки незначне. Для усунення цього недоліку лезо сферичного диска роблять фігурної форми і такі диски називаються вирізні (г). Вони інтенсивніше рихлять ґрунт, руйнуючи брили ударним впливом хордаїдальної частини леза. Зацімлюючи цією частиною леза рослинні залишки, вони легше їх подрібнюють, ніж диски із суцільним лезом.

### **3.2. Аналіз і класифікація дискових робочих органів по розташуванню їх вісі обертання**

Важливою ознакою, що характеризує дискові ґрунтообробні машини і знаряддя, є розташування осі обертання диска в просторі. Оскільки рух точок робочих органів з однаковим розташуванням вісі обертання в просторі описується однаковими рівняннями, то при класифікації дискових органів варто враховувати цю особливість.

На рис. 3.2 представлена схема класифікації дискових робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь по розташуванню в просторі їхньої осі обертання.

Наприклад, якщо плоскі диски, робочі органи ротаційних культиваторів (фрез), ротаційних плугів і т.д. у сукупності з обертовими пристроями, на яких вони кріпляться, утворять диски з горизонтально-поперечної (стосовно напрямку руху агрегату) віссю обертання, то вони ставляться до класу А.

Осі дискових луцильників і борін звичайно повернені до напрямку руху агрегату під певним кутом. Отже, їхні ротори ставляться до класу Г.

У дискового плуга вісь обертання дисків не тільки повернена до напрямку руху орного агрегату але й нахилена до вертикалі, отже, ротор дискового плуга ставиться до класу Ж. і т.д.

Наведена класифікація охоплює всю сукупність можливого розташування осі обертання роторів у просторі і, таким чином, полегшує систематизацію теорії.

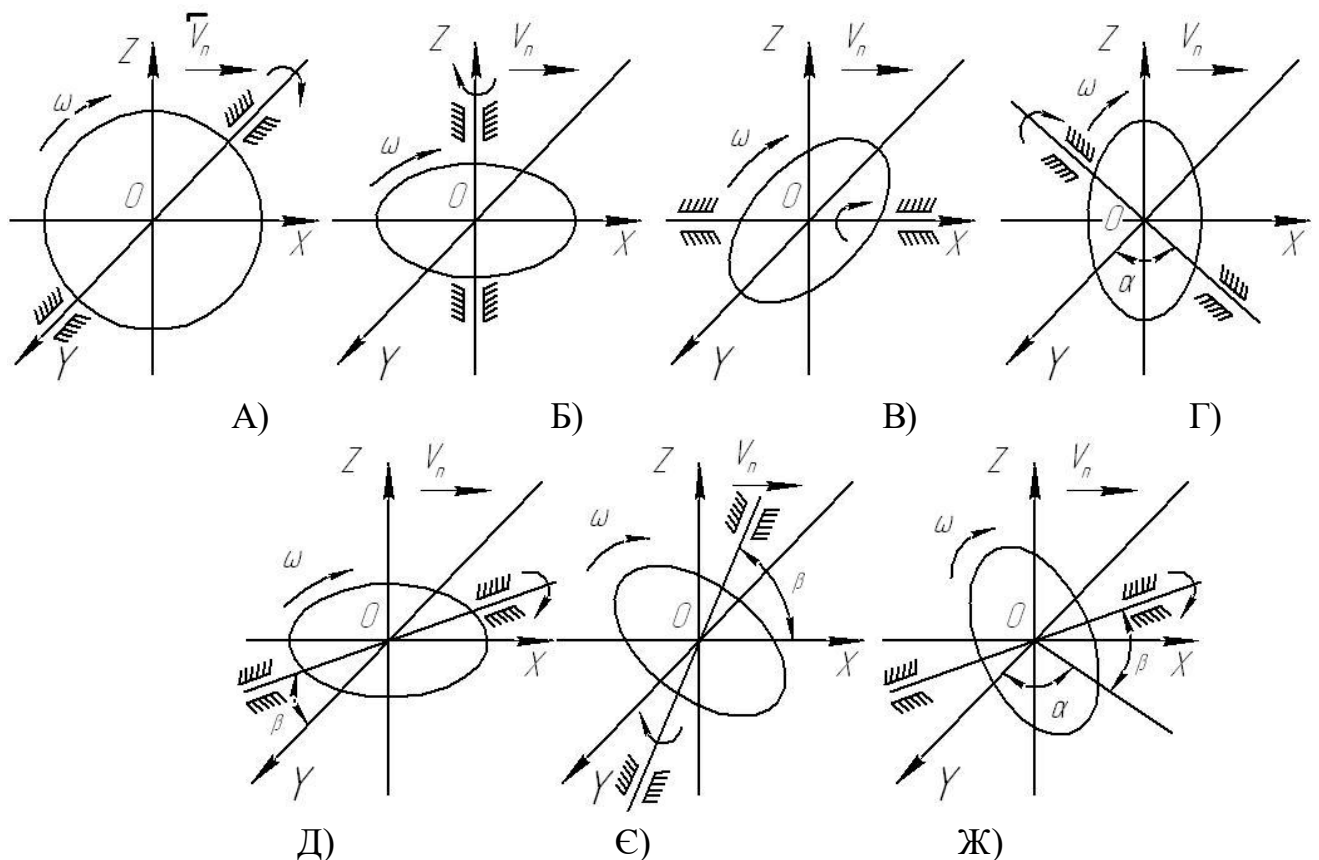


Рис. 3.2 - Схема класифікації роторів ротаційних машин і знарядь по розташуванню осі обертання: А - горизонтально-поперечне; Б - вертикальне; В - поздовжнє; Г - повернене; Д - поперечно-нахилене; Є - продольно-нахилене; Ж - повернене і нахилене.

### **3.3 Огляд існуючих засобів обробітку ґрунту і обґрунтування вибору конструкції дискового знаряддя**

Дискові робочі органи широко представлені в системі машин для обробітку ґрунту. Це, насамперед, дискові плуги, дискові луцильники, дискові важкі, середні і легкі борони, садові дискові борони, дискові батареї в складі комбінованих агрегатів.

Дискові ґрунтообробні знаряддя, що мають робочі органи сферичні диски, переважно застосовуються для луцення стерні (дискові луцильники) і післяплужного обробітку ґрунту (дискові борони).

Дискові плуги застосовуються для обробітку твердих, висохлих ґрунтів, а також ґрунтів з наявністю деревних коренів. На звичайних ґрунтах дискові плуги дають гіршу якість оранки, чим лемішні, тому що вони не можуть забезпечити повного закладення рослинних залишків. Крім того, рілля після проходу дискового плуга виявляється більш брилевою (у порівнянні з лемішним плугом) і вимагає більшого числа додаткових обробок для підготовки ґрунту до посіву.

Агротехнічні вимоги, пропоновані до операції поверхневого обробітку ґрунту (глибина обробітку 14-16 см, гарне розпушування поверхневого шару і закладення в нього насіння бур'янів і ін.) значно краще забезпечуються дисковими робочими органами, чим лемішними. Тому для поверхневого обробітку ґрунту широко застосовуються дискові борони. Дискові борони широко використовуються також у садах і лісових господарствах як знаряддя для міжрядного обробітку.

Дискові борони, луцильники і комбіновані знаряддя, до складу яких входять сферичні диски, роблять цілий ряд фірм, таких як: Massey Ferguson, Krause, Rasol, John Deere, Kverneland, Gard, RAU і ін. Більшість знарядь - двуслідні. Причіпні і начіпні знаряддя представлені приблизно в рівній пропорції. На рис.3.3-3.4 представлені найбільш типові дискові знаряддя, що одержали широке поширення в останні роки.

Дискові знаряддя комплектуються окремо круглими дисками, окремо вирізними дисками, а також, що спостерігається частіше, в одній батареї чередуються круглі і вирізні диски або на одному знарядді послідовно

встановлюються батареї з круглими і вирізними дисками. В останньому випадку, батареї з вирізними дисками зазвичай встановлюються попереду, а з круглими - позаду. Особливу увагу варто приділити відмінності борін по масі: від 0,5 т (фірма Kverneland) до 6 т (фірма Gard), що визначає навантаження на диск.



Kverneland DTB



Kverneland DTA

Рис.3.3 - Дискові знаряддя фірми RAU



Модель 2492N



Модель 5817W

Рис.3.4 - Дискові знаряддя корпорації KRAUSE



Модель 4880 Landbuilder Disc Ripper

Рис.3.5 - Дискові робочі органи у складі комбінованих агрегатів

На основі дисків різної конфігурації і розмірів випускаються як дискові борони і лушильники, так і знаряддя типу диск-чизель. Дискові батареї, установлені попереду чизельних робочих органів, мають незалежну підвіску для копіювання рельєфу поля. Як правило, ріжуча крайка має рифлену або вирізну поверхню для кращого перерізання ґрунту і стерньових залишків. Діаметр дисків 508...610 мм. Відстань між дисками 150...229 мм. Диски-чизелі випускають фірми: J. Deere, Sunflower, Unverferth, Mfg. Co.Inc., Ford New Holland, DMI й ін.

Застосовуються диски і у складі комбінованих агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту, в основному в США і Канаді. Агрегати призначені для весняної обробки ґрунту після зяблевого чизельного розпушування.

Дисками комплектують агрегати для передпосівної обробки ґрунту і фірми Forrest City Machine Works, Drillon, Bush Hog і ін.

Агрегат Super Do All включає Forrest City дві дискові батареї, установлені під кутом  $10^\circ$  до напрямку руху, діаметр дисків 510 мм. Батареї кріпляться до рами машини через плоскі пружини, що забезпечує їм можливість перекочуватися через перешкоди.

Фірми Sonchu Pinet, Massey Ferguson, Kverneland використовують рифлені і вирізні диски на особливо важких і засмічених поживними залишками полях.

Дисколапова важка борона "AGROLAND" ДЛБ-01 (рис.3.6) - агрегат для передпосівного ґрунту за один прохід. Об'єднує в собі диски, лапи і важкий коток, за допомогою якого виконується контроль глибини обробітку. Перший ряд дискових батарей виконує функцію попередньої обробки ґрунту: підрізає стерню і перемішує рослинні залишки із ґрунтом. Два ряди лап роблять обробку ґрунту на глибину до 350 мм, забезпечуючи необхідну структуру ґрунту. Регулювання заглиблення лап легко визначаються на спеціальній шкалі. Другий ряд дискових батарей завершує процес обробітку, перемішуючи і вирівнюючи ґрунт після проходження першим рядом дискових батарей і лапами-глибокорозпушувачами. Важкий кільчастий коток вирівнює і ущільнює ґрунт, забезпечуючи кращий грануметричний склад ґрунту і утримання вологи в ній. Кути атаки передніх і задніх дискових батарей змінюються в діапазоні від  $8^\circ$  до  $25^\circ$ .

