

**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 ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗАЦІЇ З РОЗРОБКОЮ  
КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО  
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

**Виконав:** студент 3 скороченого курсу, групи АІС-1-21  
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Богдан ДАНИЛЮК

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Борис ВОЛИК

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2024

**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)

«    »                      2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Данилюку Богдану Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Удосконалення процесу механізації з розробкою комбінованого агрегату для поверхневого обробітку ґрунту

керівник роботи Волик Борис Анатолійович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«06» травня 2024 року № 984

**2. Строк подання студентом роботи** 25.05.2024 р.

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

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика виробничої діяльності господарства. 2. Огляд конструкцій комбінованих ґрунтообробних агрегатів та можливі варіанти

комплектування різними робочими органами. 3. Теоретична частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка розробки. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

**1. Огляд конструкцій комбінованих ґрунтообробних агрегатів для поверхневого обробітку. 2. Універсальний вспушувач ґрунту 3. Диск голчастий. Опора 4. Креслення деталей (диск, голка, вал, кришка, корпус, зірка). 5. Техніко-економічні показники.**

**6. Консультанти розділів проекту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Волик Б.А., доцент		
2	Волик Б.А., доцент		
3	Волик Б.А., доцент		
4	Волик Б.А., доцент		
5	Волик Б.А., доцент		

**7. Дата видачі завдання: 01.03.2024 р.**

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 17.03.2024 р.	<b>Виконав</b>
2	Технологічний	до 10.04.2024 р.	<b>Виконав</b>
3	Конструкційний	до 28.05.2024 р.	<b>Виконав</b>
4	Охорона праці	до 12.05.2024 р.	<b>Виконав</b>
5	Економічний	до 21.05.2024 р.	<b>Виконав</b>
6	Графічна частина	до 25.05.2024 р.	<b>Виконав</b>

**Студент**

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Данилюк Б.О.**

\_\_\_\_\_

( прізвище та ініціали )

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Волик Б.А.**

\_\_\_\_\_

( прізвище та ініціали )



## АНОТАЦІЯ

Данилюк Б.О. Удосконалення процесу механізації з розробкою комбінованого агрегату для поверхневого обробітку ґрунту / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро 2024.

У першій частині надано виробничо-господарську характеристику ФГ «Теліпко», розглянуто основні техніко-економічні показники підприємства та обґрунтовано вибір теми проекту.

У другому розділі проаналізовано особливості конструкції комбінованих ґрунтообробних агрегатів для поверхневого обробітку ґрунту та різні варіанти їх комплектації робочими органами.

У теоретичній частині здійснено розрахунок технологічних параметрів голчастого диска та способу його руху з пригальмуванням для комбінованого ґрунтообробного агрегату.

Четвертий розділ присвячено аналізу стану охорони праці на підприємстві та заходам з його покращення.

В останньому розділі оцінено економічну ефективність впровадження удосконаленої машини у порівнянні з базовою моделлю.

КОМБІНОВАНИЙ ГРУНТООБРОБНИЙ АГРАГАТ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ, ГОЛЧАСТИЙ ДИСК, ФГ «ТЕЛІПКО»

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ФГ «ТЕЛІПКО».....	9
1.1. Загальна характеристика господарства .....	9
1.2. Техніко-економічні показники господарства .....	9
1.3. Особливості і значення передпосівної і післяпосівної обробки ґрунту....	12
1.4. Обґрунтування теми дипломного проекту.....	14
2. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КОМБІНОВАНИХ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ .....	15
2.1 Огляд робочих органів поверхневого обробітку ґрунту.....	15
2.2 Огляд конструкцій борін.....	22
2.3. Огляд конструкцій комбінованих ґрунтообробних агрегатів для передпосівного обробітку .....	29
3. ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГОЛЧАСТОГО ДИСКУ ДО КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ.....	37
3.1.    Визначення швидкості руху агрегату.....	37
3.2. Обґрунтування кількості голок при радіальному її розташуванні для поверхневого обробітку ґрунту .....	40
3.3. Обґрунтування кількості голок при зігнутому стані за визначеним законом.....	43
3.4. Обґрунтування кількості голок на диску за умови його руху з пригальмовуванням. ....	45
3.5. Визначення швидкості взаємодії кінця робочого елемента з ґрунтом за умови чистого кочення і з пригальмовуванням.....	48
3.6. Визначення зниження тягової потужності за умови руху голчастого диску (батареї) з пригальмовуванням.....	50
3.7. Визначення продуктивності роботи агрегату .....	58
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62
4.1. Аналіз стану охорони праці.....	62
4.2. Пропоновані заходи щодо підвищення безпеки стану сільськогосподарських знарядь.....	62
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА .....	65
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	71
ДОДАТКИ.....	73

## ВСТУП

Удосконалювання сільськогосподарської техніки, використання передових технологій, приводить до поліпшення умов праці, збереженню родючого шару ґрунту і підвищення якості одержуваної продукції з мінімальними витратами.

При вирощуванні сільськогосподарських культур на основі інтенсивних технологій, обробіток ґрунту займає одне з головних місць у комплексі заходів щодо підвищення родючості ґрунтів, врожайності польових культур і захисту від водної і вітрової ерозії .

Застосовані в даний час ґрунтообробні машини не цілком забезпечують необхідний якісний обробіток ґрунту і не для всіх ґрунтово-кліматичних зон вони ефективні . Це наочно видно на багатьох прикладах. Навіть в одному господарстві, машина, що ми розробляємо, не може однаково експлуатуватися. Тому розробки високоефективної техніки для конкретних умов є однією з найважливіших задач сільськогосподарського виробництва.

У той же час відповідно до основних напрямків технічного прогресу в рослинництві існують, а точніше сформувалися наступні основні шляхи удосконалювання сільськогосподарської техніки:

- упровадження найбільш прогресивних енергозберігаючих ґрунтозахисних технологій, машин і устаткування, що забезпечують різке зниження витрат праці і підвищення його ефективності;
- розробка робочих органів, які дозволять оперативно вмішуватись у технологічний процес при зміні природно – кліматичних умов;
- створення комбінованих машин і агрегатів, що сполучають виконання декількох операцій при одному проході, особливо при обробці ґрунту;
- збільшення ширини захвату агрегату, пропускної здатності, вантажопідйомності транспортних і навантажувальних засобів;
- повна механізація вантажно-розвантажувальних, а також важких і шкідливих робіт, що роблять вплив на здоров'я людей;

- універсализація й уніфікація машин, підвищення їхньої якості і надійності за рахунок застосування сучасних конструкційних матеріалів;
- автоматизація виробничих процесів і поліпшення умов праці;
- широке впровадження потокових методів виконання робіт, особливо при збиранні врожаю і підготовці ґрунту під посів.

Практична інтенсифікація сільськогосподарського виробництва означає перехід до високої культури землеробства, посилене вживання, а головне розумне, мінеральних і органічних добрив, поліпшення машин і знарядь для одержання високої якості кінцевої продукції.

# 1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ФГ «ТЕЛІПКО»

## 1.1. Загальна характеристика господарства

ФГ «Теліпко» знаходиться в селі Бабайківка Царичанського району Дніпропетровської обл. (рис. 1.1.). Господарство створено в 1993 році.

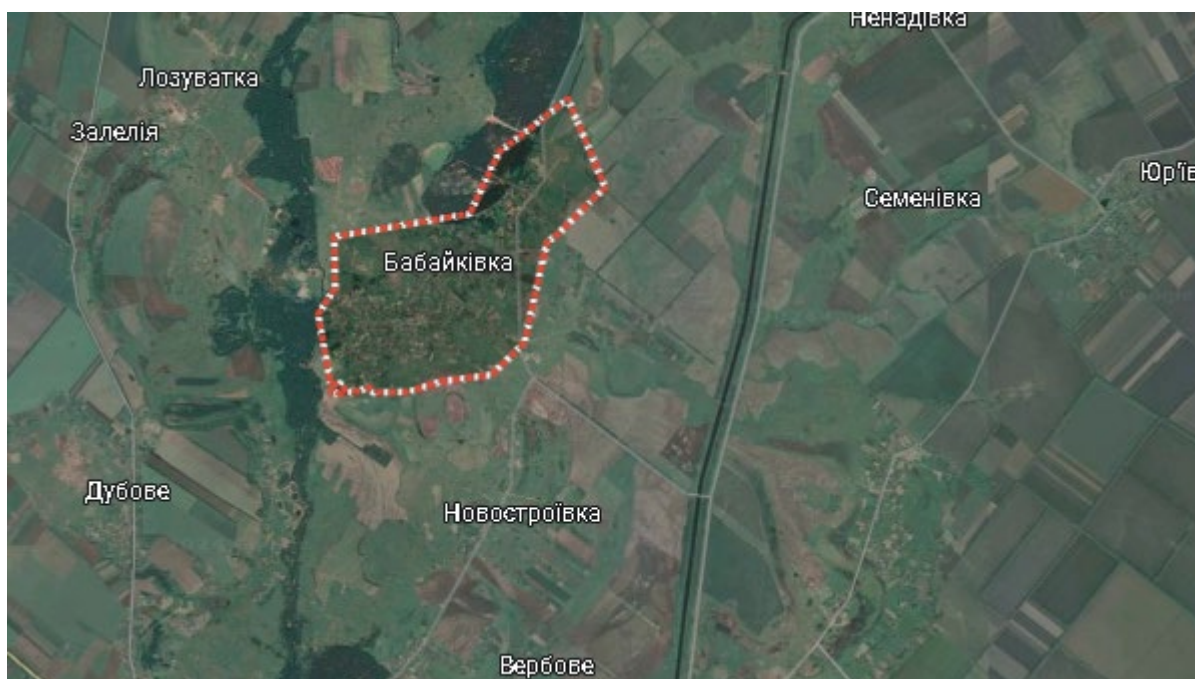


Рис. 1.1. Місце знаходження господарства на карті району

ФГ «Теліпко» має в своєму розпорядженні 450 га земель сільськогосподарського призначення. В господарстві займаються вирощуванням зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур..

## 1.2. Техніко-економічні показники господарства

Господарство знаходиться в помірно континентальній зоні України, де клімат є помірним, теплим та добре зволеним. Основні кліматичні показники включають суму активних температур понад  $+18^{\circ}\text{C}$  і річну кількість опадів від 265 до 870 мм. Найхолодніший місяць – лютий, із середньою температурою -

14°C. Весна починається, коли середньодобова температура стабільно досягає +13°C. Літо тепле і малодощове, із серпнем як найспекотнішим місяцем, коли максимальна температура досягає +40,2°C, а середньодобова температура становить +20...23°C. Безморозний період триває від 130 до 194 днів.

Рослинність зони включає листяні та хвойні ліси, а також трав'яну рослинність лучних степів. Основні ґрунти — сірі лісові, невелика кількість чорнозему і дерново-підзолисті ґрунти. Сірі опідзолені ґрунти відрізняються більш вираженим гумусним горизонтом глибиною 18-38 см, слабокислою реакцією (рН 4,5-8,3) та грудкуватою структурою, з високим вмістом органічних речовин і гумусом 2-3,5%. Підвищення родючості сірих лісових ґрунтів досягається шляхом поглиблення орного шару, регулярного внесення органічних і мінеральних добрив, вапнування, травосіяння і боротьби з ерозією.

При виконанні намічених і інтенсивних планів організації та вирощування сільськогосподарської продукції, важливе значення має наявність земельних угідь та структура посівних площ. В таблиці 1.1. приведена структура наявних земель, а в таблиці 1.2. приведена структура посівних площ.

Таблиця 1.1.

### Структура земельних угідь господарства

Назва угідь	Площа, га	Структура, %
Загальна площа	450	100
з них: <i>темно-сірі ґрунти</i>	182	41
<i>опідзолені чорноземи</i>	132	29
<i>типові чорноземи</i>	136	30

Таблиця 1.2.

### Культури, що вирощує господарство у різні роки

№ п/п	Культура	Площа посіву, га	Урожайність, ц/га
1	Озима пшениця	150	46,0
2	Озиме жито	50	39,5
3	Кукурудза на зерно	150	48,2
4	Соя	70	15,5
5	Соняшник	30	19,8

Перелік наявної в господарстві техніки приведений в таблиці 1.3. За потреби в господарстві відбувається оренда як тракторів і комбайнів, так і сільськогосподарської техніки.

Таблиця 1.3.

**Склад машинно - тракторного парку**

<b>Найменування та марки</b>	<b>Наявність</b>
<b>Трактори:</b>	
Т-150К	1
ЮМЗ- 6Л	1
МТЗ 1522	2
<b>Автомобілі самоскиди:</b>	
КАМАЗ-5510	2
<b>Зернозбиральні комбайни:</b>	
Claas «Домінатор»	1
<b>Сівалки:</b>	
СЗ-5,4	2
СУПН-8	1
<b>Плуги:</b>	
ПЛН-5-35	3
Lemken Gigant 800	1
<b>Культиватори:</b>	
КПС-4	3
КРН-5,6	2
<b>Борони:</b>	
БДТ-7	2
БЗСС-1,0	12
БЗТС-1,0	8
<b>Луцильники:</b>	
ЛДГ-15	2
АКМ-4М	2
<b>Розкидачі:</b>	
ПРТ-10	1
МВУ-5	1
<b>Оприскувачі:</b>	
ОП-2000	2

Також є склади для зберігання зерна, але застосовують все частіше варіант здачі зерна одразу на елеватори. На току зерно сушать в сушарках, потім відокремлюють домішки. Мінеральні добрива зберігаються в спеціально

відведеному сховищі, де на них не потрапляють сніг, вода, а також сонячні промені.

### **1.3. Особливості і значення передпосівної і післяпосівної обробки ґрунту.**

Степова зона по ґрунтово-кліматичних умовах досить різноманітна, що необхідно враховувати при підборі ґрунтозахисних технологій обробки і підготовки сільськогосподарських культур.

Основний обробіток ґрунту по типу поліпшеного зябу з використанням безпліцевих знарядь створює передумови для виключення весняного боронування і першої передпосівної культивуації під культури пізнього терміну сівби. Однак у роки з ранньою весною й на полях що ущільнилися за зиму, першу культивуацію необхідно проводити протиерозійними культиваторами КТС-10-1 або КПЭ-3,8А на глибину 10...12см. Поля з просапними культурами боронують по діагоналі до напрямку схилу і сівби. На схилах крутістю понад 2% найбільш доступним прийомом затримки вологи на місці її випадання є щілювання, проведене в той же час, що і перша міжрядна обробка. Щілини нарізають у кожному міжрядді на глибину 18...20см культиваторами КРН-4,2 або КРН-5,6, обладнаними долотами конструкції УНДІЗГЕ, що виключають утворення брил. Цей прийом попереджає стік води і змив ґрунту при зливах до 40мм і підвищує врожайність насіння соняшника на 1,5 і кукурудзи на зерно – на 3,5ц/га.