Дисколапова борона “AGROLAND” Б-20 (рис.3.7) призначена для якісної передпосівної обробки ґрунту під зернові й технічні культури за один прохід, забезпечуючи значну економію ресурсів. Завдяки комбінації дисків і чизельних лап борона глибоко обробляє ґрунт, перемішуючи в однорідну масу поживні залишки і ґрунт, вирівнює поверхню поля, зберігаючи, таким чином, вологу. Обробіток відбувається без обороту верхніх шарів ґрунту, що сприятливо позначається на її структурі. Борона складається з 4-х батарей дисків типу «Ромашка», встановлених за Х-образної схемою. Перший ряд дискових батарей призначений для первинної операції підрізання стерні і перемішування її із землею. Другий ряд дискових батарей завершує процес підготовки ґрунту. Кут атаки передніх дискових батарей фіксований і становить  $20^\circ$ . Задні дискові батареї мають три положення установки кута атаки:  $6^\circ$ ,  $9^\circ$ ,  $12^\circ$ . Робочі органи оснащуються набором дисків діаметром 670 мм і товщиною 6 мм утворюють єдину дискову батарею.

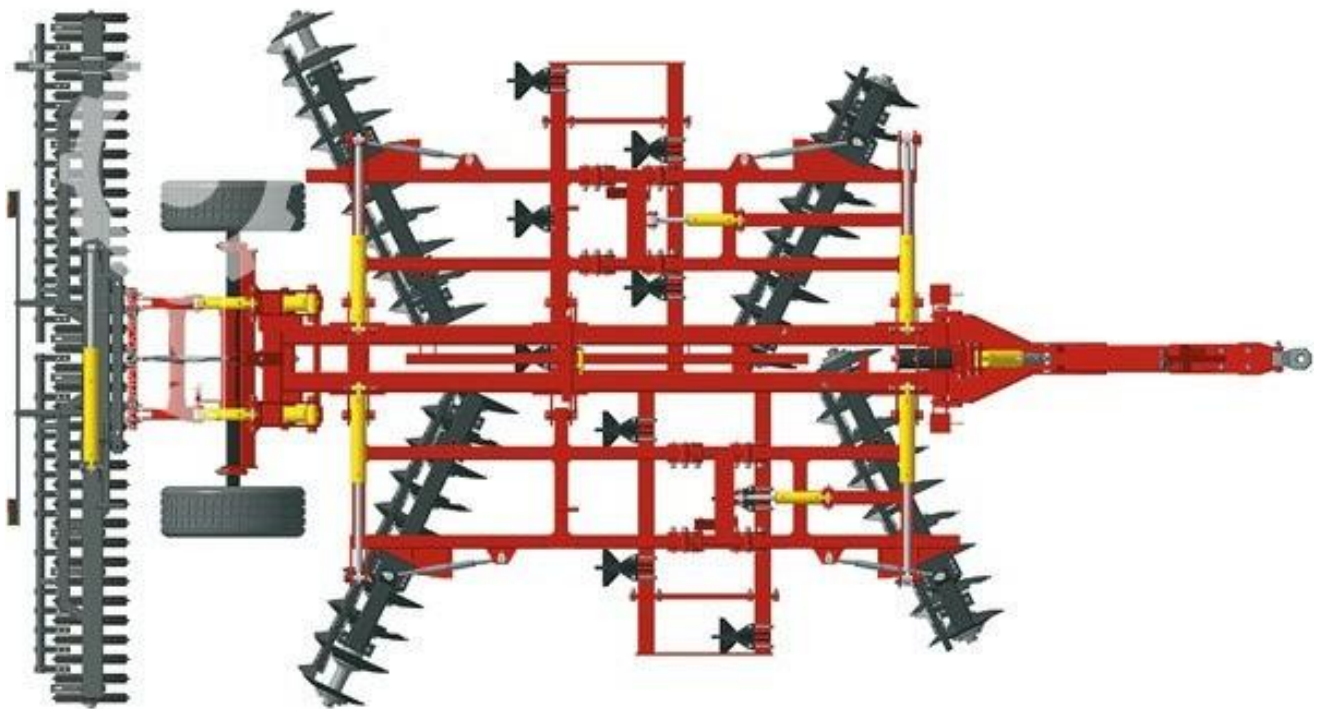


Рис.3.6 – Дисколапова важка борона “AGROLAND” ДЛБ – 01

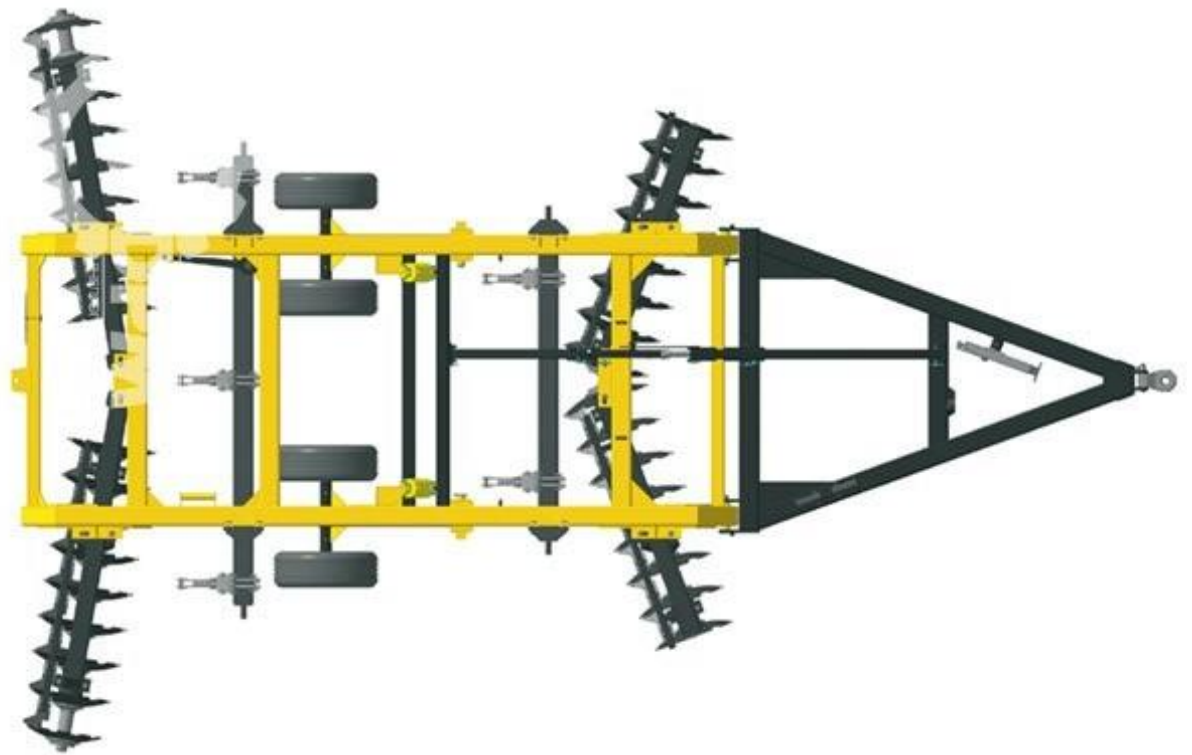


Рис.3.7 - Дисколапова борона “AGROLAND” Б20



Рис.3.8 – Борона дискова начіпна БДН – 3,2 «Кронмаш»

Якщо розглядати дискові знаряддя для проведення поверхневого післязбирального обробітку ґрунту, то можна виділити борону БДН – 3,2 (рис.3.8). Вона агрегується з тракторами тягового класу 1,4...2,0. Призначена для роботи на всіх ґрунтах з вологістю не більш 35%, укладом поверхні до 10°, твердістю в оброблювальному шарі не більш 3,5 МПа. Має стандартне Х- образне розташування секцій робочих органів.

Виходячи з вищевикладеного можливо зауважити наступне. Дискування –

прийом обробітку ґрунту, який забезпечує розпушення, часткове перевертання і перемішування ґрунту, а також підрізання бур'янів та подрібнення і загортання поживних решток. Основним завданням дискування є збереження вологи і нагромадження її в ґрунті, знищення бур'янів і шкідників. Відомо, що ґрунт під впливом опадів ущільнюється. У ньому створюються капіляри, по яких волога з нижніх шарів піднімається до кореневої системи рослин, а значна частина її випаровується в повітря. Після того, як сільськогосподарську культуру зібрали, поверхня поля швидко висихає, тріскається, і волога випаровується інтенсивніше. Тому для більш ефективного розподілу поживних речовин, зменшенню інтенсивності випаровування вологи та ущільнення розпушеного ґрунту пропонується доповнити конструкцію дискової борони спіральним катком.

### **3.4 Агротехнологічні показники роботи дискових знарядь**

До розділу агротехнологічних вимог можуть бути віднесені: глибина обробітку і припустимі межі її відхилення; ступінь розпушування ґрунту; елементи обороту шару і перерозподілу обріїв ґрунту; гребнистість дна борозни і поверхні обробленого поля; утворення борозен і гребенів заданого профілю; знищення і закладення бур'янистої рослинності. Умови роботи характеризуються типом ґрунту (фізико-механічними властивостями і вологістю в момент обробітку), рельєфом і фоном поля, наявністю в ґрунті каменів і коренів рослин, наявністю бур'янистих рослин, наявністю на поверхні поля рослинних залишків, добрив.

Відповідно до умов роботи і змістом технологічного процесу розроблювального знаряддя слід вибрати швидкість поступального руху знаряддя  $V$ , параметри диска – діаметр  $D$  і та радіус сфери  $R$ , кут атаки  $\alpha$ , задній кут різання  $\epsilon_a$ , взаємне розміщення дисків, механізм копіювання рельєфу поля, способи регулювання глибини ходу дисків і установки кута атаки.

Задана глибина обробки а значною мірою визначає вибір необхідної величини діаметра диска, тому що відповідно до найпростішої емпіричної

залежності  $D = ka$ , де  $k$  - коефіцієнт, значення якого вироблено практикою для кожного виду знаряддя. Мінімальне значення  $k$  не може бути менш 3, тому що при  $k = 2$  диск виявився б зануреним у ґрунт на величину радіуса, що викликало би втискання в ґрунт підшипників і розпірних катушок батареї. Разом з тим, доцільне застосування найменших з припустимих за умовами роботи значень  $k$ , тому що зі збільшенням  $D$  зменшується заглиблювання дисків. Для борін луцильників і інших знарядь, у яких застосовується розміщення дисків на батареї, при виборі значення  $k$  повинні враховуватися: а) габарити розпірних катушок і підшипників батареї; б) розміри батареї і її копіювальна здатність; в) фон і засміченість поля, тому що від перерахованих факторів у значній мірі залежить виникнення заклинювання ґрунту або окремих брил між дисками.

Аналогічні розуміння повинні бути покладені в основу при визначення розміру  $b$  - відстані уздовж осі батареї між сусідніми дисками. Щоб уникнути заклинювання шару між дисками, відстань  $b$  повинна бути не менш  $1,5a$ , тобто

$$b > 1,5a. \quad (3.1)$$

Однак, при виборі значень  $D$  і  $b$  більше значення має гребенистість дна борозни. Висота гребеня –  $c$  із дна борозни зростає зі збільшенням  $b$  і зменшується зі збільшенням  $D$  і кута  $\alpha$ . Таким чином, зробивши орієнтований вибір  $D$  і  $b$ , необхідно уточнювати їхні кінцеві значення з урахуванням величини  $c$ .

Теоретична величина  $c$ , обумовлена розрахунковим шляхом, виявляється приблизно на 10 мм більше фактичної через сколювання верхівки гребеня при відриві диском шару ґрунту. Зрозуміло, що для одержання однорідного по глибині обробітку ґрунту бажано мати  $c = 0$ , але форма дисків виключає таку можливість. У всякому разі, для луцильників повинне мати місце  $c = 0,5a$ . У боронах, при властивому їм малому значенні кута установки  $\alpha$ , неможливо отримати  $c < a$ , тому що виконання цієї вимоги спричинило б надмірне збільшення діаметра і неприпустиме зближення дисків. Недотримання значень, що рекомендуються  $c$  в луцильниках веде до неповноти підрізання бур'янів і стерні.

Звичайно, збільшення швидкості обробки від 1 до 2,5 м/с у борін і луцильників тягне зменшення (до 10 %) глибини ходу дисків, але практично не

позначається на збільшення тягового зусилля. При цьому інтенсивність кришіння ґрунту, оборот шару й підрізання бур'янів збільшується, а поверхня ріллі стає більше вирівняною. Загальна оцінка ефекту, одержуваного від підвищення швидкості руху борін і луцильників до 2,5 м/с, позитивна, але при цьому необхідно вирішувати питання стабільності ходу по глибині робочих органів.

В разі, якщо на дисковий луцильник поставлені диски малої кривизни, у граничному випадку плоскі з  $R = \infty$ , то такі диски будуть ліпше сколювати і рушити ґрунт, у той час як при роботі сферичних дисків інтенсивне кришіння й оборот шару відбувається увігнутою поверхнею диска. Зменшення величини  $R$ , наприклад постановка дисків луцильника на дискову борону, не дасть можливості заглибити диски в ґрунт, тому що при малих значеннях кута атаки установки дисків  $\alpha$ , властивих дисковій бороні, диски луцильника будуть спиратися об ґрунт своєю задньою опуклою стороною.

Кут установки дисків  $\alpha$  - визначає величину бічного зсуву, оберту і кришіння шару. Збільшення кута  $\alpha$  - дає можливість застосувати диски з меншим радіусом кривизни, що підвищує розпушування шару і його оборот. Однак, при  $\alpha > 45^\circ$  погіршуються умови сходу ґрунту з диска і при визначеній вологості відбувається її налипання на диск. У більшості дискових знарядь передбачена можливість регулювання величини кута  $\alpha$ . Наявність регулювальних пристроїв ускладнює конструкцію знарядь. Варіювання кута  $\alpha$  могло б бути доцільним тільки при одночасній зміні дисків і зміні їхнього взаємного розміщення, що ніколи не забезпечується.

Нахил дисків у вертикальній площині застосовується в плугах і окучниках, рідше на боронах і луцильниках з плоскими дисками, тобто в тих випадках, коли кожен диск має індивідуальну вісь обертання. Нахил дисків назад на кут  $\beta = 20^\circ$  в плугах призводить до зменшення вертикальної реактивної складової, що виштовхує диск із ґрунту, полегшує підйом шару і його рух по вгнутій поверхні диска, але погіршує здатність диска обертати шар. Внаслідок цього в плугах неминуче застосування нерухомих (або обертаючих, дискових) додаткових елементів, що виконують роль чистиків для очищення дисків. У дискових

окучниках застосовують нахил дисків у вертикальній площині вперед, а не назад, як у плугах. Така постановка дисків можлива лише при роботі на пухкому ґрунті.

Забезпечення позитивних значень заднього кута -  $\varepsilon_a$  обов'язково в плугах і луцильниках. Недотримання цієї умови веде до розпилення ґрунту, порушення стійкості ходу знарядь і збільшення тягового опору. Для борін, диски яких роблять не відділення стружки від моноліту, а розрізування шарів і брил, припустиме застосування негативних значень кута  $\varepsilon_a$ . Але кут  $\varepsilon_a$  завжди повинний залишатися менше кута загострення леза  $i$ , тому що в протилежному випадку виникає зіткнення з ґрунтом опуклої поверхні диска.

Пристосовність знаряддя до рельєфу поля має на меті забезпечення стабільності ходу робочих органів по глибині. Чим більше ширина захвату знаряддя, тим більшого значення набуває ця обставина. У дискових знаряддях, що не мають обмежників глибини ходу (коліс), заглиблення дисків у ґрунт відбувається доти, поки реактивний опір ґрунту, що швидко зростає з глибиною занурення дисків, не зрівноважить вага секцій. Таким чином, у розглянутому випадку глибина ходу дисків буде функцією однорідності опору ґрунту, тобто диски будуть винурюватись на ущільнених ділянках поля і занурюватись на пухких.

### **3.5 Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів сферичного диску**

#### **3.5.1 Обґрунтування відстані між дисками в складі дискової секції**

Форма диска визначає одержання жолобчастого дна борозни (рис. 3.9). Висота гребенів дна борозни  $c$  - залежить від кута встановлення дисків -  $\alpha$  і відстані між суміжними дисками -  $b$ .

Для знарядь, диски яких мають загальну вісь обертання маємо:

$$b \cos \alpha = D_c \sin \alpha \quad \text{або} \quad D_c = b \operatorname{ctg} \alpha, \quad (3.2)$$

де  $D_c$  є середнє пропорційне між  $D$ -с і  $z$  (рис. 3.10), можемо записати:

$$D_c = 2\sqrt{c(D - c)} \quad (3.3)$$

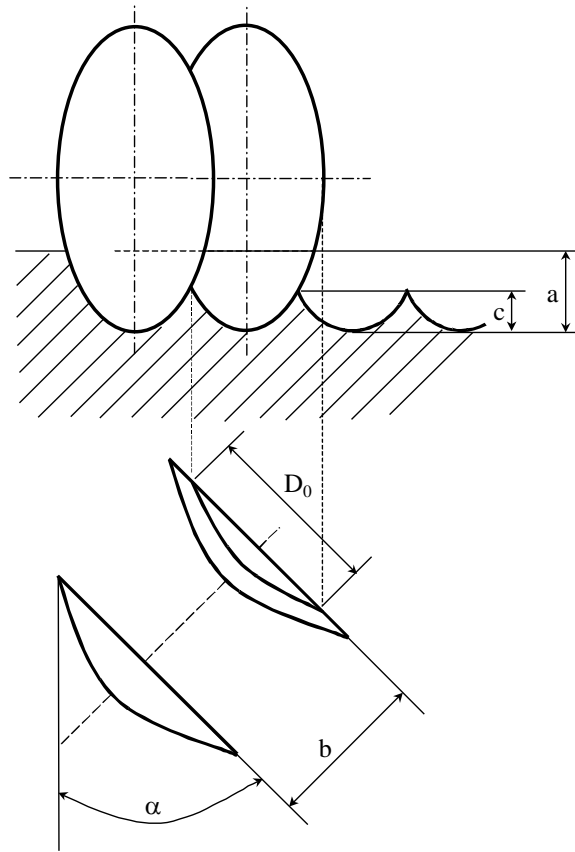


Рис. 3.9. Профіль dna борозни дискової борони

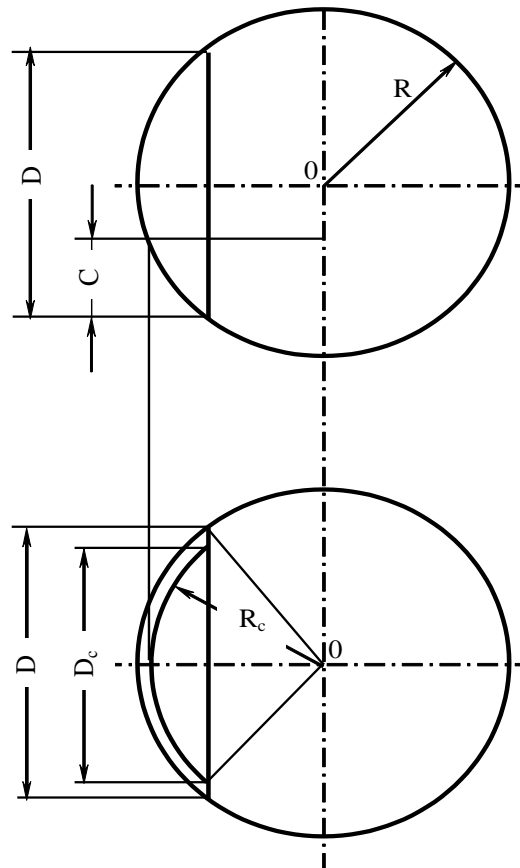


Рис. 3.10. Геометричні елементи сферичних дисків  
Після підстановки  $D_c$  у вираз (3.2), одержимо:

$$D_c = 2\sqrt{c(D-c)}\operatorname{tg}\alpha \quad (3.4)$$

Таким чином, чотири величини –  $b$ ,  $D$ ,  $c$  і  $\alpha$  – є зв'язаними між собою функціональною залежністю і можуть бути використаними при розрахунку дискового знаряддя.

### 3.5.2 Розрахунок геометричних параметрів сферичного диску в складі дискової секції

Зміст технологічного процесу знову розроблювального дискового знаряддя або дискового робочого органу впливає з встановленого для проектування агротехнічного завдання. Задачею конструктора є якомога більш повне забезпечення заданої якості роботи, що може бути досягнуто відповідним вибором параметрів робочих органів і встановленням належного режиму їхньої роботи.

Відповідно до агротехнологічних показників роботи дискових знарядь і змістом технологічного процесу слід вибрати наступні дані для розрахунку геометричних параметрів сферичного диску:

Тип ґрунтообробного знаряддя: борона дискова

Коефіцієнт пропорційності  $k = 4$ ;

Половинний кут при вершині сектора  $\varphi = 22^\circ$ ;

Кут гостріння диска  $i = 10^\circ$ ;

Робоча швидкість  $V_m = 10$  км/год;

Кут атаки  $\alpha = 20^\circ$ ;

Глибина обробітку ґрунту  $a = 0,14$  м;

Ширина захвата 3,0 м.

Діаметр диску визначається із залежності:

$$k = \frac{D}{a}; \text{ звідки } D = k \cdot a, \quad (3.5)$$

де -  $k$  – коефіцієнт пропорційності,  $k = 4$ ;

$a$  – глибина обробітку,  $a = 0,14$  м.

$$D = 4 \cdot 140 = 560 \text{ мм.}$$

Так, як стримуючим фактором впровадження в виробництво нових робочих органів дискового типу є ГОСТи, то згідно ГОСТ 198-75 приймаємо діаметр диску  $D = 600$  мм.

Радіус сфери диску:

$$R = \frac{D}{2 \sin \varphi}, \quad (3.6)$$

$$R = \frac{600}{2 \sin 22^\circ} = 800 \text{ мм}$$

Висота гребенів  $c$  на дні борозни, утвореної диском, залежить від діаметра диска  $D_c$ , кута атаки  $\alpha$  і відстані між дисками  $b$  (рис.3.9). По агро вимогам для дискових борін  $c \leq a$ . Приймаємо  $c = 140$  мм. Тоді

$$D_c = 2\sqrt{c(D-c)}\operatorname{tg}\alpha, \quad (3.7)$$

$$D_c = 2\sqrt{140(600-140)}\operatorname{tg}20 = 508 \text{ мм.}$$

Відстань між дисками в складі дискової секції з виразу (рис.3.9):

$$b = \frac{D_c}{\operatorname{ctg}\alpha}, \quad (3.8)$$

$$b = \frac{508}{\operatorname{ctg}20} = 240 \text{ мм.}$$

Задній кут  $\varepsilon$  знаходимо з виразу:

$$\varphi = \alpha - i - \varepsilon$$

$$\varepsilon = \alpha - i - \varphi, \quad (3.9)$$

де -  $\alpha$  - кут атаки, град,  $\alpha = 20^\circ$ ;

$i$  - кут загострення, град,  $i = 10^\circ$ .

$$\varepsilon = 20 - 10 - 22 = -12^\circ$$

Товщина дисків визначається з емпіричної залежності

$$\delta = 0,008D + 1, \quad (3.10)$$

$$\delta = 0,008 \cdot 600 + 1 = 5,8 \text{ мм.}$$

Приймаємо: діаметр диску – 600 мм, радіус кривизни – 800 мм, товщину диску – 6 мм, кут  $\varepsilon$  -  $12^\circ$ , відстань між дисками в складі секції – 240 мм.