На схилах крутіше 2% першу міжрядну обробку можна сполучати з боронуванням, а останню – з підгортанням рослин у рядках пліцевими або дисковими підгортальниками. При такому обробітку змив ґрунту, за даними ВНДІ кукурудзи, зменшується в 2...5разів, а врожайність зерна кукурудзи збільшується на 2,5...3ц/га. Найбільш ерозійно-небезпечним {крім просапних культур) є поле чистої пари, тому тут необхідно ретельно проводити всі

грунтозахисні заходи. Перший обробіток навесні роблять з появою бур'янів культиваторами КТС-10-1, КПЭ-3,8А на глибину 10...12см.

Наступні обробки краще виконувати не паровими культиваторами, а ножовими, дрововими культиваторами, важкими зубовими боронами з навареними сегментами. На еродованих полях і робочих ділянках, ранньою весною висівають буферні смуги з однолітніх бобово-злакових травосумішей на зелений корм шириною 7,2...10,8м (один прохід двох-, трьохсівалочного агрегату). Напрямок смуг близьке до горизонталей, відстань між ними 40...50м.

Мінімізація обробітку ґрунту на сучасному етапі полягає в зменшенні глибини і кратності обробок, скороченні площі оброблюваної поверхні, сполученню ряду технологічних операцій в одному агрегаті, заміни деяких механічних обробок ґрунту хімічними і так далі. Однак не на всіх ґрунтах можна в однаковій ступені мінімізувати обробіток. С.И. Долгов і І.В. Кузнецова установили, що критерієм допустимого мінімального обробітку ґрунту є наступні показники:

- щільність складання в рівноважному складі 1,1...1,2 г/см;
- загальна порозність - 50...55 %;
- порозність аерації при польовій вологоємності не менш 15%,
- водопроникність 60мм/год і польова вологоємність 30...33 %.

Стійкість цих властивостей і додавання визначається наявністю не менш 40% водоміцних агрегатів розміром більш 0,25мм. Виходячи з цього, найбільш придатними для мінімізації є легкі і середні за механічним складом ґрунти. Можливість мінімізації обробки важких по механічному складі ґрунтів, а їх у Степу більшість, визначається наявністю більш 25% водоміцних агрегатів. У ґрунтозахисному землеробстві мінімізація ґрунтообробок - один з основних шляхів попередження ерозійних процесів. Мінімізації ґрунтообробок надзвичайно важлива у ранньовесняний період, тому що кожна додаткова операція в цей час зменшує ефективність створеного основного обробітку протиерозійного агрофона.

#### **1.4. Обґрунтування теми дипломного проекту**

У сучасних умовах аграрного виробництва важливим завданням є підвищення ефективності обробітку ґрунту, що включає покращення якості обробітку та зменшення енергетичних і трудових витрат. Це обумовлює необхідність удосконалення процесу механізації агротехнічних робіт, зокрема, розробки нових комбінованих агрегатів для поверхневого обробітку ґрунту. Використання таких агрегатів сприяє збереженню вологи, покращенню структури ґрунту, зменшенню ерозії та підвищенню загальної врожайності.

Проблема ефективного обробітку ґрунту є однією з ключових у сільському господарстві України. Традиційні методи механічного обробітку часто не забезпечують необхідної якості підготовки ґрунту до сівби, що призводить до зниження врожайності та зростання виробничих витрат. У зв'язку з цим, актуальним є розробка комбінованих агрегатів, які можуть виконувати декілька операцій за один прохід, що зменшує кількість технологічних операцій, скорочує витрати палива та знижує навантаження на ґрунт.

Новизна проекту полягає в розробці комбінованого агрегату, який поєднує функції декількох окремих сільськогосподарських машин, що дозволяє значно зменшити кількість проходів по полю і, відповідно, знизити витрати ресурсів. Практичне значення полягає у підвищенні ефективності обробітку ґрунту, покращенні його агрофізичних властивостей, зменшенні ерозійних процесів та підвищенні врожайності сільськогосподарських культур.

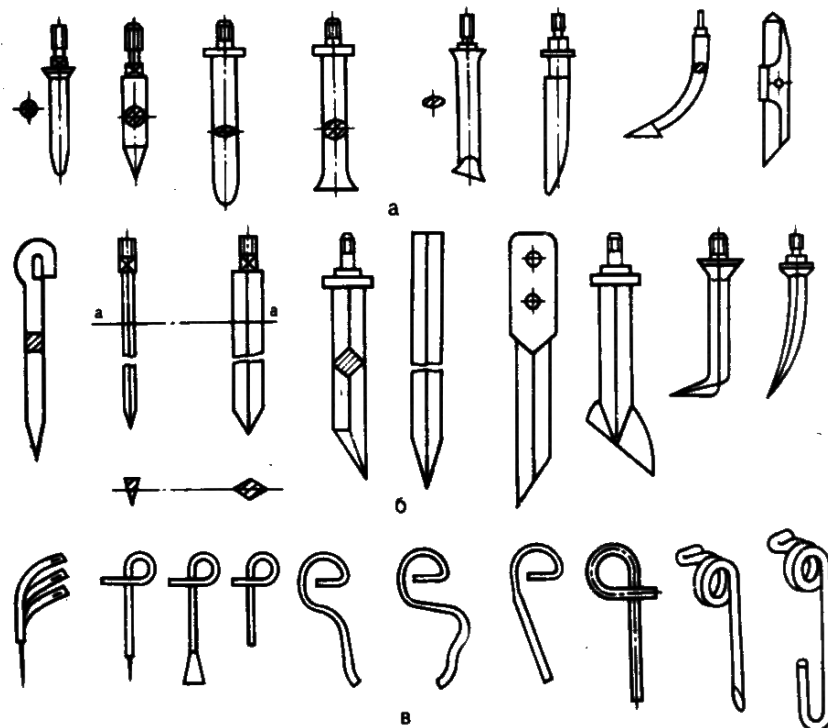
Розробка комбінованого агрегату для поверхневого обробітку ґрунту є актуальним і важливим завданням для сучасного сільського господарства України. Виконання даного дипломного проекту сприятиме підвищенню ефективності аграрного виробництва, зниженню витрат та покращенню екологічної ситуації. Реалізація запропонованих рішень дозволить сільськогосподарським підприємствам отримати стабільні та високі врожаї при мінімальних витратах ресурсів.

## 2. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КОМБІНОВАНИХ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

### 2.1 Огляд робочих органів поверхневого обробітку ґрунту

Процес проектування робочого органу, технологічного процесу його роботи, технологічної схеми майже будь-якої машини треба представити у виді визначеної послідовності етапів проектування.

Початковим пунктом проектування технологічної схеми є розробка завдання на проектування, у якому обумовлюються умови роботи комбінованого агрегату, агротехнічні, техніко-економічні, конструктивні й інші вимоги .



**Рис. 2.1. Робочі елементи плоских зубових борін:**

*а - робочі елементи польових борін (легких, середніх, важких, посівних, райборонок та стерньових) круглого та еліпсоподібного перетинів; б - робочі елементи польових борін (легких, середніх, важких,) квадратного та багатокутного перетинів; в - робочі елементи з пружними зубами (борінки, сітчасті борони).*

Ці вимоги на заключному етапі служать оцінними критеріями, по яких перевіряють, на скількох того або іншого варіантів технологічних схем відповідає пред'явленим вимогам.

Аналіз критеріїв оцінки способів виконання операцій по визначеній функціональній структурі утворить технологічну схему машини. Але виконання тієї чи іншої технологічної операції відбувається робочими органами і їх сполучення утворюють комбінований ґрунтообробний агрегат.

Серед робочих органів поверхневого обробітку слід визначити:

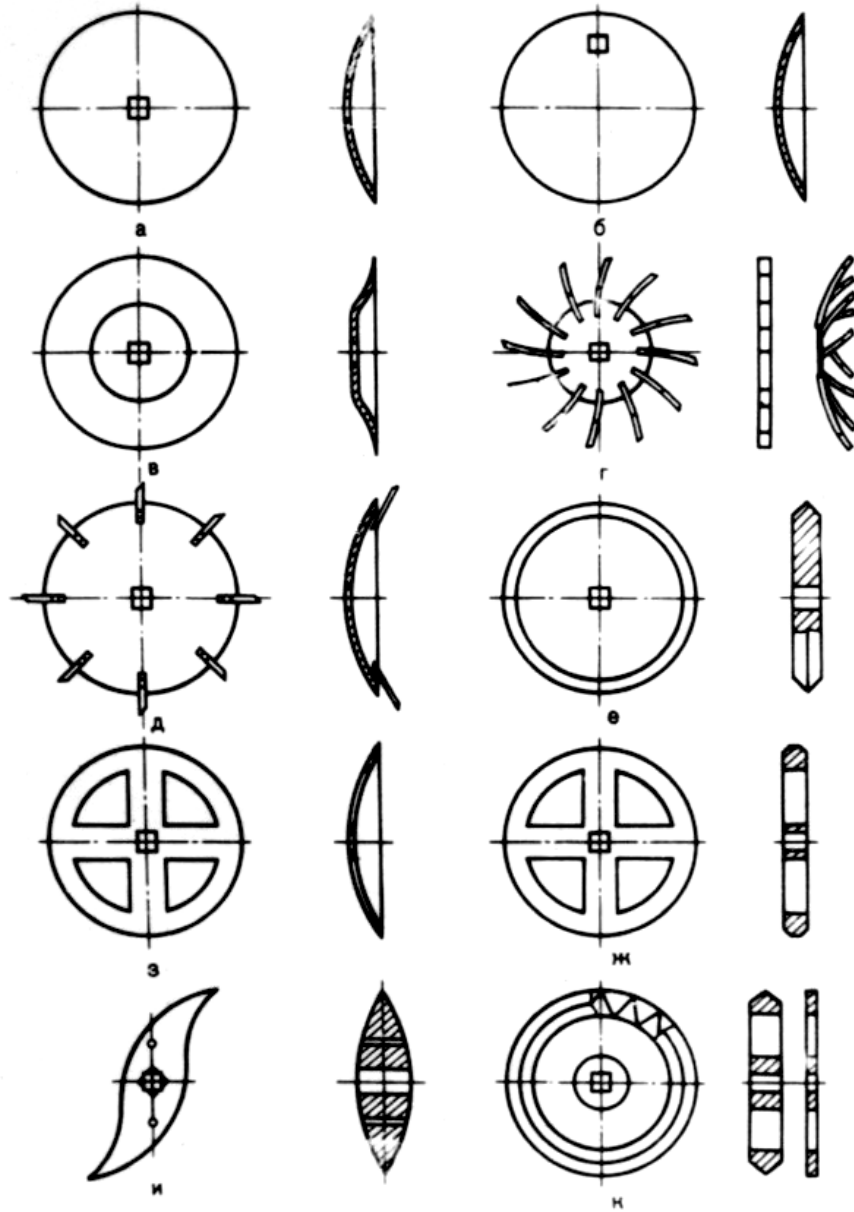
- робочі органи зубових борін (Рис.2.1.);
- дискові робочі органи (Рис.2.2.);
- голчасті робочі органи (Рис.2.4.);
- робочі органи культиваторів і спеціального призначення(Рис.2.5.).

Всі вони використовуються як окремі одно операційні машини так і в сполученні про що річ буде далі.

Зубові робочі органи (Рис. 2.1.) Область використання таких робочих органів дуже широка, це вирівнювання і спущування верхнього шару ґрунту з метою збереження вологи, вичісування бур'янів і посівів просапних культур, руйнування корки після дощів, загортання насіння, боротьба з ерозійними процесами, ухід за пасовиськами та лугами.

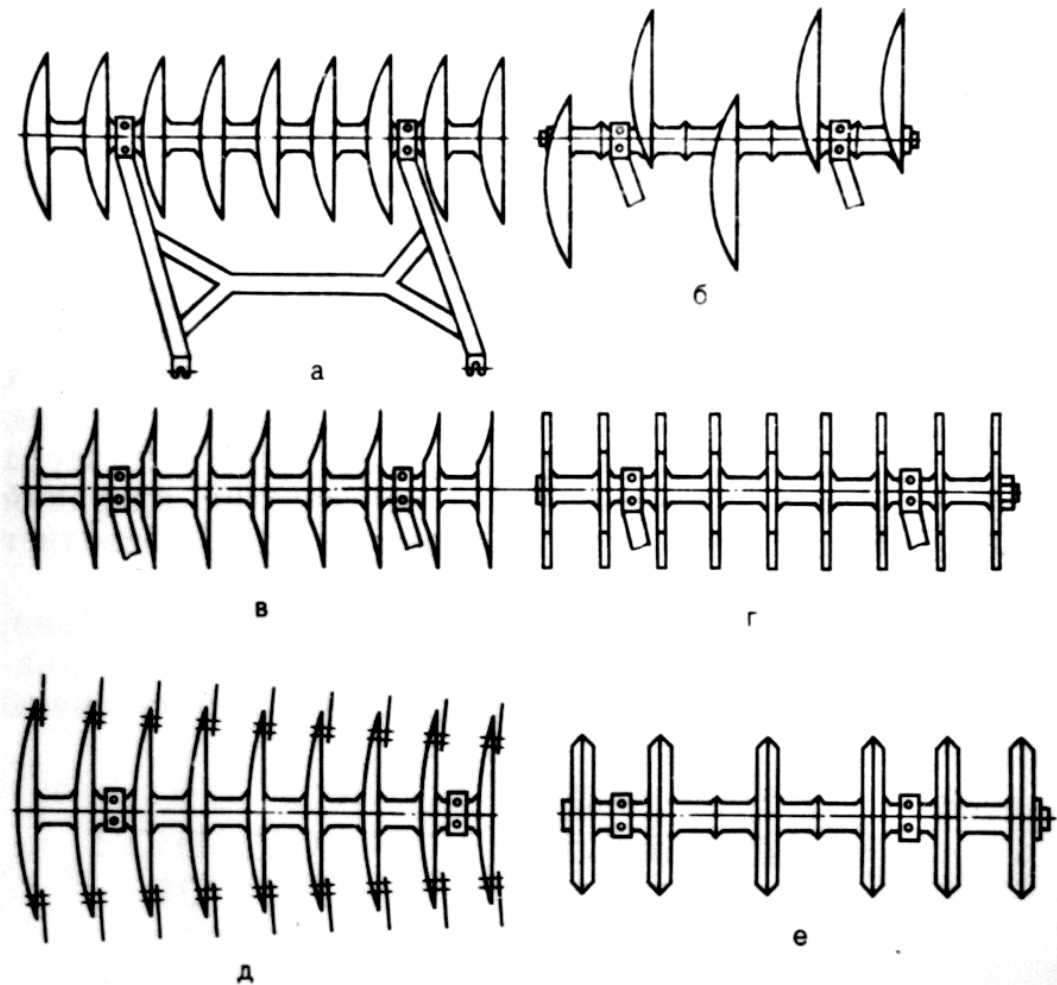
Дискові робочі органи (Рис. 2.2.) Основним робітничим органом є диск з постійній кривизною в усіх крапках робочої поверхні (тобто сферичні сегменти). Диски з змінною кривизною, спроектовані обертанням еліпса або параболи, широкого розповсюдження не отримали. Диски використають в якості робочих органів плугів, культиваторів, луцильників, борін, сошників сіялок і загортачей. Леза дисків довжини лез лемішних, лапчастих і других робітничих органів того ж призначення, тому вони менш інтенсивно зношуються, менш підлеглі забиванню, прості в експлуатації і дозволяють легко регулювати глибину обробітку. Обертання відбувається за рахунок взаємодії з ґрунтом. Дискові знаряддя гірше лемішних виконують оборот пласту. Більші опори на лезо диску прагнуть виштовхнути його з ґрунту,

призводять до необхідності застосування баластних вантажів, що дозволяє використати ці знаряддя в якості навісних. Але на жаль диски не придатні для роботи на підвищених швидкостях (не більш 7км/ч) тому що збільшується далькість відкидання ґрунту.