### 3.5.3 Розрахунок вала дискової батареї по умовам міцності на згин

Експериментальними дослідженнями [17] встановлено, що навантаження на дискову батарею складає від 3000Н до 7000Н на 1 метр ширини захвату. Такий великий діапазон пояснюється типом и складом ґрунту, глибиною обробітку, кутом атаки батарей та ін.

Знаряддя буде працювати в південних районах України, де важкі, недостатньо вологі ґрунти. Слід зазначити, що дискування зазвичай проводиться по стерньовому фоні, і в терміни, які характеризуються мінімальною кількістю

опадів і дуже високими температурами. Тому для розрахунку приймаємо навантаження діюче на батарею в межах 5000...7000Н.

Для визначення геометричних параметрів вала батареї складемо розрахункову схему (Рис.3.11)

Визначаємо реакції в опорах:

$$\sum M_A = 0; q \cdot \frac{a^2}{2} - q \cdot \frac{b^2}{2} + R_B \cdot b - q \cdot c \left( \frac{c}{2} + b \right) = 0$$

$$R_B = \frac{q \cdot \frac{b^2}{2} + q \cdot c \left( \frac{c}{2} + b \right) - q \cdot \frac{a^2}{2}}{b} = \frac{6 \cdot \frac{0,96^2}{2} + 6 \cdot 0,185 \left( \frac{0,185}{2} + 0,96 \right) - 6 \cdot \frac{0,145^2}{2}}{0,96} = 4 \text{ кН.}$$

$$\sum M_B = 0; q \cdot a \left( \frac{a}{2} + b \right) - R_A \cdot b + q \cdot \frac{b^2}{2} - q \cdot \frac{c^2}{2} = 0$$

$$R_A = \frac{q \cdot a \left( \frac{a}{2} + b \right) + q \cdot \frac{b^2}{2} - q \cdot \frac{c^2}{2}}{b} = \frac{6 \cdot 0,145 \left( \frac{0,145}{2} + 0,96 \right) + 6 \cdot \frac{0,96^2}{2} - 6 \cdot \frac{0,185^2}{2}}{0,96} = 3,7 \text{ кН.}$$

$$\text{Перевірка: } \sum F_y = 0; -q(a + b + c) + R_B + R_A = 0;$$

$$-6(0,145 + 0,96 + 0,185) + 4 + 3,7 = 0$$

Визначаємо поперечні сили  $Q_x$  і згинальні моменти  $M_x$  по ділянкам вала

I ділянка.  $0 \leq x_1 \leq a;$

$$Q_{x1} = -q \cdot x_1;$$

при  $x_1 = 0;$   $Q_{x1} = 0;$

при  $x_1 = a;$   $Q_{x1} = -6 \cdot 0,145 = -0,87 \text{ кН};$

$$M_{x1} = -q \cdot \frac{x_1^2}{2};$$

при  $x_1 = 0;$   $M_{x1} = 0;$

при  $x_1 = a;$   $M_{x1} = -6 \cdot \frac{0,145^2}{2} = -0,06 \text{ кН} \cdot \text{м};$

II ділянка.  $0 \leq x_2 \leq b;$

$$Q_{x2} = R_A - q \cdot a - q \cdot x_2;$$

$$\text{при } x_2 = 0; \quad Q_{x_2} = 3,7 - 6 \cdot 0,145 = 2,84 \text{ кН};$$

$$\text{при } x_2 = b; \quad Q_{x_2} = 3,7 - 6 \cdot 0,145 - 6 \cdot 0,97 = -2,92 \text{ кН};$$

Так як на ділянці поперечна сила  $Q_{x_2}$  змінює знак, то треба знайти значення  $x_2$ , при якому  $Q_{x_2} = 0$ . Для цього:

$$Q_{x_2} = R_A - q \cdot a - q \cdot x_2 = 0; \text{ звідки } x_{\text{екстр}} = \frac{R_A - q \cdot a}{q} = \frac{3,7 - 6 \cdot 0,145}{6} = 0,47 \text{ м.}$$

$$M_{x_2} = R_A \cdot x_2 - q \cdot a \left( \frac{a}{2} + x_2 \right) - q \cdot \frac{x_2^2}{2};$$

$$\text{при } x_2 = 0; \quad M_{x_2} = -6 \cdot 0,145^2 = -0,06 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$\text{при } x_2 = b; \quad M_{x_2} = 3,7 \cdot 0,96 - 6 \cdot 0,145 \left( \frac{0,145}{2} + 0,96 \right) - 6 \cdot \frac{0,96^2}{2} = -0,1 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

Визначаємо значення моменту в точці екстремуму:

$$M_{\text{екстр}} = 3,7 \cdot 0,47 - 6 \cdot 0,145 \left( \frac{0,145}{2} + 0,47 \right) - 6 \cdot \frac{0,47^2}{2} = -0,61 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

III ділянка.  $0 \leq x_3 \leq c$

$$Q_{x_3} = q \cdot x_3;$$

$$\text{при } x_3 = 0; \quad Q_{x_3} = 0;$$

$$\text{при } x_3 = c; \quad Q_{x_3} = 6 \cdot 0,185 = 1,11 \text{ кН};$$

$$M_{x_3} = -q \cdot \frac{x_3^2}{2};$$

$$\text{при } x_3 = 0; \quad M_{x_3} = 0;$$

$$\text{при } x_3 = c; \quad M_{x_3} = -6 \cdot \frac{0,185^2}{2} = -0,1 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

З умови міцності на згин та моменту опору, підбираємо сталеву балку яка в нашому випадку буде квадратного перетину:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_x} \leq [\sigma];$$

де  $\sigma_{\text{max}}$  – найбільші нормальні напруження в поперечному перерізі балки, МПа;

$M_{\max}$  – найбільший згинальний момент у балці, кН·м;

$W_x$  – осьовий момент опору поперечного перерізу балки відносно його нейтральної лінії, м<sup>3</sup>;

$[\sigma]$  – допустимі напруження, для матеріалу балки.

$$W_x = \frac{h^3}{12};$$

де  $h$  – сторона квадрата.

Тоді

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot M_{\max}}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot 0,61 \cdot 10^6}{120}} = 39,3 \text{ мм.}$$

Приймаємо вал квадратного перетину зі стороною  $h = 40$  мм.

Висновок. В даному розділі проаналізовано роботу та класифіковано дискові робочі органи, зроблено огляд існуючих засобів поверхневого обробітку ґрунту.

Розраховано конструктивно-технологічні параметри сферичного диску. Так в результаті розрахунків отримано: діаметр диску 600 мм, радіус кривизни 800 мм, товщину диску 6 мм, задній кут 12°, відстань між дисками в складі секції 240 мм. З умови міцності на згин та моменту опору розраховано вал квадратного дискової батареї квадратного перетину зі стороною 40 мм.

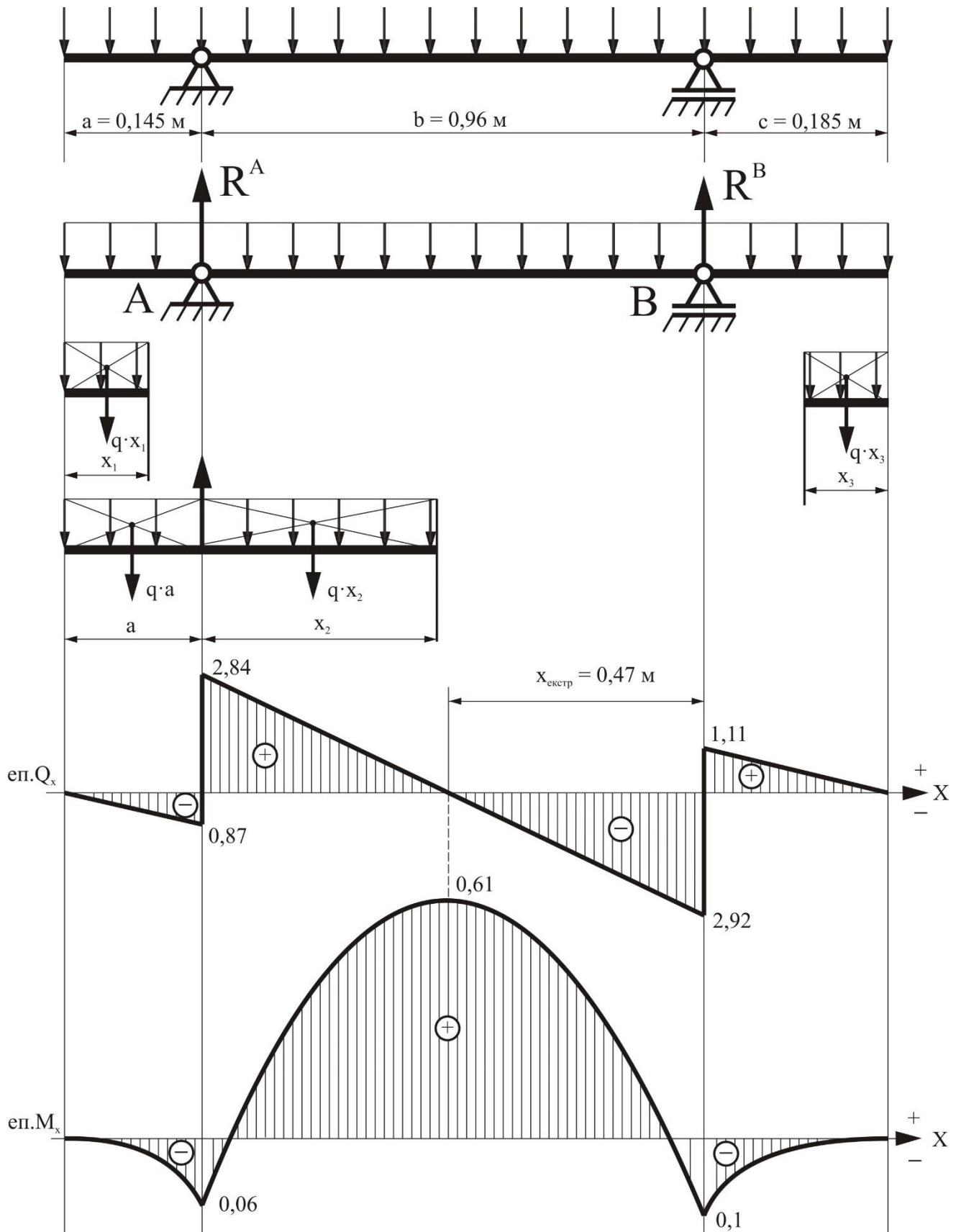


Рисунок 3.11 - Епюра поперечні сили  $Q_x$  і згинальні моментів  $M_x$ .