**Рис. 2.3. Дискові робочі органи луцильників і дискових борін:**  
*а, б –сферичні диски; в – гофровані; г – голчасті [плоскі (активні і пасивні), сферичні]; д - дискозубові; е, ж, к – відповідно - кільчастий каток, каток глибокого ущільнення, кільчасто зубувий; з – сферичний каток з вирізними вікнами; и – якорє подібний диск з лінзоподібним перетином.*

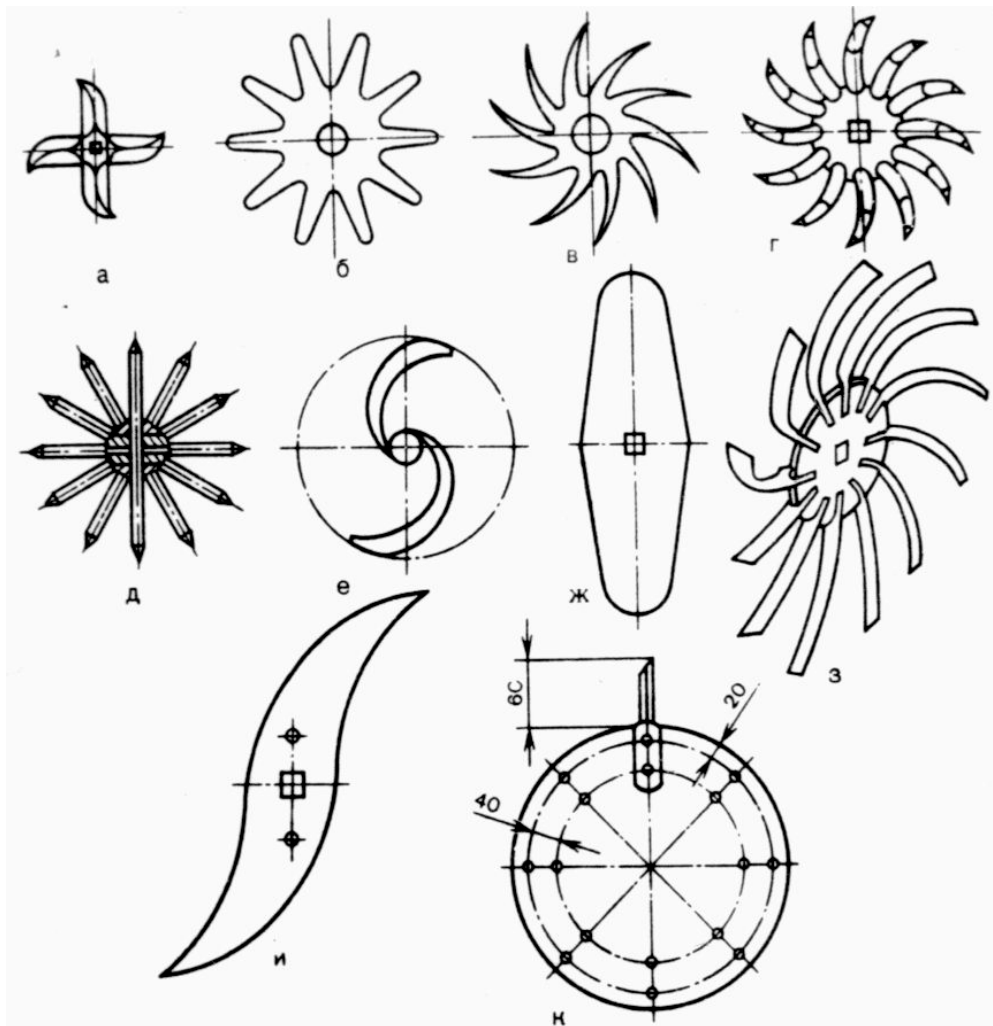
Всі з вище перелічених дисків збираються в батареї на квадратний або круглий вал, що залежить від конструкції диску. Але, якщо диски посаджені на квадратний вал, то зменшується ймовірність провертання диску на валу і при цьому збільшується маса диску (батареї) (рис.2.3.).



**Рис. 2.3. Секції робочих органів:**

*а – сферичні диски; б - сферичні диски для виконання лунок, в – гофровані диски; г – голчасті диски; д - конічні дискозубові; е – батарея кільчастих дисків сівалок.*

Голчасті робочі органи (рис.2.4.)

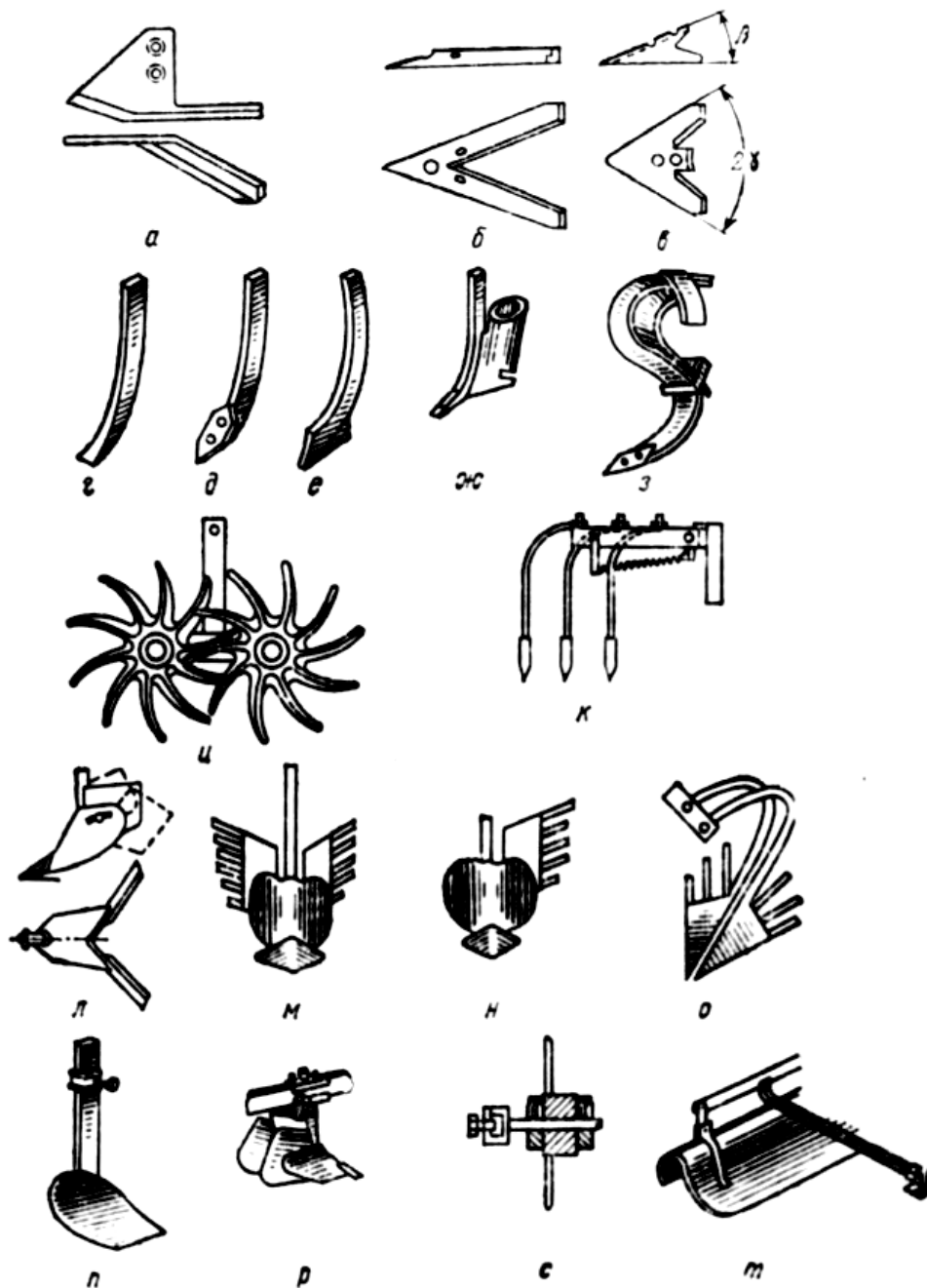


**Рисунок 2.4. Голчасті робочі органи:**

*а – диск борони Ханкмо; б, в – зірочки розпушувача; г – голчастий диск борони БИГ; д – голчастий ротор; е, з – голчасті робочі органи з складною поверхнею; ж – ніж розпушувач; и – ротор – чизель.*

Всі з вище представлених конструкцій голчастих робочих органів виконують всі задачі що до борін, луцильників але при цьому получили дуже широке призначення в ґрунтозахисних технологіях.

Робочі органи культиваторів (Рис.2.5.).



**Рис. 2.5. Робочі органи культиваторів:**

*а - односторонні лапи-бритви; б - стрілчата лапа - полільна або підрізаюча; в - стрілчата універсальна; г - долото; д - оборотна лапа; е - коп'єподібна лапа; ж - ніж підживлювач; з - пружини зуб'я; и - голчасті диски (зірки); к - борінки; л, м, н, о - окучник; п - лапи полиці - ліво та правозворотні; р - аричник - борозноріз; с - захисний щиток; т - щиток-хатинка.*

Серед робочих органів культиваторів слід виділити чотири групи за своїм безпосереднім призначенням, які і розглянемо.

*I Група. Підрізаючи робітничі органи:*

- стрілчата лапа - полільна або підрізаюча=12... 18 град.
- стрілчата універсальна=25... 30 град.
- односторонні лапи-бритви (ліво- і правосторонні) застосовуються тільки для міжрядної обробки в=85, 120, 155, 150, 250.

*II Група Вичісуючи (рихлячи) робітничі органи:*

- долото - лапа виконана в вигляді стійкими шириною 20 і більш мм для міжрядної обробки на глибину 15 см;
- оборотна лапа - пластина для вичісування бур'янів та рихлення:  
На жорстких стійках до 25 см;  
На пружних стійках до 12 см
- коп'єподібна лапа - близька по конструкції до долота, але краще вичісує бур'яни;
- пружинні зуб'я та зірки - для рихлення на глибину 2... 5 см, загортання слідів від стійок і розпушення корки в міжряддях і захисних зонах.

*III Група. Присипаючи робітничі органи:*

- лапи полиці - ліво та правозворотні застосовуються для боротьби з бур'янами, коли рослини малі. При цьому знімається тонкий шар ґрунту і закидається в рядки, і присипає рослини на 1/3 висоти. (Захисна зона 25... 27см)
- окупчики - для окучування картоплі, бавовни та інших культур. Глибина інколи досягає 25см.

*IV Група Робітничі органи різного призначення:*

- захисний щиток; щиток-хатинка; диск; аричник-борозноріз; штанга; фрези;
- голчасті диски (зірки) і т. д.

## 2.2 Огляд конструкцій борін

Борони призначені для поверхневого обробки ґрунту з винищенням бур'яну та вирівнюванням поверхні. Конструктивно відрізняють борони зубові, пружні, сітчасті, дискові, ротаційні, комбіновані. Використання залежить від конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Глибина обробки зубовими боролами 3...10см.

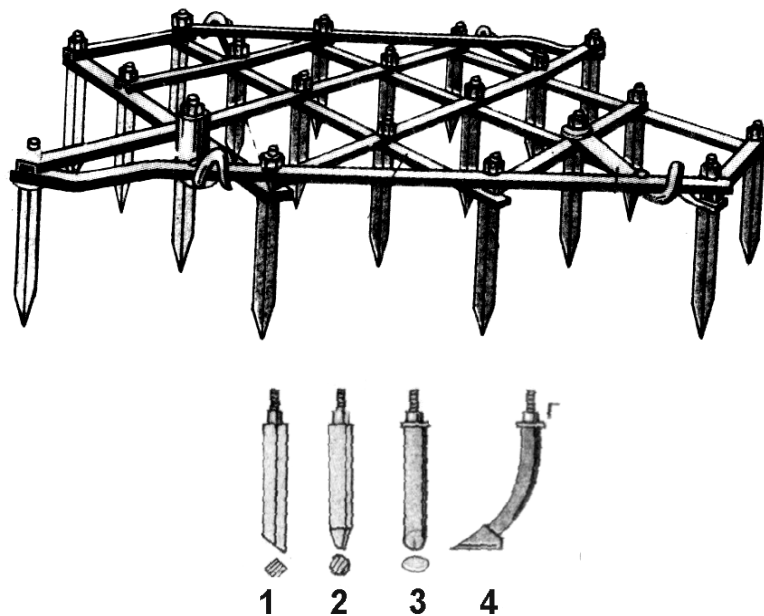


Рис. 2.6. Борона зубова БЗТС-1

Робочим органом борони є зуб: 1-зуб квадратного перетину, 2- зуб круглого перетину, 3- зуб овального перетину, 4-лапчатий зуб.

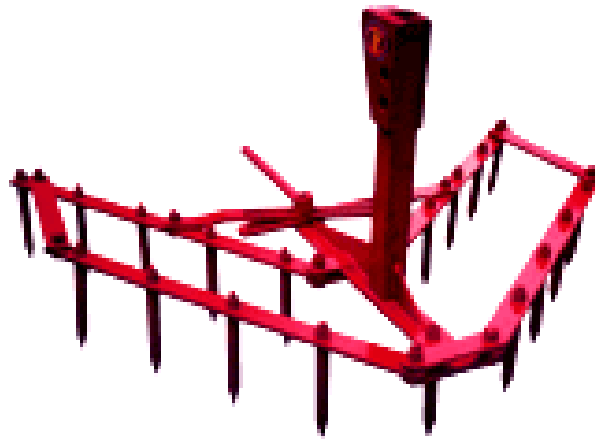
Аналіз попереднього підрозділу вказує на те, що представлені робочі органи на рисунку 2.1. майже всі можна використовувати на зубових боролах типу зиг-заг (рис 2.6), та сітчастій бороні (рис.2.8.)