#### 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 4.1 Загальний перелік працезохоронних заходів

Загальні вимоги безпеки містять у собі підготовку, прийняття і реалізацію рішень по здійсненню організаційних, технологічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я працездатністю людини в процесі праці. Безпека виробничого устаткування, технологічних і трудових процесів є об'єктом якісної і кількісної оцінки по визначенню безпеки праці [2]. На підставі чого складається план заходів щодо забезпечення безпечних і здорових умов праці оператора, що представлений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – План заходів щодо забезпечення безпечних умов праці оператора

Найменування заходів	Вартість робіт, грн.	Термін виконання	Відповідає за виконання заходів	Очікуваний ефект
1	2	3	4	5
<b>Організаційні</b>				
1. Провести усі види навчання робітників у відповідності із "Типовим положенням об навчанні, інструктажі і перевірці знань питань ОП"	400	15.07	Головний інженер, інженер по ОП	Зниження потенційної небезпеки і поліпшення умов труда
2. Мати на робочому місці інструкцію по ОП	-	15.07	Інженер по ОП	Підвищення рівня підготовки
3. Завести і оформити "Журнал реєстрації інструктажу по техніці безпеки"	20	1.08	Інженер по ОП	Контроль за навчанням
4. Розробити карту контролю по показникам безпеки	-	1.08	Інженер по ОП	Зниження потенційної небезпеки і поліпшення умов праці

Продовження таблиці 4.1				
1	2	3	4	5
Технічні				
1. Приведення технічного стану машини у відповідність із нормативно-технічної документацією	500	15.07	Механік	Зменшення вірогідності виникнення аварійної ситуації
2. Укомплектування машини відповідними наборами справного інструмента і пристроїв	800	15.07	Механік	Зменшення вірогідності виникнення аварійної ситуації
3. Установка кондиціонера	2500	15.07	Механік	Приведення температури до норми
4. Нанесення попереджуючих написів на захисних огородженнях	-	1.08	Інженер по ОП	Зниження ризику правоохоронних ситуацій
5. Ізоляція електропроводки	-	1.08	Електрик	Зменшення імовірності замикання
Санітарно-гігієнічні				
1. Забезпечення спецодягом, взуттям та СІЗ	250	1.08	Інженер по ОП	Зниження захворюваності
2. Забезпечення аптечкою	70	1.08	Інженер по ОП	Можливість надання долікарняної допомоги
3. Забезпечення знешкоджуючими, знеражуючими заходами	40	1.08	Інженер по ОП	Забезпечення особ. гігієни

Таким чином, пропоновані заходи дозволяють значно знизити потенційну небезпеку, поліпшити умови праці працюючих і, як наслідок – підвищення продуктивності праці.

#### **4.2 Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій при роботі агрегату**

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події (явища), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками [13].

Розробка та використання ефективних засобів запобігання травмонебезпечних ситуацій можливі лише при своєчасному виявленні тих небезпек, з яких починаються процеси їх формування.

При виявленні закономірностей формування потенційних небезпек при постановці техніки на зберігання треба постійно урахувати взаємодію між небезпечною дією і небезпечною умовою.

Небезпечна дія - це така дія оператора (працюючого), яка суперечить (не відповідає) науково обґрунтованим нормам професійної поведінки при виконанні конкретного виробничого завдання. Вона виникає внаслідок порушення регламентованого режиму роботи обладнання, нормативних вимог охорони праці. Таким чином, внаслідок небезпечних дій працюючий проникає в небезпечну зону, в якій потрапляє в небезпечні обставини.

Небезпечні умови можуть визначитися недоліками конструкцій машин, технологічного обладнання і процесів, низьким рівнем організації виробництва (неефективність або відсутність необхідного контролю, низький професійний рівень працюючих, підготовка їх з охорони праці) [9].

Працюючий. Допускаючи небезпечну дію (НД), потрапляє у небезпечні обставини (НО), за яких на нього може діяти небезпечний виробничий фактор (НВФ), при небезпечній умові (НУ), так створюється інша подія, що має назву небезпечної ситуації (НС).

Усі явища, що формують небезпечну ситуацію мають певну достовірність виникання, а це означає, що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) і наслідки такої ситуації: аварія (А), травма (Т) і сприятлива подія (подія без аварій і травм) належать до випадкових явищ.

Оскільки небезпечний виробничий фактор ніколи не може діяти на людину без відповідних небезпечних умов, то схему процесу формування та виникнення небезпечних ситуацій можна побудувати лише з випадкових явищ, а це означає, що таку схему можна використовувати для необхідних розрахунків рівня безпеки для конкретних умов виробництва [9].

Моделювання травмонебезпечних ситуацій при роботі агрегату надано у логічній таблиці 4.1.

Таблиця 4.2 – Аналіз процесів формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій при роботі агрегату

Вид робіт	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Дискування. Трактор класі 1,4 та дискове знаряддя.	Знаряддя немає прилаштування для фіксування його в піднятому положенні (НУ1). Можлива технологічна несправність системи (НУ2)	При очищенні робочих органів, робочий знаходиться під дискових знаряддям.	Можливе падіння знаряддя (НС)	Травма (Т)	Підйомники гідросистеми тракторів повинні мати блокуючі пристрої для запобігання само опускання навісної машини
<p>Модель процесу:</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>НД</b></p> <p>↓</p> <p><b>НУ1 → НС → Т</b></p> <p>↑</p> <p><b>НУ2</b></p> </div>					

Таким чином запропонований комплекс заходів діє змогу значно поліпшити умови праці робітників при роботі дискового знаряддя, знизити виробничий травматизм і захворюваність і як наслідок підвищити продуктивність праці.

### **4.3 Розробка заходів по підвищенню рівня технологічної безпеки [2]**

#### **4.3.1 Вимоги техніки безпеки при експлуатації дискового знаряддя**

У відповідності з існуючим положенням в господарстві кожний трактор закріплений за окремим механізатором на весь період роботи, а при двозмінній роботі – за двома трактористами, один з яких назначається головним. Закріплення трактора та причіпного інвентарю, як переведення тракториста з однієї машини на іншу, оформлюється наказом, а при короткочасній передачі – письмовим наказом по господарству. Забороняється передавати управління трактором особам, які не мають на це право та допускати присутність в кабіні осіб, не пов'язаних з виконуємою роботою.

Виконувати роботи без наряду та використовувати знаряддя не за призначенням забороняється. Забороняється зберігати або ставити агрегат за місцем проживання механізатора навіть на короткий строк.

Перед початком руху дискового агрегату потрібно подати сигнал і, якщо немає небезпеки, розпочати рух. Перш ніж підняти (опустити) дискове знаряддя, слід переконатися, що біля нього нікого немає. Під підняті гідросистемою диски секцій, щоб вони не опускалися, підкладають підставки. Очищають борону від рослинних решток лише спеціальними ручними чистиками, що додаються до машини. Перед транспортуванням широкозахватної дискової борони бічні секції слід зафіксувати у транспортному положенні. При від'єднанні дискової борони від трактора передній кінець рами опускають на стояк причепа, диски секцій не залишають у піднятому положенні.

До керування та обслуговування агрегату допускаються особи не молодше 18 років, які мають посвідчення тракториста-машиніста на право керуванням трактором і пройшли періодичне медичне підтвердження та інструктаж по техніці безпеки [2].

Тривалість робочого дня повинна бути не менше 7 годин.

Трактористи, які знаходяться в стані алкогольного сп'яніння або в стані сильної втоми, а також хворі, до керування та обслуговування агрегату не допускаються. Особи, які порушили інструкцію по техніці безпеки, допускаються до роботи тільки після позачергового інструктажу.

Тракторист-машиніст забезпечується спецодягом, спецвзуттям та різними запобіжними обладнаннями, які відносяться до індивідуальних засобів захисту. Спецодяг та спецвзуття спільно із технічними засобами захисту підвищують безпеку робочих та сприяють захисту від шкідливих виробничих факторів і несприятливих метеорологічних умов. Спецодяг повинен щільно облягати тіло робочого, бути удобным в роботі та виключати ймовірність захвату його частинами машин і механізмів, які обертаються. Для захисту органів дихання від пилу використовуються респіратори: ШВ-1 „Лепесток”, У-2К, Астра-2, респіратор універсальний РУ-60М та інші [2].

Для захисту слуху від дії шумів використовують протишумові навушники, протишумові вкладиші та антифони.

Для захисту від нафтопродуктів використовують пасти ИЕР-1, ЯЛОТ, ПМ-1, ХИОТ-6, „біологічні перчатки”.

Тракторист повинен носити спецодяг та спецвзуття. Спецодяг повинен відповідати порі року та погоді. Бути придатним по росту, справним та чистим, а взуття зашнуроване. Для запобігання захвату одягу механізмами, що обертаються, куртки повинні бути заправлені в брюки, брюки в чоботи, обшлага рукавів застібнута, волоси прибрані під головний убір.

Перед початком роботи слід одягнути спецодяг, головний убір та при необхідності захисні окуляри, потім виконати наступне [2]:

- перевірити справність муфти зчеплення, рульового керування, гальмів, ходової частини, системи управління і сигналізації, навісної системи та сигналізації, начіпного знаряддя;

- перевірити на ходу трактора роботу гальмівних педалей. Ліві та праві гальма повинні мати однаковий вільний хід педалей та гальмувати одночасно,

знаходячись в розгальмованому стані не нагріватися;

- продивитися кабіну трактора, впевнитися в тому, щоб двері зачинялися легко і надійно, склоочисник працював, переднє та заднє скло цілі, гумовий коврик був на підлозі;

- перевірити справність роботи агрегатів гідросистеми, рівень мастила в баці, надійність ущільнень;

- продивитися кріплення маслопроводів до штуцерів гідро циліндрів, масло розподільників. Не допускати підтікання масла з гідросистеми. Заправку трактора проводити механізованим заправ очним обладнанням;

- перевірити наявність повного комплекту інструменту, протипожежного обладнання та аптечки з необхідним набором медикаментів;

- на машині захисний кожух карданного валу повинен бути зафіксований від обертів;

- при підчепленні знаряддя перевірити надійність зчеплення;

- перевірити натяг ланцюгових передач.

У випадку виявлення відхилень від вимог безпеки виїжджати в поле забороняється.

Категорично забороняється:

- працювати з несправним дисковим знаряддям;

- під час руху агрегату бути на рамі борони, між нею і трактором, попереду агрегату, близько збоку чи біля нього;

- проводити ремонт, підтягувати гайки, регулювати положення чистиків і глибину обробітку, очищати диски і змащувати вузли агрегату при увімкненому двигуні;

- транспортувати дискову борону при послаблених обмежувальних ланцюгах націпної системи трактора.

#### **4.3.2 Вимоги безпеки при виникненні аварійних ситуацій**

При експлуатації агрегату аварії та нещасні випадки більше всього виникають із-за несправності агрегату, недостатніх знань або невиконання

трактористом правил техніки безпеки та правил дорожнього руху, а також із-за неувважності тракториста.

До аварій та нещасних випадків призводять експлуатація тракторів з несправним або не відрегульованим рульовим управлінням, при не достатньому освітленні, відсутності звукового сигналу.

Неякісний ремонт та ТО машин, скриті заводські дефекти у вузлах агрегату (раковини, внутрішні перенапруги, погана зносостійкість деталей) також криють в собі небезпеку.