В залежності від тиску на зуб,яке визначається діленням ваги борони на кількість її зубів, зубові борони бувають важкі (2,2 кг), середні (1,8кг) і легкі(0,6кг).

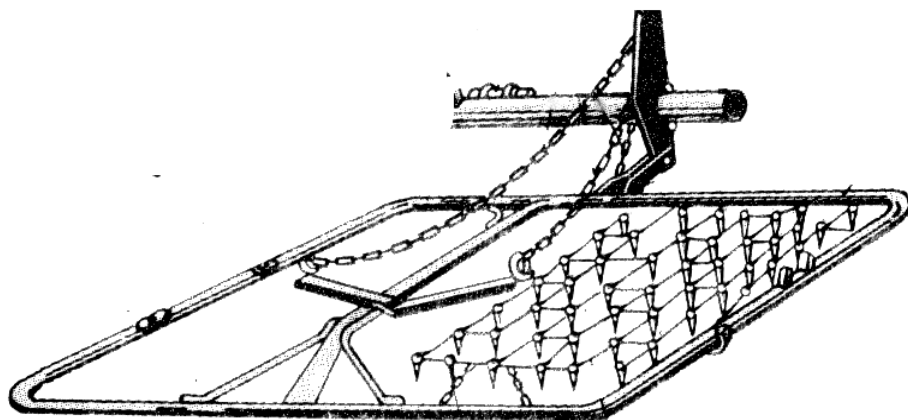
Конструктивно зуби виконують несиметричними, що дає можливість встановлювати їх з позитивним кутом атаки, так і з кутом атаки, що дорівнює  $90^{\circ}$ . В свою кут атаки впливає на глибину розпушення ґрунту.

Тривалий час така конструкція борони була єдиною, що використовувалась в сільському господарстві. Конструкція не зазнавала змін протягом останніх 50-60 років. Проте, якісне зростання агротехніки вирощування культур поставило нові вимоги і, як наслідок, були розроблені інші конструкції борін. Так, наприклад, з появою в Україні малих господарств виникла потреба у компактній бороні (рис.2.7.).

Стрілчаста конструкція рами борони дозволяє зменшити кінематичну довжину агрегату і, як наслідок, радіус повороту. Тому таку борону вигідно використовувати на малих ділянках, в тому числі, присадибних, колективних садівничих.



**Рис. 2.7. Борона для мілко - контурних ділянок**



**Рис. 2.8. Сітчаста борона БСО-4:**

*1-брус навіски, 2-рамка, 3- сітчаста борона, 4-кронштейн, 5-ланцюги.*

Сітчаста борона БСО-4 призначена для розпушення поверхневого шару ґрунту та знищення бур'янів на посівах в період появи сходів, для боронування

гребневих посадок картоплі.

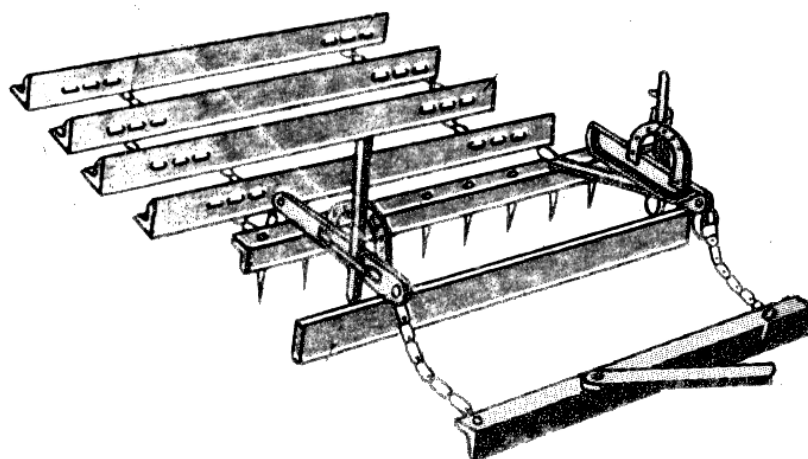


Рис. 2.9. Шлейф-борона ШБ-2,5

Шлейф-борону ШБ-2.5 застосовують для весняного боронування з метою закриття вологи і розрівнювання гребенів на полях, що були зорані під зяб.

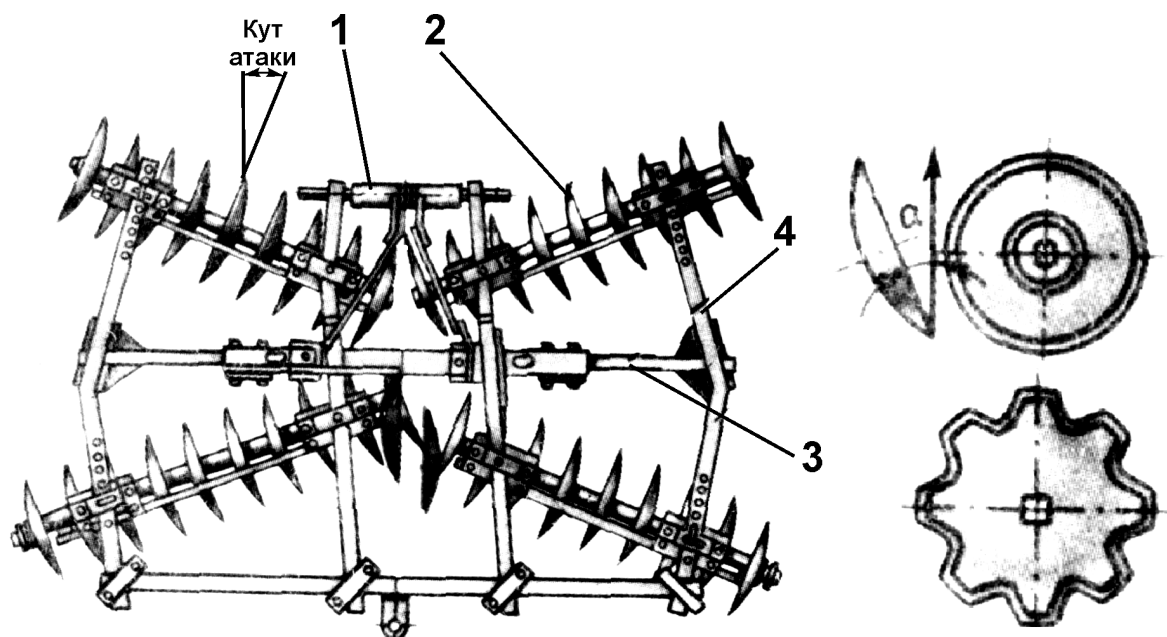


Рис. 2.10 Борона дискова БДН-3.

Дискові борони бувають: садові (легкі), глибина обробки ( h) до 10 см і (болотні) важкі ( h) до 20 см. Легкі польові борони застосовують для обробки зябу, після орного розпушення задернілих пластів, луцення стерні, свіжування слабо задернілих луків. Важкі борони застосовують для розпушення задернілих пластів після оранки цілинних і залежних земель, дискування заболочених

ґрунтів, обробки луків і пасовищ, заорювання добрив і поживних залишків.

Дискова борона БДН-3 складається з рами, навіски (1), дискових батарей (2), дискова батарея складається з осі, дисків, підшипника, чистика. Диск легкої борони  $d = 450...510$ мм. Вирізний диск важкої борони  $d = 660$ мм. Кут між площиною обертання і напрямом руху називається кутоматаки  $\alpha$ .

Перевага дискових борін полягає в тому, що розпушення відбувається більш інтенсивно і параметри розпушення легко змінювати шляхом зміни кута атаки дисків.

Дискові борони використовують для подрібнення задернілих шарів та глиб при обробці цілинних, болотних і чагарникових земель, а також для покращення луків та пасовищ. У якості робочих органів дискових борін використовують сферичні диски. У процесі роботи борона відрізає невеличкі скиби ґрунту, кришить їх і відкидає убік з частковим обертанням.

Дискові борони працюють у два сліди. Так як одна секція дисків відкидає ґрунт управо, а друга – уліво, то для вирівнювання поверхні поля диски встановлюють у два ряди. Глибина обробітку дисковими боронами 6...10см, діаметр дисків – 450...500мм відстань між дисками 165...180 мм, кут атаки батареї – 10...22 градуси.

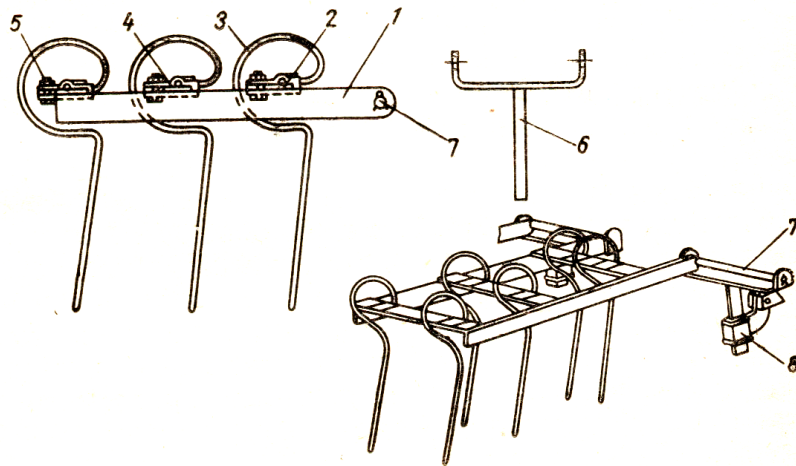
Серед закордонних дискових борін слід відмітити конструктивний ряд фірми «Квернеленд» (рис. 2.11). Машина має ряд особливостей, які роблять її дуже ефективною при використанні. Перший ряд дисків – диски типу «ромашка» має підвищений тиск на ґрунт, що дозволяє ефективно перерізати рослинні рештки. Другий ряд – звичайні диски, але дещо збільшеного діаметра. Особливість полягає в тому, що кут атаки другого ряду можна збільшити і він починає обертати шар ґрунту. Це робить агрегат більш універсальним. Збільшений діаметр дисків дозволяє збільшити перекриття, що автоматично зменшує висоту непорушених гребенів на дні борозни. Важливим є також те, що переведення агрегату у транспортне положення виконується безпосередньо з кабіни трактора. Ніяких додаткових операцій за межами кабіни виконувати не потрібно.



**Рис. 2.11. Дискава борона Kverneland Qualidisc Farmer**

Для боронування захисних зон рослин разом з міжрядним обробітком посівів застосовують рядкові полільні борони, які навішують на культиватор. Кожна з борін обробляє смугу, ширина якої трохи перевищує ширину захисної зони рослин. На практиці для виготовлення рядкових полільних борін використовують різні за конструкцією зуби. Це, наприклад, плоскі пружинні зуби з круглим, закатаним, загостреним кінцем. Але з усіх варіантів найефективнішими виявилися круглі зуби діаметром у перерізі 7-8 мм та з одним витком у верхній частині. Секція такої борони (рис.2.12) складається з рамки, пружинних зубів та хомутів для їх кріплення.

Пружні борони добре зарекомендували себе при необхідності отримання мілкового розпушення ґрунту, що є особливо важливим при підготовці до посіву овочевих культур. Тому, існують варіанти пружних борін для суцільного обробітку (рис.2.13; рис.2.14). У варіанті, що представлено пружні зуби встановлено у два сліди у плаваючому положенні. Враховуючи відносно не велику вагу конструкції та пружність самих зубів, глибина обробітку не перевищує 1...2 см, чого достатньо для овочевих культур.



**Рис. 2.12. Секція полільної борони для просапних культур:**

*1 – повздожжня планка; 2 – поперечні планки; 3 – пружинний зуб; 4 – хомут;  
5 – болт; 6 – T-подібний кронштейн; 7 – вісь; 8 – тримач на культиваторі.*

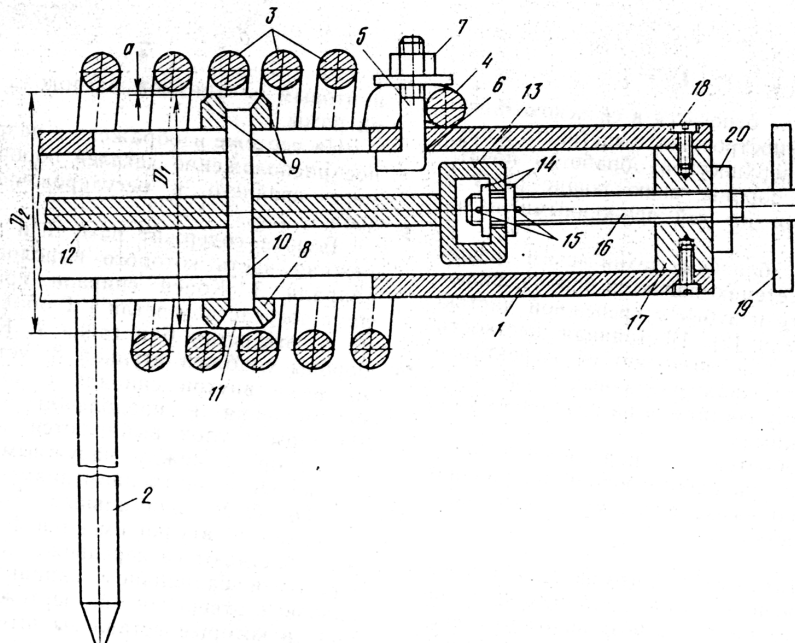
Варіант, представлений на рис.2.13. відрізняється тим, що пружні зуби мають підвищену довжину. Завдяки цьому автоколювання, що в них виникають, більш інтенсивні і імовірність нависання бур'яну менша. Тому їх можна встановлювати ближче один до одного у один ряд.



**Рис. 2.13. Двослідна пружна борона для суцільного обробітку ґрунту.**



**Рис. 2.14. Однослідна пружна борона для суцільного обробітку ґрунту.**



**Рис. 2.15. Пружна борона з механізмом регулювання пружності:**

1 – рама; 2 – зуб; 3 – спіраль; 4 – петля; 5 – Г-подібний крючок; 6 – отвір;  
 7 – гайка; 8 – втулка; 9 – фаски; 10 – штифт; 11 – головка; 12 – тяга;  
 13 – скоба; 14 – шайба; 15 – упор; 16 – гвинтовий механізм; 17 – пробка;  
 18 – гвинт; 19 – рукоять; 20 – контргайка.

Проте, така конструкція має недолік – постійна жорсткість пружини не дозволяє ефективно працювати на ґрунтах з різними механіко-технологічними властивостями та на різних швидкостях. З метою усунення цього недоліку було запропоноване наступне технічне рішення (а.с.СРСР № 869585). Запропоновано ввести у конструкцію механізм регулювання пружності (рис.2.15.). Кожен зуб борони оснащено втулкою, що встановлено на рамі з внутрішнього боку спіралі з можливістю переміщення у повздовжньому напрямку. Механізм переміщення втулки виконаний у вигляді діаметрально розташованих відносно втулок штифтів, що з'єднані тягою з гвинтовим механізмом, розташованим всередині рами.

### **2.3. Огляд конструкцій комбінованих ґрунтообробних агрегатів для передпосівного обробітку**

Особлива увага приділяється комбінованим ґрунтообробним агрегатам поверхневого обробітку ґрунту. Вони сполучають у собі робочі органи, що роблять за один прохід три – чотири і більш технологічних операцій. Це дозволяє зменшити кількість проходів трактора по полю, а відповідно і негативний вплив на агрофізичні властивості ґрунту. Цими агрегатами можна робити і передпосівний обробіток ґрунту, але можна робити й основну.

Дуже добре зарекомендував себе для всіх зон країни ґрунтообробний комбінований агрегат РВК-3,6. Напівнавісний, на пневматичному ході, призначений для передпосівного обробітку ґрунту з розпушуванням на глибину до 15см, руйнуванням брил, вирівнюванням мікрорельєфу і прикочуванням. У ньому сполучаються грудкоподрібнюючі робочі органи, що спускають, вирівнюють і ущільнюють робочі органи, що забезпечують якість передпосівного обробітку ґрунту, що відповідають вимогам. Агрегат РВК-3,6 поставляється як із С - подібною стійкою, так і з S - подібною стійкою (рис. 2.16).



**Рис. 2.16** Грунтообробний комбінований агрегат РВК-3,6

Для аналогічних операцій застосовуються комбіновані агрегати РВК-5,4 і РВК-7,2, що відрізняються від агрегату РВК-3,6 більшою шириною захвату, відповідно 5,4м і 7,2м, і глибиною розпушування до 12см.

Розглянемо комбінований агрегат КА-3,6, що призначений також для передпосівної підготовки ґрунту, рядкового посіву зернових і зернобобових культур, внесення мінеральних добрив і прикочування ґрунту. Він складається з культиватора - глибокорозпушувача фрезерного, зчпного пристрою і посівної частини (рис. 2.17). Робочими органами є фреза, передні і задні стрілочасті лапи. Агрегат призначений для районів із ґрунтами, не засміченими каміннями.



**Рис. 2.17.** Комбінований агрегат КА-3,6

Рекомендований для степових зон, крім зон із ґрунтами, підданими вітрової ерозії. Комбінований агрегат ЗКА-5,4 за один прохід виконує шість

операцій: культивація, боронування, вирівнювання поверхні ґрунту, припосівне внесення мінеральних туків, прикочування рядків і посів зернових культур.

Для пошарового основного обробітку ґрунту без обороту шару на глибину до 12см під посів зернових культур і повторні посіви кукурудзи, служить причіпний ґрунтообробний комбінований агрегат АКП-2,5. Агрегат за один прохід виконує п'ять операцій: обробітку верхнього шару плоско сферичними дисками, плоскорізний обробіток нижнього шару, вирівнювання поверхні, подрібнення грудок і прикочування. Рекомендований для півдня України.

Аналогічний напівнавісний комбінований агрегат АПК-5 призначений для пошарового основного обробітку ґрунту без обороту шару, але вже на глибину до 14см під посів озимих зернових, пожнивних і поукісних культур після непарових попередників (рис. 2.18).



**Рис. 2.18. Комбінований агрегат АПК-5**

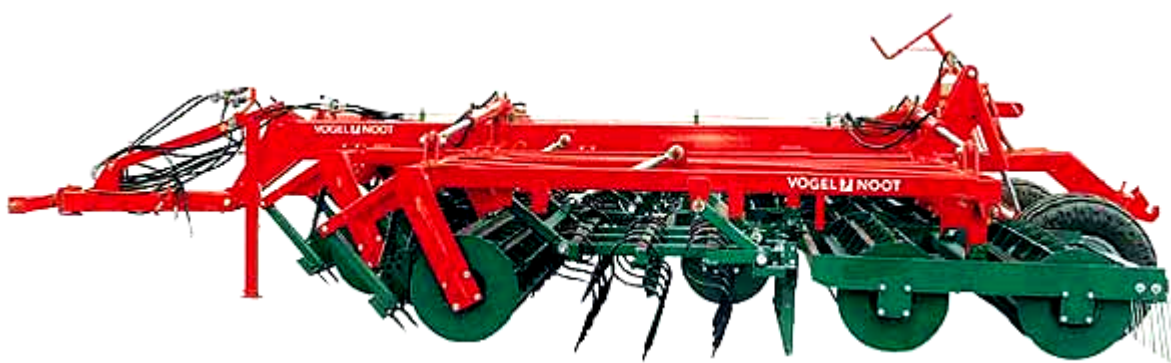
Для передпосівного обробітку ґрунту під посів зернових, технічних, овочевих і інших сільськогосподарських культур призначені: вирівнювач – подрібнювач ґрунту ВИП-5,6. Він складається з двох задніх і однієї передньої секції. Робочі органи кожної секції – голчаста ротаційна мотика, вирівнюючий брус і кільчастий коток. Голчаста мотика являє собою батарею голчастих зірочок, насаджених на вал, що вільно обертається, у самоустановлювальних підшипниках. Вирівнюючий брус закріплений на рамі і його можна переміщати в горизонтальній і вертикальній площинах. Брус підпружний, натяг пружин

регулюють ланцюжками. Кільчастий коток – зубцюваті кільця і клинчасті диски – змонтовані на рамі, аналогічно зірочкам ротаційної мотики. Рама секції виготовлена з труб квадратного перетину, спирається на котки. По висоті її можна регулювати гвинтом. До рами шарнірно кріпиться спиця для з'єднання машини з трактором. Агрегат може працювати як в кругову, так і човниковим способом.

Агрегат комбінований для передпосівної підготовки ґрунту (VN-Säpak Profi) призначений для передпосівної обробки ґрунту та для посіву за один прохід (рис. 2.19).

Передній планувальний щиток вирівнює ґрунт, зуби борони виконують операцію попереднього подрібнення. Великі грудки розбиваються подрібнювальним кутовим валком. Потім проводиться розпушування та додаткове подрібнення за допомогою 3-рядної зубової секції. Другий планувальний щиток, рівномірно розрівнює ґрунт. Наступна комбінація валків подрібнює та ущільнює землю. Остаточна підготовка проводиться секцією із пружинними зубами, яка забезпечує оптимальну структуру ґрунту та, тим самим, створює найкращі умови для проростання насіння.

Рівномірне точне заглиблення зубів забезпечується паралельним регулюванням висоти зубної секції (плавно регулювальним гвинтом).



**Рис. 2.19. Агрегат комбінований для передпосівної підготовки ґрунту (VN-Säpak Profi)**

Ходова частина не залишає слідів, оскільки колеса в робочому положенні повністю піднімаються двома гідроциліндрами. . Машина, при цьому повинна

лише злегка підняті над ходовою рамою, нижні рульові тяги трактора залишаються в робочому положенні. Для зниження навантаження на ґрунт передбачені колеса шириною 500 мм. За допомогою 3-точкового блоку стикування з сівалкою (додаткова опція) можна використовувати практично з будь-якою рядовою сівалкою, а також з усіма механічними та пневматичними сівалками точного висіву. У поєднанні з блоком стикування ходова частина оснащується гідропневматичною підвіскою. Для розпушування колії VN-Säpak Profi може оснащуватися пружинними зубами (додаткове оснащення), які регулюються по вертикалі та горизонталі. Комплект включає на вибір 4 або 8 зубів залежно від ширини колії.

Агрегат причіпний посівно-ґрунтообробний (Atlas) призначений для підготовки ґрунту під посів зернових культур без попередньої оранки, а також для складання із сівалками ґрунтообробно-посівних агрегатів. Може працювати на всіх типах ґрунту, на рівних полях і на полях з кутом нахилу, що не перевищує  $8^\circ$  (рис. 2.20).



**Рис. 2.20. Агрегат причіпний ґрунтообробний Atlas (Unia sp. z o.o.)**

Стабільне утримання заданої глибини робить його особливо незамінним при обробці ґрунту під овочі, буряки, а також злакові культури, картоплю та бобові рослини. Діапазон глибини, що встановлюється, не перевищує 13 см. Застосування цієї машини особливо рекомендується для великих сільських господарств.

Агрегат «Atlas XXL» доступний з шістьма різними робочими ширинами -

від 3,0 м до 9,0 м. Агрегати «Atlas» можуть працювати з сівалками. Зчіпка до сівалки знаходиться у стандартному обладнанні.

Розпушуюча частина агрегатів «Atlas»- це культиватор із двома рядами пружинних зубів, укріплених сошником. За бажанням, існує можливість встановлення зубів SZ зі стабільною основою, які застосовуються на некам'янистому ґрунті. Стандартним обладнанням агрегатів «Atlas XXL» є подвійний змінний вал «Croskill» діаметром 400 мм, завдання якого полягає у вирівнюванні борозен у процесі їзди, а також передній струнний вал, що вирівнює, діаметром 400 мм з механічним регулюванням глибини, а також двома легкими рівними полозами. знаходяться за зубами та валом G-osskill.

Агрегати «Atlas» у версії стандарту наводяться в транспортне положення за допомогою гідравлічної системи, що робить легшим пересування на дорогах загального користування.

Агрегат комбінований Tiger призначений для оптимальної підготовки посівної грядки (рис. 2.21). Забезпечує дуже дрібне розпушування грядки та велику продуктивність на одиницю площі для тракторів 150 та 160 к.с.

Чудове ведення глибини за допомогою 3-го катка дозволяє виконувати повну підготовку посівної грядки. Кожен окремий сегмент притискається до ґрунту двома гідравлічними циліндрами, що мають на задній стороні ланки, а на передній стороні двома розпірками утримуються в напрямку вгору. Завдяки гідравлічним циліндрам, які пов'язані між собою, виникає гідравлічна компенсація рівня: рівномірний тиск та ведення глибини по всій ширині. При цьому ланки спираються відповідно на три ковзанки, одна ковзанка змонтована перед ланкою (трубчаста ковзанка) і дві ковзанки позаду (ребристо-планчаста ковзанка). Ці ковзанки служать для ведення глибини, яка налаштовується за допомогою регулювання через отвори на паралелограмі.



**Рис. 2.21. Агрегат комбінований Tiger (Thomas Hatzebichler Agro-Technik GmbH)**

Для вирівнювання поверхні ґрунту попереду встановлюється відвальний щиток. Сегменти комбінації відповідно розділені на 5 зубних балок, на які можна на вибір встановлювати прямі, вигнуті зубці або зубці слідорихлювача. Завдяки окремим сегментам та 3 коткам можлива робота з точною рівномірною глибиною до 15 см, також у дуже неглибокій області 3-6 см по всій робочій ширині, що створює для подальшого посіву точну глибину укладання.

Агрегат комбінований К 400 Gamma (Lemken GmbH & Co. KG) призначений для проведення всіх операцій, необхідних для передпосівної підготовки по ораній поверхні: кришення, вирівнювання, розпушування, створення насінневого ложа на задану глибину (від 2-3 см до 15 см), заощадження вологи в ґрунті, коткування ґрунтового шару над насінневим ложем (рис. 2.22).

Для оптимального кришення та зворотного прикочування посівного ложа пропонуються різноманітні комбінації знарядь та ковзанок. Крім різних секцій лап зі стрілчастими лапами або лапами Gamma, трубчасті подрібнювачі або подрібнювачі з плоского прутка комбінуються з різними котками, що прикочують.

Підвіска секцій паралелограм сприяє точному веденню і, як наслідок,

отриманню більш рівномірної глибини обробки.



**Рис. 2.22. Агрегат комбінований К 400 Gamma (Lemken GmbH & Co. KG)**

Подача землі на катки адаптується до властивостей ґрунту, що змінюються, за допомогою гідравлічно регульованої ріжучої планки. Передні ріжучі планки найкраще вирівнюють поверхню.

Всі машини System-Компактор від Lemken з шириною захоплення більше 4 метрів можуть складатися за допомогою гідравліки до транспортної ширини менше 3 метрів.

### **3. ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГОЛЧАСТОГО ДИСКУ ДО КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ**

Технологічні розрахунки повинні відповісти на дуже важливі запитання такі як:

- забезпечення якості виконання технологічного процесу;
- забезпечення надійності роботи машини і агрегату в цілому;
- визначення оптимальних геометричних розмірів робочих органів що в кінцевому разі буде сприяти зменшенню металоємності, а відповідно підвищенню економічності даного технологічного процесу.

Для визначення конструктивних, кінематичних і технологічних параметрів робочих органів, виконаємо ряд розрахунків. Не виконання цих вимог може призвести до помилок які важко передбачити.

#### **3.1. Визначення швидкості руху агрегату**

При роботі агрегату в полі потрібна висока організації роботи. Щоб забезпечити виконання технологічного процесу з врахуванням агротехнічних і економічних показників, необхідно повне завантаження агрегату, а також забезпечити технологічні регулювання й усунути неполадки в роботі машини. Передбачена розробка ротаційного розпушувача розрахована для умов фермерських господарств і для господарств з великою кількістю мало контурних полів і важких умов роботи. Усе це дозволить більш точно визначити економічну сторону питання, продуктивність агрегату, витрати ПММ, тому що в цих умовах агрегат забезпечить виконання технологічного процесу відповідно вимогам агротехніки.

З цією метою приймаємо:

- марка трактора -МТЗ-82;

- марка сільськогосподарської машини – РРЗ-3+пристрій загальмовуючий;

- вид роботи – розпушування по стерньовому фоні;

- агрофон - стерня;

- глибина обробітку - до 10см;

- рельєф поля – відносно рівний, ухил до 3%;

- розміри поля – L=1000; B=600.

На основі вихідних даних визначимо оптимальний склад агрегату, а відповідно і його швидкість, при умовах що агрегат буде в процесі виконання технологічної операції максимально завантажений.

Вихідні дані до розрахунку:

- експлуатаційна маса трактора – 3370 кг, 33,7 кН;

- експлуатаційна маса машини з пристосуванням – 1080 + 18 – 10,98кН;

- максимальна ширина знаряддя – 3м;

- припустима робоча швидкість – до 12 км/г.

Таблиця 3.1.