Травми і мікротравми механізатори, переважно, отримують при усуненні технічних несправностей, проведенні ТО та ремонтів, особливо у спішці, при несправності або відсутності необхідного інструменту та обладнання.

До управління трактором, працюючому на схилах, допускаються трактористи не нижче 2-го класу, зі стажем роботи по спеціальності не менше трьох років, пройшовши спеціальне навчання та інструктаж по безпечних методах роботи.

#### **4.3.3 Вимоги безпеки після закінчення роботи**

Після закінчення роботи необхідно очистити агрегат від рослинних залишків та бруду. Обдути двигун трактора стиснутим повітрям від пилу та мілких сухих часток рослинності, щоб уникнути само загоряння.

Усунути підтікання масла та пального, місця підтоків протерти хустинкою.

Опускаючи знаряддя розвантажити гідросистему, для уникнення швидкого зносу гідроапаратури агрегату.

*Важливою складовою рівня технологічної безпеки є забезпечення наявної техніки первинними засобами пожежегасіння. До них відносяться:*

- вогнегасники;
- пожежний інвентар (ковдри з негорючого теплоізоляційного матеріалу, ящики з піском, діжки з водою, пожежні відра, совкові лопати);
- пожежний інструмент (гаки, ломи, топори та інш.).

Ковдри повинні мати розміри не менше, ніж 1 м × 1 м. Вони призначені для гасіння невеликих вогнищ у випадку займання речовин, горіння яких не може

відбуватися без надходження повітря. У місцях використання легкозаймистих речовин розміри ковдри можна збільшити до 2 м × 1,5 м, 2 м × 2 м. ковдри треба застосовувати для гасіння пожеж класів «А», «В», «Д».

Пропоновані заходи дозволяють значно знизити потенційну небезпеку, покращити умови роботи працівників і, як наслідок – підвищити продуктивність праці.

#### **4.4 Розробка карти контролю роботи агрегату для поверхневого обробітку ґрунту по показникам безпеки**

Карти контролю робочих місць (мобільних, стаціонарних) по показникам безпеки розроблені на основі стандартів по методам оцінки безпеки й іншої нормативно-технічної документації. Вони виконують функції атестаційного документа робочих місць по показникам безпеки і входять поряд з іншою нормативно-технічною документацією (посібник з діагностування, каталоги, технічні вимоги, номенклатурно-довідкові зошити й ін.) у комплект службової документації осіб, відповідальних за технічний стан і безпечну експлуатацію.

Дані карти служать також нормативно-довідковим документом при інвентаризації, паспортизації й атестації робочих місць по показникам безпеки, інформаційному забезпеченні управління охороною праці і містять у собі методи і технологію контролю робочих місць по показникам безпеки, порядок і умови проведення діагностування, обробку результатів атестації.

Карти дозволяють удосконалювати методичне забезпечення управління охороною праці і використовуються при контролі робочих місць по показникам безпеки у всіх випадках передачі техніки від однієї матеріально-відповідальної особи іншої, у тому числі при укладанні договору орендного підряду (бригадного, ланкового, сімейного, індивідуального), організаційно-технологічній підготовці виробництва й оперативного контролю.

Відповідно до карт контроль обов'язковий у таких випадках:

– передпродажної підготовки машин;

- зняття зі збереження техніки на машинних дворах і введення її в експлуатацію;

- оцінки якості технічного стану машин після їхнього технічного обслуговування і ремонту;

- передачі основних засобів в оренду в господарстві і зовнішніх споживачах, тому що відповідно до вимог карт формуються умови забезпечення безпеки робочих місць при висновку усіх видів договорів орендного підряду;

- комплектування і регулювання агрегатів у ході організаційно-технічної підготовки виробництва;

- перевірки стану безпеки робочих місць у ході їхньої паспортизації, роботи органів державного, відомчого і суспільного контролю.

Проведення контролю не в повному обсязі і неякісно підвищує потенційну небезпеку робочого місця.

Для кваліфікованого проведення контролю в господарствах використовують робочі місця по технічному обслуговуванню і ремонту, оснащені повним комплектом діагностичного устаткування відповідно до приведеним картам чи спеціально обладнаними площадками. При відсутності необхідних умов необхідно передбачити відповідні заходи в колективному договорі (угоді по охороні праці і спеціальних питань).

Метою контролю є оцінка технічного стану мобільних робочих місць по показниках безпеки і якості праці особи, що його забезпечують.

Задачі контролю: виявлення відхилень технічного стану мобільних робочих місць від вимог ГОСТ 12.2.002-80 ССБТ „Техніка сільськогосподарська. Методи оцінки безпеки”, карт і іншої нормативно-технічної документації [7].

Розроблена карта контролю роботи агрегату для поверхневого обробітку ґрунту по показниках безпеки представлена в графічній частині дипломного проекту.

## 4.5 Заходи екологічної безпеки

При проведенні поверхневого обробітку земельних угідь господарства можуть спостерігатися процеси еродування ґрунтів, їх пересушення та переущільнення.

При вітровій ерозії відбувається одночасно три процеси: винесення, перенесення і відкладання еолового матеріалу. Одночасно з винесенням тонких часток і гумусу при ерозії ґрунти збіднюються всіма елементами живлення. Втрати азоту і фосфору в орному шарі супіщаних ґрунтів досягають 18%, калію — 8%; в еолових наносах на цих ґрунтах відповідно 44 і 22 %.

В Україні водній ерозії піддається 29 % ріллі. Південні області з площею сільськогосподарських угідь 10 млн. га страждають від пилових бур.

У районах прояву одночасно водної й вітрової ерозії особливо велике значення має безполицевий обробіток ґрунту, мульчування, сівба куліс, смугові посіви культур, регулювання випасу і поліпшення пасовищ, насадження лісових смуг, залісення вітроударних схилів, застосування полімерів-структуроутворювачів та інших препаратів, що підвищують стійкість ґрунтів проти руйнування водою і вітром.

У районах з еродованими ґрунтами одночасно із захисними заходами треба застосовувати заходи, що спрямовані на підвищення родючості зруйнованих ґрунтів — підвищені норми органічних і мінеральних добрив, залуження ділянок.

Основними засобами запобігання вітрової ерозії вважають:

- зменшення ширини полів,
- залишення післяжнивних решток рослин у полі,
- смугове розміщення сільськогосподарських культур (і пару) упоперек пануючих вітрів,
- введення в сівозміни трав,
- створення куліс у парах з високостеблих рослин та полезахисних лісових смуг,
- залуження вітроударних схилів та ін.

Встановлено, що збереження на поверхні ґрунту рослинних решток при застосуванні ґрунтозахисного обробітку — найбільш простий і доступний метод для запобігання вітрової ерозії.

Протиерозійна організація території дає можливість зменшити змив на 50 %, додаткове смугове розміщення культур — на 70%, а поєднання земляних валів з контурний обробітком ґрунту — на 90 %.

З екологічної точки зору найбільш важливими результатами протиерозійного обробітку ґрунту є зниження втрат родючості шару ґрунту і в цілому його руйнування ерозією.

Ґрунтозахисний обробіток зводить до мінімуму змив ґрунту й руйнування його вітром.

#### **4.5.1 Пересушення ґрунтів і заходи щодо його зменшення**

В умовах інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва значно посилюється вплив на ґрунт ходових систем сільськогосподарських агрегатів. Наслідком цього є зниження врожайності зернових і просапних культур на 15—30%. Однак переущільнення ґрунту не можна вважати неминучим, для його запобігання необхідно: при ранньовесняному боронуванні застосовувати тільки гусеничні трактори, що мають невеликий тиск на ґрунт; застосовувати мінімалізацію обробітку ґрунту, поєднання операцій, зменшення глибини розпушення, збільшення ширини захвату агрегатів; всі роботи по вирощуванню сільськогосподарських культур проводити при фізичній спілості ґрунту і його вологості 20-22%; переважно використовувати гусеничні трактори, обмежувати застосування колісних тракторів типу К-700; виключати проходи сільськогосподарських агрегатів та інших машин по полю без потреби; заправляти агрегати насінням, добривами, паливом тільки на краю поля без заїзду на нього транспортних засобів; широко застосовувати маршрутизацію руху машино-тракторних агрегатів при вирощуванні сільськогосподарських культур, тобто більшість технологічних операцій виконувати при рухові агрегатів по одних і тим же коліях.

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЗНАРЯДДЯ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Метою техніко-економічного обґрунтування застосування запропонованої розробки є визначення вартості витрат на розробку дискового агрегату, визначення витрат, зв'язаних з експлуатацією даного агрегату, розрахунку витрат праці, продуктивності, строку окупності та очікуваного економічного ефекту. Визначення вартісних витрат на розробку дискового знаряддя проводимо для умов ТОВ «Перемога» Межівського району Дніпропетровської області при проведенні технологічної операції дискування.

Для визначення економічної ефективності за пропонуваній варіант прийнято модернізований дисковий агрегат з використанням спірального котка. В якості базового варіанту прийнята серійна начіпна дискова борона БДН-3.2.

Розрахунок показників економічної ефективності застосування нового знаряддя для поверхневого обробку ґрунту виконаний з використанням методики розробленої [15] стосовно до умов півдня України. Він базується на збільшенні продуктивності агрегату та отримання додаткового доходу за рахунок збільшення інтенсивності використання агрегату в технологічних операціях вирощування сільськогосподарських культур.

Річний економічний ефект ( $E_p$ ) визначається як різниця приведених витрат по варіантах згідно формули

$$E_p = [(B_{зб} + E_B \cdot S_{пб}) - (B_{зп} + E_{п} \cdot S_{пп}) + Д] \cdot Z_{рм} \cdot W_{ч}, \quad (5.1)$$

де  $B_{зб}$ ,  $B_{зп}$  – питомі експлуатаційні витрати на одиницю продукції при вихідному і порівнюваному варіантах, грн.;

$E_B$ ,  $E_{п}$  – нормативні коефіцієнти ефективності капітальних вкладень;

$S_{пб}$ ,  $S_{пп}$  – питомі капітальні витрати, грн.;

$Д$  – додатковий чистий дохід за рахунок збільшення кількості продукції;

$Z_{PM}$  – нормативне річне завантаження с.г.машини, год.;

$W_{год}$  – продуктивність агрегату, га/год.

Визначимо собівартість пропонованого знаряддя

З урахуванням методики [19] галузева собівартість розроблювального знаряддя визначається по формулі

$$C_r = P \cdot (П \cdot Н \cdot K_m + M) + Д, \quad (5.2)$$

де  $P$  – чиста вага знаряддя, кг,  $P = 1200$  кг;

$П$  – коефіцієнт конструкторської складності у порівнянні із серійною бороною,  $П = 1$ ;

$Н$  – витрати на виробництво 1 кг чистої маси однотипної продукції,  $Н = 10$  грн/кг;

$K_m$  – коефіцієнт зміни витрат на виробництво,  $K_m = 1,19$ ;

$M$  – вартість 1 кг чистої маси матеріалу, що входить в знаряддя, грн/кг,  $M = 6$  грн/кг;

$Д$  – вартість витрат, зв'язаних із транспортними витратами, грн.,  $Д = 1000$  грн.

$$C_r = 1200 \cdot (1,0 \cdot 10 \cdot 1,19 + 6) + 1000 = 122480 \text{ грн.}$$

Нижня межа ціни розраховується по формулі

$$Ц_{н.п.} = C_r + П_n, \quad (5.3)$$

де  $П_n$  – нормативний прибуток, грн.

$$П_n = \frac{P_r \cdot C_r}{100}, \quad (5.4)$$

де  $P_r$  – галузева нормативна рентабельність,  $P_r = 7\%$

$$П_n = \frac{7 \cdot 22480}{100} = 1574 \text{ грн.}$$

$$Ц_{н.п.} = 22480 + 1574 = 148054 \text{ грн.}$$

Лімітна ціна (галузева)

$$Ц_{л} = B \cdot Ц_{н.п.} \quad (5.5)$$

де  $B$  – коефіцієнт подорожчання, зв'язаний з підвищенням витрат виробництва продукції з- за її несерійності,  $B = 1,2$ .

$$Ц_{л} = 1,2 \cdot 124054 = 148864 \text{ грн.}$$

Таким чином, галузева ціна знаряддя склала 148864 грн.