**Таблиця вихідних дані трактори Т-150.**

Передача	Швидкість руху агрегату, $V_p$ , км/год	Нормальне тягове зусилля, $P_{кр}$ , кН	Годинна витрата палива, $G_m$ , кг/год	Буксування, $\delta$ , %
VI	8,3	9,5	26	8,9
VII	11,47	7,5	28,7	7,5

Визначаємо питомий тяговий опір:

$$K = K_0 \cdot \left[ 1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (3.1)$$

де  $K_0$  – питомий тяговий опір при  $V_0=5$ км/год,  $K_0 = 0,8...0,11$ кН/м – з врахуванням зменшення тягового опору за рахунок пригальмовування;

$V_p$  – робоча швидкість руху агрегату на даній передачі, км/год;

$\Delta C$  – тип наростання питомого тягового опору,  $\Delta C = 1\%$ .

$$K_{VI} = 0,9 \cdot \left[ 1 + (9,33 - 5) \cdot \frac{3}{100} \right] = 1,017 \text{ кН/м};$$

$$K_{VII} = 0,9 \cdot \left[ 1 + (11,47 - 5) \cdot \frac{3}{100} \right] = 1,075 \text{ кН/м}.$$

Визначаємо граничну ширину захоплення агрегату:

$$B_{np} = \frac{P_{кр} G \sin \alpha}{K + S_m \sin \alpha + S_{БИГ} (f + \sin \alpha)}, \quad (3.2)$$

де  $P_{кр}$  – нормальне стискальне зусилля при даній швидкості агрегату, кН;

$G$  – вага трактора, кН;

$\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha = \frac{i}{100}$  – ухил місцевості в %,  $\sin \alpha = 0,03$ ;

$S_m = \frac{G_m}{b_k}$  – відносна ваги машини до конструктивної ширини агрегату, кН.

$$S_m = \frac{10,98}{3,0} = 3,66 \text{ кН/м};$$

$$B_{np(VI)} = \frac{9,5 - 3,37 \cdot 0,03}{1,018 + 3,66 \cdot 0,03} = 4,4 \text{ Г};$$

$$B_{np(VII)} = \frac{7,5 - 3,37 \cdot 0,03}{1,075 + 3,66 \cdot 0,03} = 3,37 \text{ м}.$$

Визначаємо можливу кількість машин в агрегаті:

$$n = \frac{B_{np}}{b_k}; \quad (3.3)$$

$$n_{(VI)} = \frac{4,4}{3} = 1,46 \text{ шт.};$$

$$n_{(VII)} = \frac{3,37}{3} = 1,12 \text{ шт}.$$

Приймаємо кількість машин - одну.

Визначаємо тяговий опір агрегату:

$$R_a = n \cdot B_p \cdot K + G_m \cdot n \cdot \sin \alpha, \quad (3.4)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захоплення машини, м.

$$B_p = b_k \beta, \quad (3.5)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату,  $\beta = 0,96$ ;

$$B_p = 3,0 \cdot 0,96 = 2,94 \text{ м};$$

$$R_{a(VI)} = 1 \cdot 2,94 \cdot 1,017 + 1 \cdot 3,37 \cdot 0,03 = 3,09 \text{ кН};$$

$$R_{a(VII)} = 1 \cdot 2,94 \cdot 1,075 + 1 \cdot 3,37 \cdot 0,03 = 3,26 \text{ кН}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля:

$$\xi_p = \frac{R_a}{R_{xp} - G \sin \alpha}; \quad (3.6)$$

$$\xi_{p(VI)} = \frac{3,09}{9,5 - 3,37 \cdot 0,03} = 0,63;$$

$$\xi_{p(VII)} = \frac{3,26}{7,5 - 3,37 \cdot 0,03} = 0,85.$$

Ґрунтуючись на розрахунках, приймаємо швидкість 11,47 км/год на VII передачі з коефіцієнтом використання тягового зусилля, рівним 0,85, тому що в цьому випадку агрегат буде завантажений цілком і є можливість одержати більш високі економічні показники. На III передачі агрегат буде недовантажений. Результати розрахунку зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2.

#### Основні параметри трактора при роботі.

Передача	Тягове зусилля, $R_a$ , кН	Коефіцієнт використання тягової потужності, $\xi$	Робоча швидкість, $V_p$ , км/год	Годинна витрата палива, $G_m$ , кг/год
VII	7,5	0,85	11,47	12,5

### 3.2. Обґрунтування кількості голок при радіальному її розташуванні для поверхневого обробітку ґрунту

В комплект машин для обробітку сільськогосподарських культур на ґрунтах схильних вітровій ерозії і посушливих зонах широко використовуються робочі органи голчатого типу. Кількість необхідних уколів ґрунту, а тим самим

і кількість голок на диску необхідна вибирати з умови найбільшої ділянки поля що обробляється однією голкою відповідно до агротехнічних вимог. Величина цієї ділянки, перш за все, залежить від форми голки, радіусу, а також від глибини обробітку ґрунту. Радіус диска борони визначається максимальною глибиною обробітку, середньою для зони заввишки стерні і діаметром маточини диска:

$$R = a_{max} + h_{ст} + d / 2 \quad (3.7.)$$

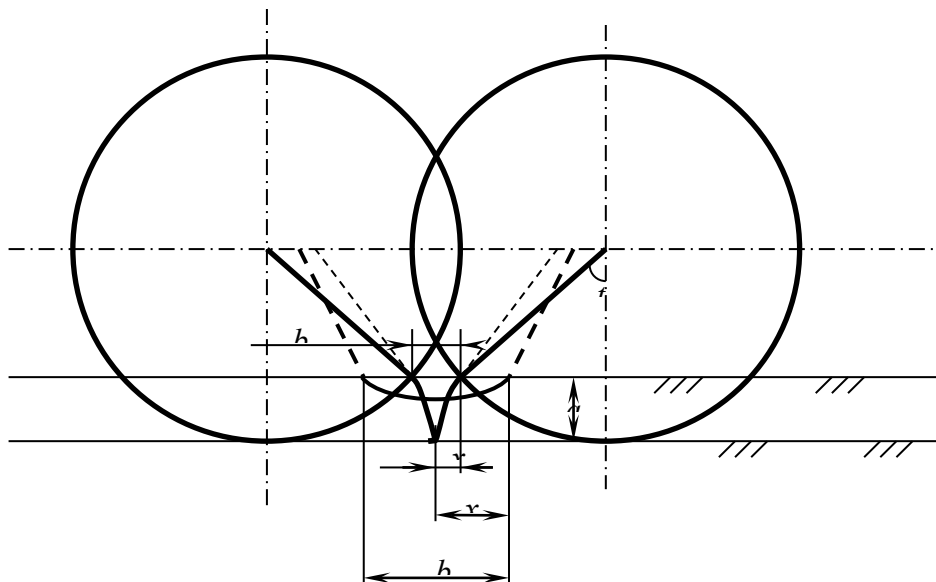
де  $a_{max}$  - глибина обробки

$h_{ст}$  - висота стерні

$d$  - діаметр маточини диска, який вибирається по конструктивних і експлуатаційних міркуваннях.

$$R = 100 + 150 + 50 / 2 = 275 \text{ мм}$$

Голчатий диск борони повинен руйнувати верхній шар ґрунту, зберігаючи якомога більше стерню. Розглядаючи траєкторію крапок на голці при обертанні диска можна знайти довжину ділянки на який впливає кінець голки. (рис 3.1.)



**Рис 3.1. Схема до визначення найбільшої довжини ділянки поля, обробленої однією прямою голкою.**

$$b_1 = 2\left(R \arccos \frac{R-a}{R} - \sqrt{2Ra - a^2}\right) \quad (3.8)$$

$$b_1 = 2\left(275 \arccos \frac{275-100}{275} - \sqrt{2 \cdot 275 \cdot 100 - 100^2}\right) = 60 \text{ мм}.$$

Оскільки ґрунт руйнується не тільки кінцем, але і всією частиною голки в межах заглиблення, кожна з точок цієї частини описує укорочений циклоїд, а тому фактична довжина обробленої ділянки поля

$$b = 2x \quad (3.9)$$

де

$$x = R \arccos \frac{R-y}{r} - \sqrt{r^2 - (R-y)^2} \quad (3.10)$$

де  $r$  - відстань від центра голчатого диска до довільної крапки, що лежить на голці.

Траєкторія точок голки в інтервалі перетинає поверхню поля в двох крапках, що лежать як усередині відрізка, так і зовні нього.

Поклавши в рівняння (3.10) що  $y = a$ , і враховуючи параметр змінним, дотримуючи необхідні обмеження, які витікають з умови технологічного процесу обробітку ґрунту, дослідивши функцію (3.10) на  $\text{max}$  - знаходимо  $x(r) = \text{max}$  при

$$r = \sqrt{R(R-a)} \quad (3.11)$$

Після перетворення порівнянь (3.9; 3.10 і 3.11.) отримаємо, що довжина найбільшої ділянки поля, обробленого однією голкою за один оборот диска виразиться рівнянням:

$$b_{1\text{max}} = 2\left(R \arccos \frac{R-a}{\sqrt{R(R-a)}} - \sqrt{R(R-a) - (R-a)^2}\right) \quad (3.12.)$$

$$b_{1\text{max}} = 2\left(275 \cdot \arccos \frac{275-100}{\sqrt{275(275-100)}} - \sqrt{275(275-100) - (275-100)^2}\right) = 90,2 \text{ мм}.$$

Оскільки довжина ділянки, обробленої за один оборот диска всіма голками, рівна  $2\pi R$ , то число голок на ньому визначається

$$n = \frac{2\pi R}{b_{1max}} \quad (3.13)$$

$$n = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 275R}{90,2} = 19шт$$

### 3.3. Обґрунтування кількості голок при зігнутому стані за визначеним законом

Кількість голок на диску можна зменшити, якщо кожна з них оброблятиме більшу ділянку поля. Цій вимозі відповідають зігнуті голки. Для спрощення аналізу представимо зігнуту голку у вигляді ламаної лінії (рис. 3.2). Вписавши в кут дугу можна цю лінію перетворити в криву. Розглянувши голчатий диск в положенні коли шкарпетка В голки ОВ торкається поверхні поля, а голка ОА проходить через точки перетину кола радіусом меншої поверхні поля. В цьому випадку кут  $t$  входження прямої голки ОВ має позитивне значення, що відповідає умові задовільної роботи цього органу  $0 \leq t \leq 90^\circ$

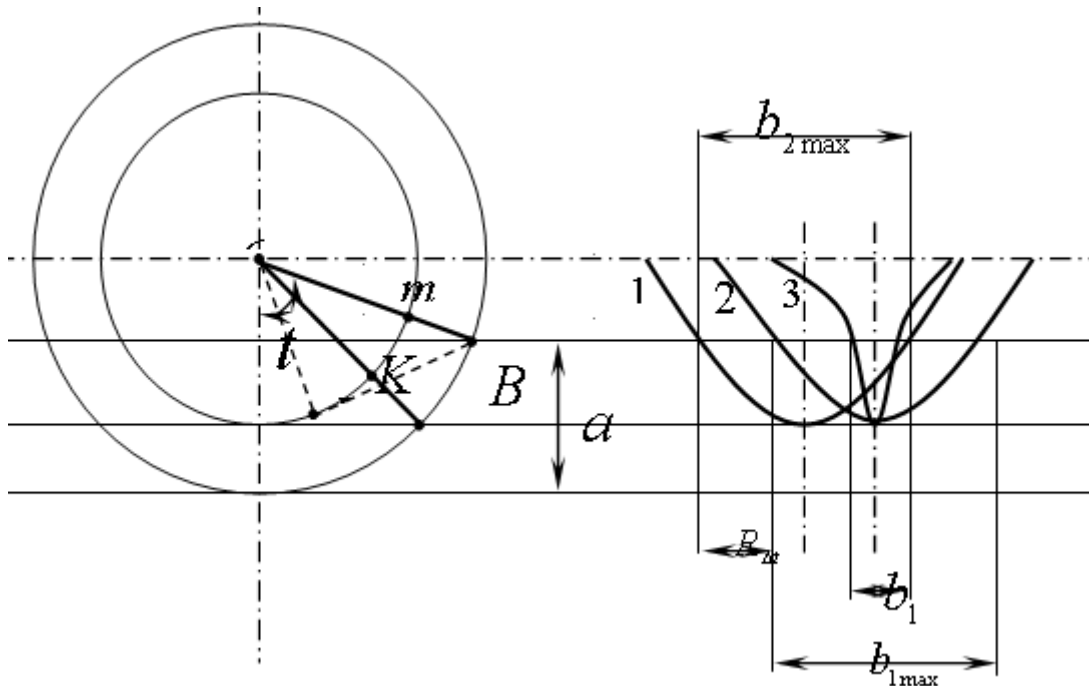


Рис. 3.2. Схема до визначення найбільшої довжини ділянки поля обробленої зігнутою голкою.

Кожна з точок розташованих по колу радіусом  $r$  при обертанні диска описує укорочений циклоїд, зміщений щодо іншої на величину

$$\Delta b = R \cdot \Delta t \quad (3.11)$$

де  $\Delta t$ - кут між положеннями голок ОА і ОВ, що проходять через крапки  $k$  і  $m$ .

Довжина найбільшої ділянки поля, обробленого кінцями обох голок рівна  $b_1$ . Найбільша довжина ділянок, оброблених прямою голкою ОВ в крапці  $m$  і зігнутої в крапці  $k$  дорівнює  $b_{1\max}$ . Ці ділянки зміщені один щодо іншого на величину  $\Delta b_1$ . Ділянка КВ голки паралельна поверхні поля, тому форма цієї голки відповідає вимозі  $0 \leq t \leq 90^\circ$ . Зсув  $\Delta b$  укороченої циклоїди, описуваної крапкою К для працездатного диска максимально. Найбільша ділянка поверхні поля, оброблювана зігнутою голкою визначається з виразу:

$$b_2 \max = \frac{b_1 \max}{2} + \frac{b_1}{2} + R\Delta t \quad (3.12)$$

Підставимо в рівняння (3.12) значення  $b_1$ ;  $b_{1\max}$  і  $t$  рівняння прийме вигляд:

$$b_2 \max = 2R \arccos \frac{R-a}{R} - \sqrt{2Ra - a^2} - \sqrt{Ra - a^2} \quad (3.13)$$

$$b_2 \max = 2 \cdot 2 \cdot 75 \arccos \frac{275-100}{275} - \sqrt{2 \cdot 275 \cdot 100 - 100^2} - \sqrt{275 \cdot 100 - 100^2} = 140 \text{ мм}$$

З урахуванням коефіцієнта відображає деформацію ґрунту кількість голок на диску визначиться з виразу

$$n = 2\pi RK / b_2 \max, \quad (3.14)$$

где  $K$  - коефіцієнт деформації ґрунту,  $K \approx 1,0 \dots 1,1$

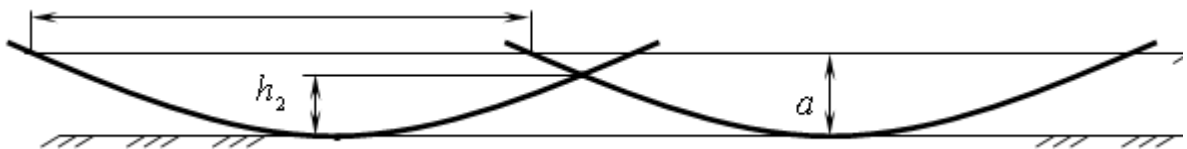
$$n = 2 \cdot 3,14 \cdot 275 / 140 = 12 \text{ шт.}$$

Дані розрахунки показують, що за умови роботи котко - розпушувача, до складу якого входять і голчаті диски, без кута атаки і врахування коефіцієнта ковзання, тобто в даному випадку ми маємо чисте кочення для дисків з радіально розташованими дисками кількість робочих елементів складає 19шт, а із зігнутими голками 12шт. На підставі цих розрахунків можна судити про те,

що в другому випадку можна понизити металоємність, не знижуючи якість обробітку.

### 3.4. Обґрунтування кількості голок на диску за умови його руху з пригальмовуванням.

Процес обробітку ґрунту голчатими дисками який рухається з пригальмовуванням, як і у попередньому випадку, полягає в тому, що робочі органи голчатого диска здійснюють складний рух, руйнуючи ґрунт. Два послідовно діючих на ґрунт робочих елементів описують однакові криві зміщені один щодо одного на величину подачі на зуб  $S$ , утворюють борозенку змінного перетину глибиною  $a$ . Особливість такого обробітку є нерівність дна борозни, наявність так званих гребінців. Вони утворюються в результаті перетину двох сусідніх кривих I і II в т.В на висоті  $h_2$  від нижньої точки А циклоїд I і II (рис.3.3).



**Рис.3.3** Схема до визначення висоти гребінців при русі диска з пригальмовуванням.

Відстань по горизонталі від т.А до крапки В рівно подачі на зуб  $x = \frac{1}{2} S$ . Величина подачі на зуб і висота гребінців  $h_2$  визначаються кінематичними і конструктивними параметрами голчатого диска. Відстань  $S$  голчатий диск проходить за час  $t$  де він обернеться на кут  $\frac{2\pi}{Z}$  і яке виразиться

$$S = V_n \frac{2\pi}{z\omega} \quad (3.15)$$

де  $S$  - подача на зуб ;

$V_n$  - швидкість руху агрегату;

$Z$  - число зубів голчатого диска;

$\omega$  - кутова швидкість голчатого диска .

Значення швидкості руху диска виразимо через швидкість руху агрегату можна записати

$$V_n = \omega \cdot R_\eta \quad (3.16)$$

де  $\eta$  - коефіцієнт гальмування голчатого диска.

Підставляючи рівняння (3.16) в (3.15), подача на зуб має вигляд

$$S = \frac{2\pi R_\eta}{z} \quad (3.17)$$

Висоти гребінців dna борозни які утворюються при обробітку можна виразити рівнянням (Рис.3.4)

$$h_2 = R(1 - \cos \mu^0) \quad (3.18)$$

де  $h_2$  - висота гребінців;

$\mu$  - кут на який обернувся робочий орган від вертикального положення, коли його лезо перемістилося з точки А в точку В.

Якщо прийняти за початок координат крапку  $O$ , центр голчатого диска, коли лезо робочого органу знаходиться в точці А тобто на одній вертикалі з центром, то при переміщенні леза робочого органу з точки А в точку В центр  $O$  переміститься в точку  $O_1$ , а робочий орган обернеться на кут  $\frac{\pi\mu^0}{180}$ .

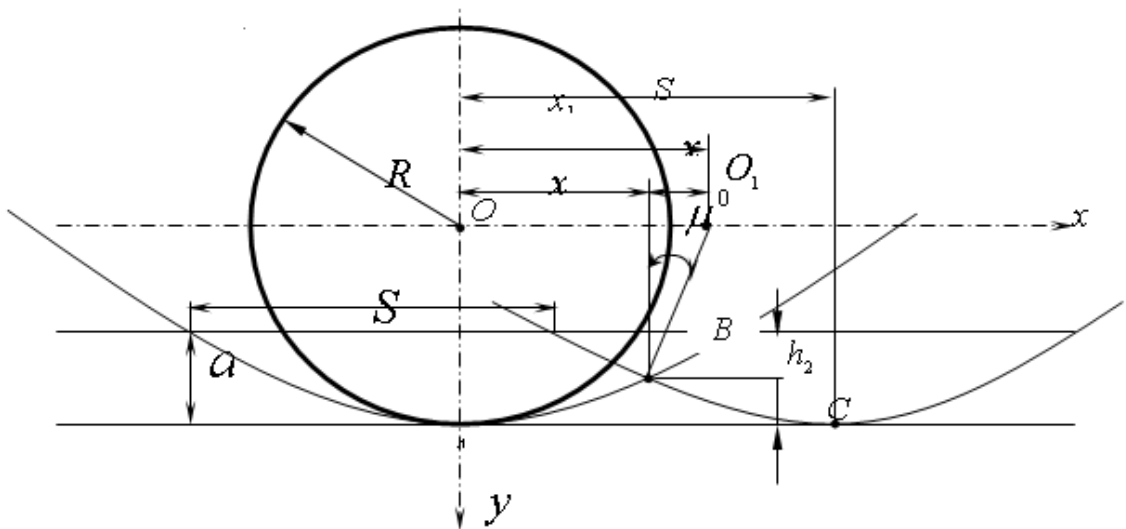


Рис.3.4 Схема до визначення параметрів голчатого диска.

Позначення відстані  $OO_1$  через  $x_1$ , а відстань між точками А і В через  $x = S/2$  і враховуючи рівняння (3.15) отримаємо

$$x = \frac{\pi R_\eta}{z} \quad (3.19)$$

Відстань з малюнка буде рівна

$$x = x_1 - x_2 \quad (3.20)$$

Відстань переміщення центру робочого органу з точки  $O_1$  в точку  $O_2$  можна виразити

$$x_1 = V_n \frac{\pi \mu^0}{180 \omega} \quad (3.21)$$

Підставивши в рівність (3.21) рівняння (3.16) отримаємо

$$x_1 = \frac{\pi R_\eta \mu^0}{180} \quad (3.22)$$

Відстань виразимо через радіус диска

$$x_2 = R \sin \mu \quad (3.23)$$

Підставляючи вираз (3.21) і (3.23) вираз (3.20) маємо

$$\frac{\pi R_\eta}{z} = R \left( \frac{\pi_\eta \mu^0}{180} - \sin \mu \right) \quad (3.24)$$

Враховуючи, що запишемо

$$\frac{2\pi R}{z} = \frac{S}{R} = R \left( \frac{\pi_\eta \mu^0}{180} - \sin \mu^0 \right) \quad (3.25)$$

Рівняння (3.25), що вийшло, встановлює залежність щодо подачі зуба з одного боку від коефіцієнта гальмування  $\eta$  і кута  $\mu^0$ .

З рівності (3.18) значення кута виразиться

$$\mu^0 = \arccos\left(1 - \frac{h_2}{R}\right) \quad (3.26)$$

Задаючись висотою гребінців dna борозни і радіусом голчатого диска визначеного з рівняння (3.7) з рівності (3.26) значення кута визначиться

$$\mu = \arccos\left(1 - \frac{30}{275}\right) = 28,4^\circ$$

Знаючи значення коефіцієнт пригальмовування з рівності (2.22) необхідна кількість зубів на диску визначається

$$\frac{3,14 \cdot 275}{z} = 275 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 28,4}{180} - \sin 28,4\right)$$

$$\frac{2355}{z} = 253,5; \quad z = 9,13.$$

Приймаємо кількість зубів на диску за умови його роботи з пригальмовуванням. Як показує розрахунок, при коефіцієнті пригальмовування кількість робочих елементів знижується і рівно 9шт. При цьому коефіцієнт пригальмовування при постійних значеннях діаметра диска надаватиме істотне значення не тільки на кількість голок на диску але і на такий технологічний параметр як швидкість кінця голки в початковий момент її взаємодії з ґрунтом. Покажемо це на прикладі розрахунків за умови перекочування диска без активного приводу і пригальмовування і з пригальмовуванням з використанням розробок кафедри сільськогосподарські машин (ТДАТА).

### **3.5. Визначення швидкості взаємодії кінця робочого елемента з ґрунтом за умови чистого кочення і з пригальмовуванням.**

Швидкість робочого елемента голчатого диска в технологічному процесі взаємодії голка - ґрунт робить вирішальний вплив на якість обробітку. Враховуючи і те, що південь України, як вже вказувалося вище, характеризується тим що обробіток ґрунту доводиться проводити в умовах зниженої вогкості, і тому швидкість взаємодії робить вирішальний вплив. Ґрунтуючись на дослідженнях, що проводяться в академії, показано, що за умови, що вогкість ґрунту складає 8...13% і швидкість кінця зуба, необхідна для руйнування ґрунту повинна складати 3...3,5м с<sup>-1</sup>. Визначимо швидкість взаємодії кінця зуба. З цією метою встановимо кут повороту диска при якому

диск, точніше його робочий елемент входить у взаємодію з ґрунтом. Воно визначається з виразу :

$$\varphi = 180 - \arccos\left(1 - \frac{a}{R}\right) \quad (3.27)$$

тоді, підставляючи раніше визначене значення  $\varphi$  і задаючись глибиною обробітку отримаємо:

$$\varphi = 180 - \arccos\left(1 - \frac{100}{275}\right) = 129,5 \text{град.}$$

Отримане значення 129,5град при куті повороту диска від вертикального положення починає взаємодіяти з ґрунтом.

Визначимо значення абсолютної швидкості кінця зуба диска, яка має вигляд

$$V_3 = V_m \lambda \cos \frac{r}{R} \sqrt{1 + \frac{R^2}{r^2 \lambda^2 \cos^2 \alpha}} - \frac{2R \cos(\psi - \varphi)}{r \lambda} \quad (3.28)$$

де  $V_m$ - швидкість агрегату, м.с-1;

$\lambda$  - кінематичний показник реж. роботи диска;

$R$  - радіус диска, м;

$r$  - поточне значення радіусу диска до довільної точки леза робочого елемента;

$\alpha$  - кут атаки диска, град;

$\varphi$  - кут повороту диска, град;

$\psi$  - кут фіксації, град .

Оскільки кут атаки відсутній, а  $R = r$  тобто розглядаємо кінець зуба, рівняння (3.28) прийме вигляд

$$V_3 = V_m \lambda \sqrt{1 + \frac{1}{\lambda^2} - \frac{2 \cos(\psi - \varphi)}{\lambda}} \quad (3.29)$$

Тоді, за умови чистого кочення, приймаючи що швидкість даного агрегату  $V_m = 11,47 \text{км/год}$  (3,18м/с), визначимо швидкість кінця зуба

$$V_3 = 3,18 \cdot 1 \sqrt{1 + \frac{1}{1^2} - \frac{2 \cos(180 - 129,5)}{1}} = 2,56 \text{м.с}^{-1}$$

За умови буксування тобто коли показник  $\lambda < 1$  значення швидкості буде. Значення показника з коефіцієнтом пригальмовування пов'язана залежністю

$$\lambda = 1 \pm \eta \quad (3.30)$$

Тоді

$$V_3 = 3,18 \cdot (-2) \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{(-2)^2}} - \frac{2 \cos(180 - 129,5)}{(-2)} = 2,78 \text{ м/с}$$

Як видно за умови пригальмовування швидкість значно вище ніж при чистому коченні, а отже значно ефективно робить вплив на технологічний процес. Очевидно в цьому випадку витрати енергії будуть нижчими ніж при чистому коченні. З цією метою визначимо радіус кривизни диска, а також на підставі робіт Бакуліна В.К покажемо зниження тягової потужності на знаряддя.

### **3.6. Визначення зниження тягової потужності за умови руху голчастого диску (батареї) з пригальмовуванням.**

Одним з недоліків знарядь, до складу яких входять і голчаті диски - погана їх заглиблюємість. Цей недолік в основному і стримує їх широке застосування в умовах важких ґрунтів півдня України, не дивлячись на їх високі якісні показники.

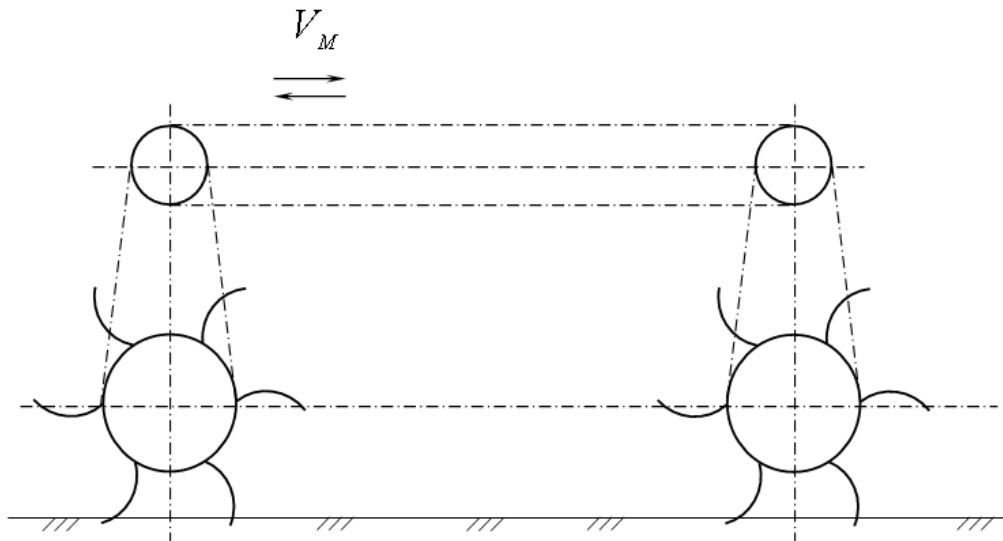
Поліпшення заглиблення голчатих дисків на твердих ґрунтах можливо в двох випадках :

1 - збільшення кута атаки; при цьому ті існуючі форми робочих органів (елементів) необхідно міняти;

2 - створення пристосувань, що забезпечують загальмовування голчатих дисків.

Пригальмовування можливо досягти в наступних випадках: за рахунок з'єднання батарей за допомогою передаточного відношення з опорними колесами; за рахунок з'єднання батарей ланцюгової передачі з установкою відповідного передаточного відношення. На твердих ґрунтах можна

заглиблювати голчаті робочі органи з нерухомо закріпленими голками. Але в цьому випадку вони інтенсивно зносяться, забиваються ґрунтом і рослинними залишками. Пригальмовування забезпечує самоочищення голчатих дисків при цьому поступальна швидкість вістря голки стає менше ніж поступальна швидкість знаряддя на величину окружної швидкості кінця голки, завдяки чому знижуються витрати потужності на роботу голки.



**Рис.3.5** Схема пригальмовування голчатих дисків.

Загальне зниження тягової потужності при загальмованому обертанні диска в загальному вигляді можна надати

$$\Delta N = \Delta N_1 + \Delta N_2 - \Delta N_3 \quad (3.31)$$

де  $\Delta N_1$  - зниження тягової потужності в результаті зменшення поступальної швидкості кінця голки щодо ґрунту, Вт;

$\Delta N_2$  - зниження тягової потужності завдяки позитивному моменту на приводної батареї, Вт;

$\Delta N_3$  - витрати потужності на буксування приводної батареї, Вт.