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності приведені в таблиці 5.1.

### **5.1 Розрахунок вартісних витрат**

Розрахунок вартісних показників виконується з використанням залежностей представлених у таблиці 5.2. Результати вартісних показників таблиці приведені в таблиці 5.2. Показники економічної ефективності застосування нового знаряддя приведені в таблиці 5.3.

Висновок. У процесі визначення річного економічного ефекту враховувались тільки енергетичні показники роботи дискових борін і не враховувались їхні якісні показники роботи, а саме: стабільність ходу дискових робочих органів по глибині і показник якості кришіння ґрунту. На нашу думку по даним показникам роботи нове знаряддя повинно значно випереджати базовий варіант.

Але при цьому слід зазначити, що економічна ефективність будь-якого ґрунтообробного знаряддя пов'язана з технологією обробітку ґрунту, в якому йому відведене визначене місце. Тому остаточний економічний ефект повинний розглядатися в сукупності від усієї технології в цілому. Річний економічний ефект від впровадження нового агрегату склав 19750 грн. за рахунок збільшення продуктивності агрегату та збільшення інтенсивності використання агрегату в технологічних операціях вирощування сільськогосподарських культур. Виходячи з цих даних можна сказати, що експлуатація нового знаряддя економічно доцільна.

Таблиця 5.1. Техніко-економічна характеристика агрегатів

Показники	Нове ґрунтообробне знаряддя		Базове ґрунтообробне знаряддя		
	Величина	Джерело	Величина	Джерело	
1	2	3	4	5	
Марка трактора	МТЗ-82	Протокол випробувань	МТЗ-82	Протокол випробувань	
Оптова ціна машини, грн.	148864	Розрахунок	124054	Прейскурант	
Оптова ціна трактора, грн.	7005000	Прейскурант	7005000	Прейскурант	
Продуктивність, га/г	2,61	Розрахунок	2,4	Розрахунок	
Нормативне річне завантаження, трактора сільгоспмашини					
	1950	н.д.м.*	1950	н.д.м.	
	360/420	н.д.м.	360/420	н.д.м.	
Кількість обслуговуючого персоналу, чіл.	1	Розрахунок	1	Розрахунок	
Тарифна ставка тракториста, грн.	25	н.д.м.	25	н.д.м.	
Відрахування по трактору, %					
	Реновація	24,5	н.д.м.	24,5	н.д.м.
	Ремонт і ТО	22	н.д.м.	22	н.д.м.
Відрахування по с.-г. машині, %					
	Реновація	14,2	н.д.м.	14,2	н.д.м.
	Ремонт і ТО	16,0	н.д.м.	16,0	н.д.м.
Ціна 1 кг палива, грн.	50	н.д.м.	50	н.д.м.	
Питома витрата палива, кг/га, при глибині обробки $\approx 14$ см та швидкості агрегату $\approx 10$ км/год	14,1	Протокол випробувань	15,2	Протокол випробувань	
н.д.м.* - нормативно-довідковий матеріал					

Таблиця 4.2 Розрахунок вартісних показників роботи знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту

Показник	Нове ґрунтообробне знаряддя	Базове ґрунтообробне знаряддя
Операція поверхневого обробітку ґрунту		
Зарплата, грн./га	$z_{\text{п}} = \frac{f_{\text{т}}}{W_{\text{г}}}$	
	$\frac{125}{2,61} = 47,89$	$\frac{125}{2,4} = 52,08$
Ремонтні відрахування і амортизація по трактору, грн./га	$S_{\text{от}} = \frac{1,1B_{\text{т}} \cdot (Q_{\text{тп}} + Q_{\text{тто}})}{100 \cdot W_{\text{г}} \cdot z_{\text{пт}}}$	
	$\frac{1,1 \cdot 700500 \cdot (47,89 + 22)}{100 \cdot 2,61 \cdot 1950} = 50,55$	$\frac{1,1 \cdot 700500 \cdot (52,08 + 22)}{100 \cdot 2,4 \cdot 1950} = 58,48$
Ремонтні відрахування і амортизація по с.г.машині, грн./га	$S_{\text{ом}} = \frac{1,1B_{\text{г}} \cdot (Q_{\text{мп}} + Q_{\text{мто}})}{100 \cdot W_{\text{г}} \cdot z_{\text{рм}}}$	
	$\frac{1,1 \cdot 148864 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 2,61 \cdot 360} = 50,21$	$\frac{1,1 \cdot 124054 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 2,4 \cdot 360} = 51,92$
Вартість палива, грн./га	$G_{\text{п}} = \text{Ц}_{\text{п}} \cdot g_{\text{п}}$	
	$50 \cdot 14,1 = 705$	$50 \cdot 15,2 = 760$
Загальні витрати, грн./га	$I = z_{\text{п}} + S_{\text{от}} + S_{\text{ом}} + G_{\text{п}}$	
	$9,58 + 50,55 + 50,21 + 705 = 815,34$	$10,4 + 51,48 + 51,92 + 760 = 873,8$
Питомі капітальні вкладення, грн./га	$S_{\text{п}} = \frac{1,1B_{\text{т}}}{W_{\text{г}} \cdot z_{\text{пт}}} + \frac{1,1B_{\text{м}}}{W_{\text{г}} \cdot z_{\text{рм}}}$	
	156,5	164,1
Річний економічний ефект, грн	$E_{\text{р}} = [(B_{\text{зб}} + E_{\text{б}} \cdot S_{\text{пб}}) - (B_{\text{зп}} + E_{\text{п}} \cdot S_{\text{пш}}) + Д] \cdot z_{\text{рм}} \cdot W_{\text{ч}}$	
	$E_{\text{р}} = [(705 + 0,15 \cdot 164,1) - (760 + 0,15 \cdot 156,5) + 15] \cdot 360 \cdot 2,61 = 36512,8$	
Термін окупості, років	$T_{\text{о}} = B_{\text{м}}/E_{\text{р}}$	
	$T_{\text{о}} = 148864/36512,8 = 4$	

Таблиця 5.3 Техніко-економічні показники проекту

Показники	Базова машина	Проектowana машина
Сумарні витрати на техніку, грн.	136000	148864
Витрати по трактору, грн.	700500	700500
Витрати по с.-г. машині, грн.	124054	148864
Витрати по трактору, грн/га	156,5	164,1
Витрати по с.-г. машині, грн/га	51,92	50,21
Витрати на ПММ, грн/га	705	760
Заробітна плата, грн/га	50,42	59,58
Разом витрат, грн/га	815,34	873,8
Питомі капітальні витрати, грн/га	164,1	156,5
Річний економічний ефект, грн.	–	36512,8
Термін окупності, років		4,0

### Висновок

Доцільність запропонованих технічних рішень підтверджуються техніко-економічною оцінкою. Річний економічний ефект від впровадження нового агрегату склав 36512,8 грн. за рахунок збільшення продуктивності агрегату та збільшення інтенсивності використання агрегату в технологічних операціях вирощування сільськогосподарських культур.

## ВИСНОВКИ

Збільшення врожайності сільськогосподарських культур напряду залежить від технологій вирощування та складу сільгосптехніки, що використовується в технологічних схемах даних технологій. Відповідно до реалізації поставленої мети даного дипломного проекту для умов сільськогосподарського господарства ТОВ «Перемога» було зроблено наступне:

1. Розглянуті питання вдосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно. Запропоновано інтенсивну технологію, що враховує оптимальне співвідношення всіх існуючих технологій для конкретних умов виробництва.

2. Експлуатаційне обґрунтування технології та складу агрегату дозволило визначити основні параметри експлуатаційних показників роботи. Відповідно до виконаних розрахунків встановлено, що для операції дискування стерні та для даних умов експлуатації дискового знаряддя необхідно прийняти п'яту передачу, на якій швидкість руху складає 9,3 км/год, годинна витрата палива становить 14,1 кг /год, а погектарна витрата палива – 4,2 кг/га. При цьому коефіцієнт використання часу зміни при роботі дискової борони склав 0,94, годинна продуктивність 2,61 га/год, змінна продуктивність 21,3 га і витрати праці на одиницю виконаної роботи 0,38 чол.год/га.

3. Проаналізовано роботу дискових знарядь та класифіковано дискові робочі органи, зроблено огляд існуючих засобів поверхневого обробітку ґрунту.

4. Розраховано конструктивно-технологічні параметри сферичного диску. Так в результаті розрахунків отримано: діаметр диску – 600 мм, радіус кривизни – 800 мм, товщину диску – 6 мм, відстань між дисками в складі дискової секції – 240 мм. З умови міцності на згин та моменту опору розраховано вал квадратного дискової батареї квадратного перетину зі стороною 40 мм. Дані параметри дали змогу розробити дискове знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту для роботи в умовах ТОВ «Перемога».

5. Розроблений комплекс працезохоронних заходів, що дозволяє значно знизити потенційну небезпеку, поліпшити умови праці працюючих і, як наслідок – підвищити продуктивність праці.

6. Доцільність запропонованих технічних рішень підтверджуються техніко-економічною оцінкою. Річний економічний ефект від впровадження нового агрегату склав 36512,8 грн. за рахунок збільшення продуктивності агрегату та збільшення інтенсивності використання агрегату в технологічних операціях вирощування сільськогосподарських культур.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробці продукції рослинництва / Д.А.Бутко, В.Л.Луценков, Ю.П.Рогач і інші. – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 2002. 344 с.
2. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лесостепу України / За ред.. П.Г. Саблука, Д.І. Морозенка, Г.Е. Мазнева, -2-е вид., доп.-К.: ННЦ ІАЕ, 2008. 720с.
3. Цивільна оборона. Навчальний посібник/Під ред. Полковника В.С. Франчука. 2000. 336 с.
4. Ярошенко І. Ф. «Безпека життєдіяльності в інженерних рішеннях»: Навчальний посібник – Суми, Видавництво «Довкілля», 2003 390 с.
5. Пістун І.П., Хомяк В.В., Хомяк Й.В.. Охорона праці в сільському господарстві (технічне обслуговування і ремонт машин сільськогосподарського виробництва): Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 456 с.
6. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1 (Ч. 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків: Око, 2001. 444 с.
7. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навчальний посібник 3-є видання. К.: Каравела, 2004. 160 с.
8. Методика розрахунку економічної ефективності в дипломних та бакалаврських роботах по кафедрі “Машиновикористання в землеробстві”. Для студентів стаціонарної й заочної форми навчання факультету механізації сільського господарства за фахом 6.091.902. Мелітополь, ТДАТА, 2010. 35 с.
9. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / За ред. проф. В.Ю. Ільченка К.: Урожай, 1993 286 с.
10. Річний звіт господарства за 2008-2010 рр.
11. Мітін В.М. Лекції з “Машиновикористання в землеробстві”. Розділ 3 “Експлуатація машин при виробництві продукції рослинництва”./ В.М. Мітін. – Мелітополь, ТДАТА, 2007 184 с.

12. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич [та ін.] ; За ред. Д. Г. Войтюка. К. : Агроосвіта, 2015. 678 с.
13. Kutsenko A. Structural Mechanics: The calculations of complex beams and trusses : manual / A. Kutsenko. 2nd ed. К. 2024. 204 p. ISBN 978-611-01-3134-6
14. Design, implementation and maintenance of complex systems of information protection : textbook / О. М. Kulinich [et al.]. - К. : Publishing House «Comprint», 2024. 422 p.
15. Основи землеробства і рослинництва : навчальний посібник / С.П. Танчик [та ін.]. - 3-є вид., перероб. і доп. - К. : НУБіП України, 2024. - 309 с.
16. Influence of Cultivation Technology on the Growth and Development of Sweet Corn Plants of Hybrid Moreland F1. Ivan Salatenko Yaroslava Hryhoriv, Sergey Butenko, Anna Hotvianska, Nataliia Nozdrina, Valentina Rozhko, Olena Karpenko, Oksana Sykalo, Alla Kustovska, Valentina Toryanik. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 2022, 23(6), 104–110.
17. Economic and energy assessment of willow and poplar cultivation depending on the density of the plantation and the nutritional background. Nadiia Lys, Oleg Kolisnyk, Oleksandr Klymchuk, Pavlo Verheles, Nadiia Tkachuk, Mykola Sakhoshko, Valentina Rozhko, Olena Karpenko, Lyudmyla Kriuchko, Roman Bordun, Mykola Vandyk, *Modern Phytomorphology*.2024. Vol. 130 – 137, 2024.
18. Environmental Aspects of Sustainable Corn Production and its Impact on Grain Quality. Datsko, O., Zakharchenko, E., Butenko, Y., Karpenko, O., Rozhko, V., Hnitetskyi, M., Khtystenko, A. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 2024, 25(11), 163–167
19. Ґрунтозахисне та ресурсоощадне землеробство в Україні: навч. посіб./ Муміджанов Х.А., Косолап М.П., Биков М.І. та ін. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2023. 120 с.
20. Гудзь В. П., Примак І. Д., Танчик С. П. Землеробство. К.: Центр учбової літератури, 2014. 432 с.

21. Екологічні проблеми землеробства. Підручник. /За ред. В.П. Гудзя.- Житомир.: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2010. 708 с.
22. Землеробство з основами ґрунтознавства / С.П. Танчик, В.М. Рожко, О.Ю. Карпенко- Київ, Прінтеко, 2020. 443 с.
23. Системи зберігаючого землеробства: no-till і strip-till: навчальний посібник для студентів ВНЗ /М.П. Косолап та ін. – Київ: НУБіП України, 2023. 377с.

# ДОДАТКИ



Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський державний аграрно - економічний університет  
Інженерно - технологічний факультет  
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

### **Ілюстративний матеріал**

до захисту дипломного проекту на здобуття освітнього ступеня  
«Бакалавр» за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» зі  
СПЕЦІАЛЬНОСТІ 208 «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»  
НА ТЕМУ: «УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ  
З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКЦІЇ БОРОНИ ДИСКОВОЇ»

Вконав

Калінін В.В.

Науковий керівник,  
доцент

Пономаренко Н.О.

Дніпро - 2025

## Огляд існуючих конструкцій дискового знаряддя



Дискові знаряддя фірми RAU  
Kverneland DTA



Дискові знаряддя корпорації  
KRAUSE Модель 5817W



Борона дискова начіпна БДН – 3,2 «Кронмаш»



Дискові робочі органи у складі комбінованих  
агрегатів Модель 4880 Landbuilder Disc Ripper



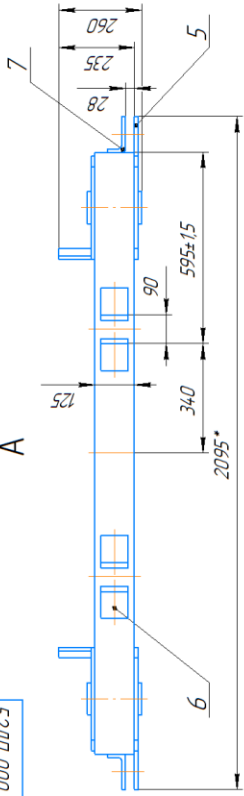
Дисколапова важка борона «AGROLAND»  
ДЛБ – 01



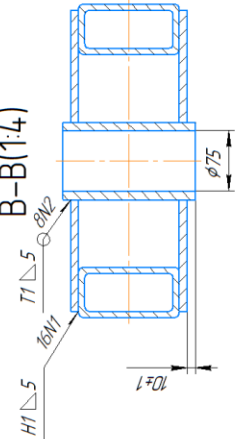


52ДП 000 110.312000 В3

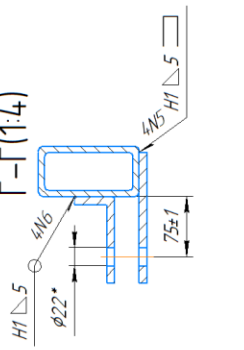
А



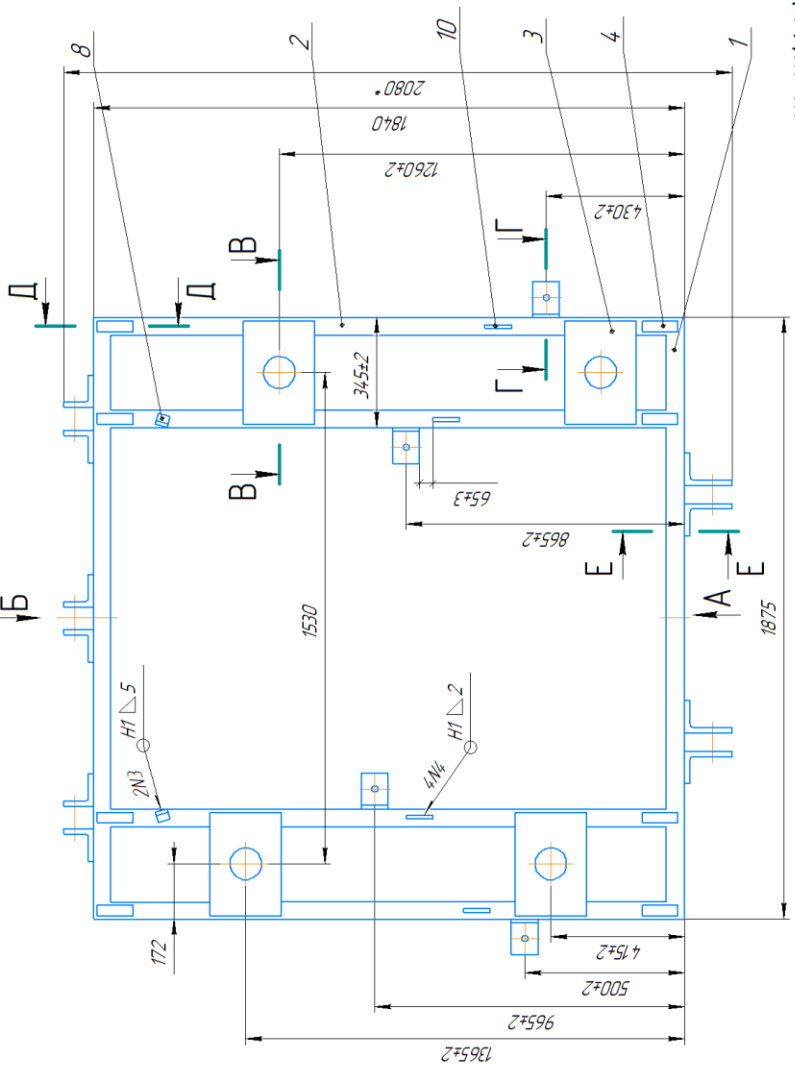
В-В(1:4)



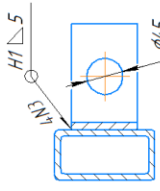
Г-Г(1:4)



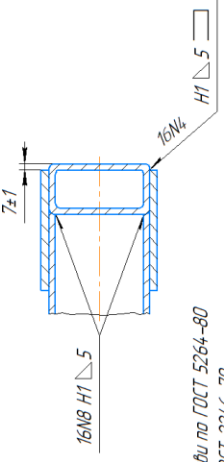
Б



Е-Е(1:4)



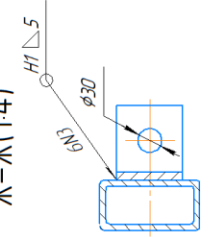
Д-Д(1:4)



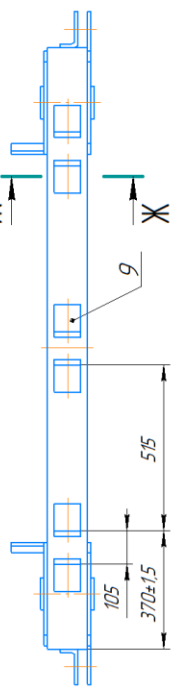
- 1 Зварювальні шви по ГОСТ 5264-80
  - 2 Діаметр ст. об. ГОСТ 2246-70
  - 3 ISO 2768-m
  - 4 Поверхня емаль ПФ-115 червоного ГОСТ 6465-76
- \* Розміри для довідки

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Додатк. вказ.
		З'ябу розробляльній виробі		
1	52 ДП 000 110.312001	Балка поперечно	2	
2	52 ДП 000 110.312002	Балка продольно	4	
3	52 ДП 000 110.312003	Плита	4	
4	52 ДП 000 110.312004	Пластина	6	
5	52 ДП 000 110.312005	Плита	4	
6	52 ДП 000 110.312006	Кранштейн	4	
7	52 ДП 000 110.312007	Кранштейн	4	
8	52 ДП 000 110.312008	Кранштейн	2	
9	52 ДП 000 110.312009	Кранштейн	6	
10	52 ДП 000 110.312010	Фіксатор ланцюга	4	

Ж-Ж(1:4)



Б



52ДП 000 110.312000 В3

Рама

Лист	Масса	Листов	
		1	110
Рама			
ДДАЕУ			

Формат А2

Копіювати



Техніко-економічні показники проекту

Показники	Базова машина	Проектована машина
Сумарні витрати на техніку, грн.	136000	148864
Витрати по трактору, грн.	700500	700500
Витрати по с. -г. машині, грн.	124054	148864
Витрати по трактору, грн/га	156,5	164,1
Витрати по с. -г. машині, грн/га	51,92	50,21
Витрати на ПММ, грн/га	705	760
Заробітна плата, грн/га	50,42	59,58
Разом витрат, грн/га	815,34	873,8
Питомі капітальні витрати, грн/га	164,1	156,5
Річний економічний ефект, грн.	–	36512,8
Термін окупності, років		4,0