Ступінь пригальмовування обертання голчатих дисків виразимо

$$k = \frac{V_n}{V_{ок}} \quad (3.32)$$

де  $V_M$  - поступальна швидкість агрегату, м.с<sup>-1</sup>

$V_{ок}$  - окружна швидкість кінця голки, м.с<sup>-1</sup>

тоді:

$$k = \frac{3,18}{1,05} = 3$$

Швидкість переміщення кінця голки щодо ґрунту визначиться

$$V_{от} = \frac{V_n(k-1)}{k} \quad (3.33)$$

$$V_{от} = \frac{3,18 \cdot (3-1)}{3} = 2,12 \text{ м.с}^{-1}$$

Якщо голчаті диски закріплені нерухомо, то потужність, необхідна для переміщення знаряддя визначається як

$$N = P \cdot V_n \quad (3.34)$$

де  $P$  - тяговий опір знаряддя, Н;

В загальному випадки, коли окружна швидкість  $V_{ок} \neq 0$

$$N_1 = P_1 \cdot V_n \quad (3.35)$$

де  $P_1$  - тяговий опір голчатих дисків при швидкості переміщення голок відносно ґрунту,  $V_{от}$ , Н.

Із зменшенням швидкості  $V_{от}$  тяговий опір зменшується, тому  $P_1 < P$ .  
Зниження тягової потужності в результаті зменшення тягового опору складає

$$\Delta N_1 = N - N_1 = (P - P_1) \cdot V_n \quad (3.36)$$

де  $P = P_1 \cdot B$

де  $B$  - ширина захвату агрегата, м;

$$P_1 = 320 \dots 450 \text{ Н / м};$$

$$P = 400 \cdot 3 = 1200 \text{ Н}.$$

Теоретичний ступінь пригальмовування для вибраної схеми голчастої батареї (Рис.3.5) тобто ступінь пригальмовування за відсутності буксування опорно - приводної батареї

$$k_T = \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot D_{n3}}{z_2 \cdot z_4 \cdot D_{e3}} = i \frac{D_{n3}}{D_{e3}} \quad (3.37)$$

где  $z_1 \dots z_4$  - число зубьев звёздочки  $z_1 = 17$ ;  $z_2 = 17$ ;  $z_3 = 17$ ;  $z_4 = 57$ ;

$D_{нз}$  - діаметр опорно-приводної батареї, м;  $D_{нз} = 0,55$ .

$D_{вз}$  - діаметр відомої батареї, м, ( $D_{вз} = 0,55 м$ );

$i$  - передаточне число трансмісії;

$$i = \frac{z_4}{z_3} = \frac{57}{17} = 3,$$

тоді  $k_T = 3 \cdot \frac{0,55}{0,55} = 3$ .

Сповільнене обертання голчатих дисків можливо коли  $M_{TP} > M_P$

$$M_{TP} > M_P \quad (3.38)$$

де  $M_{TP}$  - момент сил тертя спареної приводної батареї об ґрунт, Н.м;

$M_P$  - момент, створюваний тяговим опором котко-розпушувача на опорно-приводної батареї, Н.м .

Момент сил тертя опорних коліс об ґрунт визначиться з виразу

$$M_{TP} = \frac{F \cdot D_{нз}}{2} \quad (3.39)$$

де  $F$  - сила тертя опорно-приводної батареї (Н).

Момент створений тяговим опором борони на опорно-приводної батареї.

$$M_P = \frac{P_1 \cdot D_{вз} \cdot \eta}{2i} \quad (3.40)$$

де  $\eta$  - к.к.д. передачі .

Підставляючи значення рівняння (3.39) і (3.40) в (3.38) матимемо :

$$\frac{F \cdot D_{нз} \cdot i}{D_{вз}} \geq P_1 \cdot \eta \quad (3.41)$$

Перетворивши рівняння (3.41) з урахуванням рівняння (3.37) значення сили тертя опорно-приводної батареї буде  $F \geq \frac{P_1 \cdot \eta}{k_T}$ , тоді підставивши

значення, матимемо

$$F = \frac{400 \cdot 0,95}{3} = 126,6 Н .$$

Отже, для роботи знаряддя по вибраній схемі достатньо, щоб сила тертя, яку можна отримати на опорно-приводній батареї була не менше приватного від розподілу тягового опору на теоретичний ступінь пригальмовування. Зниження тягової потужності, обумовлене позитивним моментом на опорних колесах, можна визначити по формулі

$$\Delta N_2 = M_p \cdot \omega_k \quad (3.42)$$

де  $\omega_k$  - кутова швидкість опорно-приводної батареї,  $c^{-1}$ .

Окружна швидкість кінця голки визначиться

$$V_{ок} = \frac{\omega_{вз} \cdot D_{вз}}{2} \quad (3.43)$$

де  $\omega_{вз}$  - кутова швидкість відомої батареї.

З рівняння (3.32) маємо

$$V_{ок} = \frac{V_n}{k} \quad (3.44)$$

Отже прирівнявши праві частини рівнянь (3.43) і (3.44) значення кутової швидкості відомої батареї матиме вигляд:

$$\omega_{вз} = \frac{2Vr}{D_{вз} \cdot k} \quad (3.45)$$

Кутову швидкість опорно-приводної батареї виразимо

$$\omega_{пз} = \omega_{вз} \cdot i \quad (3.46)$$

Підставивши в (3.46) значення, обчислене по формулі (3.45) матимемо :

$$\omega_{пз} = \frac{2V_n \cdot i}{D_{вз} \cdot k} \quad (3.47)$$

З урахуванням отриманих виразів (3.42),(3.40) і (3.46) зниження тягової потужності одержане завдяки позитивному моменту опорно-приводної батареї матиме вигляд:

$$\Delta N_2 = \frac{P_1 \cdot V_n \cdot h}{k} \quad (3.48)$$

Теоретичний ступінь пригальмовування по аналогії з рівнянням (3.32) буде :

$$k = \frac{V_{нГ}}{V_{окГ}} \quad (3.49)$$

де  $V_{окГ}$  - теоретична окружна швидкість кінця голки (за відсутності буксування опорно-приводної батареї), м.с<sup>-1</sup>.

Окружна швидкість кінця голки буде

$$V_{ок} = \frac{\pi \cdot D_{вз} \cdot \Pi_{вр}}{t} \quad (3.50)$$

де  $\Pi_{вр}$  - робоча частота обертання батареї голчатих дисків за час  $t$  (за відсутності буксування на опорно-приводній батареї).

Теоретична окружна швидкість кінця голки буде

$$V_{ок.Г} = \frac{\pi \cdot D_{вз} \cdot \Pi_{вГ}}{t} \quad (3.51)$$

де  $\Pi_{вГ}$  - теоретична частина обертання батареї голчатих дисків (за відсутності буксування на опорно-приводній батареї) за час  $t$ .

Встановивши на рамі катка-розпушувача «холостий голчастий диск», такий же як і на батареї, то поступальну швидкість можна виразити

$$V_n = V_{ок.х} = \frac{\pi \cdot D_{вз} \cdot n_{в.х}}{t} \quad (3.52)$$

де  $V_{ок.х}$  - окружна швидкість голки «холостого» диску, м.с<sup>-1</sup>;

$n_{в.х}$  - частота обертання «холостого» диску за час  $t$ .

Підставивши (3.50) і (3.52) в (3.32) тї ступінь пригальмовування можна представити так:

$$k = \frac{\Pi_{вх}}{\Pi_{вГ}} \quad (3.53)$$

Якщо відомі частота обертання валу батареї за певний відрізок часу, то частоту обертання опорно-приводної батареї за цей же час можна обчислити, знаючи передаточне число. Тоді

$$n_{кр} = \Pi_{вр} \cdot i \quad (3.54)$$

Аналогічно теоретичний ступінь пригальмовування може представитися так

$$k_T = \frac{\Pi_{ex}}{\Pi_{\epsilon.T}} \quad (3.55)$$

Тоді

$$n_{\epsilon p} = \frac{\Pi_{ex}}{k_T} \quad (3.56)$$

Теоретична частота обертання опорно-приводної батареї за час  $t$  (за відсутності його буксування) виразимо

$$n_{kp} = \Pi_{\epsilon p} \cdot i = \frac{\Pi_{ex} \cdot i}{k_T} \quad (3.57)$$

Тоді, коефіцієнт буксування буде

$$\rho = \frac{\Pi_{kp} - \Pi_{\epsilon T}}{\Pi_{kp}} \quad (3.58)$$

Підставивши (3.54) і (3.56) в (3.58) отримаємо

$$\rho = \frac{(\Pi_{\epsilon T} - \Pi_{ex})}{\Pi_{\epsilon T} \cdot k_T} \quad (3.59)$$

Витрата потужності на буксування буде

$$\Delta N_3 = \Delta N_2 \cdot \rho \quad (3.60)$$

Підставляючи значення (3.42) і (3.59) в (3.60) матимемо

$$\Delta N_3 = \frac{[P_T \cdot \gamma_n (\Pi_{\epsilon T} - \Pi_{ex} / k_T) \cdot \eta]}{k \cdot n_{ex}} \quad (3.61)$$

Виразимо коефіцієнт буксування через дійсний і теоретичний ступінь пригальмовування. З (3.53) знайдемо

$$n_{\epsilon T} = \frac{\Pi_{ex}}{k} \quad (3.62)$$

Підставивши (3.62) в (3.54) отримаємо

$$n_{кр} = \frac{\Pi_{ex} \cdot i}{k} \quad (3.63)$$

Після підстановки (3.57) і (3.63) в (3.58) матимемо

$$\rho = \frac{(k_T - k)}{k_T} \quad (3.64)$$

Підставивши (3.48) і (3.64) в (3.61) можемо записати

$$\Delta N_3 = \frac{P_1 \cdot \gamma_n (k_T - k) \cdot \eta}{k_T \cdot k} \quad (3.65)$$

Підставивши (3.36), (3.48) і (3.65) в (3.34) загальне зниження тягової потужності матиме вигляд

$$\Delta N = V_n [P - P_1 + \frac{P_1 \cdot \eta}{k} - \frac{P_1 (k_T - k) \cdot \eta}{k_T \cdot k}] \quad (3.66)$$

$$\Delta N = 3,19 [1200 - 400 + \frac{400 \cdot 0,95}{3} - \frac{400(3 - 3) \cdot 0,95}{3 \cdot 3}] = 25/6,5 \text{ Вт} = 2,5 \text{ кВт}$$

Як видно, за умови роботи загальмованого диска йде зниження тягової потужності. Розглянемо межі ступеня пригальмовування дисків ( $V_{ок} = V_m$ , а  $k = 1$ ) - це за відсутності пригальмовування батареї голчатих дисків. При повністю загальмованому диску -  $V_{ок} = 0$ , а  $k = \infty$ . Отже, ступінь пригальмовування може змінюватися в межах. Швидкість переміщення кінця голки відносно ґрунту  $k = 1$  перетворюється на нуль; при  $k = \infty$  відносна швидкість стає рівній поступальній швидкості руху. Отже при  $k = 1$  спостерігається вільне перекочування при  $k = \infty$  знаряддя працює при жорстко закріплених робочих органах. Якщо пригальмовування обертання голчатих дисків досягається за допомогою механічного гальма то тягова потужність розходиться також на нагрів і зношування гальма. В цьому випадки витрати потужності зростають на величину  $\Delta N_4$  і рівні

$$\Delta N_4 = \Delta N_2 - \Delta N_3 \quad (3.67)$$

Вибрана нами схема з'єднання батарей для забезпечення пригальмовування є з позиції зниження втрат потужності найбільш оптимальної. Недоліком можна рахувати неможливість зміни ступеня

пригальмовування в широкому діапазоні, що можна досягти за допомогою механічного гальма, але в цьому випадку зростає потужність знаряддя.

### 3.7. Визначення продуктивності роботи агрегату

Визначаємо мінімально-необхідну ширину поворотної смуги:

На основі паспортних даних для трактора МТЗ-82 при колії 1500мм найменший радіус повороту складає 4,1м. Тому приймаємо  $R_0 = 4,1$ м

$$E_{\min} = 2,8 \cdot R_0 + e + d_k, \quad (3.68.)$$

де  $e$  – довжина виїзду агрегату, м;  $e = 5$ ;

$d_k$  – кінематична ширина повороту, м:  $d_k = 5,4$ .

$$E_{\min} = 1,1 \cdot 4,1 + 5 + 5,4 = 14,91 \text{ м.}$$

Ширину поворотної смуги  $E$  вибираємо з умови, що вона не менше  $E$  і кратна робочій ширині захвату. Приймаємо  $E = 15$ м

Довжина повороту визначається з вираження:

$$L_x = \pi \cdot R_0 + 2 \cdot e; \quad (3.69.)$$

$$L_x = 3,14 \cdot 4,1 + 2 \cdot 15 = 42,87 \text{ м.}$$

Визначаємо довжину робочого шляху:

$$L_p = L - 2E; \quad (3.70.)$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 15 = 970 \text{ м.}$$

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

$$t_p = \frac{0,06 \cdot L_p}{V_p}; \quad (3.71.)$$

$$t_p = \frac{0,06 \cdot 970}{11,19} = 5,2 \text{ хв.}$$

Визначаємо час, витрачений на один поворот:

$$t_x = \frac{0,06 \cdot L_x}{V_x}, \quad (3.72.)$$

де  $V_x$  – швидкість повороту,  $V_x = 5$  км/год.

$$t_x = \frac{0,06 \cdot 42,87}{5} = 0,51 \text{ хв}$$

Час, затрачений на очищення робочих органів приймається згідно рекомендацій,  $t_{оч} = 2$  хв.

Визначаємо час, витрачений на один цикл:

$$t_{ц} = t_p + t_x + t_{оч}; \quad (3.73.)$$

$$t_{ц} = 5,2 + 0,51 + 2 = 7,71 \text{ хв.}$$

Визначаємо позацикловий час:

$$t_{нц} = t_{ост} + t_{контр} + t_{об} + t_{въезд} + t_{выезд}, \quad (3.74.)$$

де  $t_{ост}$  - зупинка агрегату по особистих причинах,  $t_{ост} = 10 \dots 15$  хв;

$t_{контр}$  - час, витрачений на контроль якості і регулювання,

$t_{контр} = 5 \dots 10$  хв.;

$t_{об}$  – час, витрачений на обслуговування,  $t_{об} = 20$  хв.;

$t_{въезд}$  – час в'їзду в загінку,  $t_{въезд} = 0,5$  хв;

$t_{выезд}$  – час виїзду з загінку,  $t_{выезд} = 0,5$  хв.

$$t_{нц} = 10 + 10 + 20 + 0,5 + 0,5 = 41 \text{ хв.}$$

Визначаємо кількість циклів за зміну:

$$П_{ц} = \frac{T_{см} - t_{нц}}{t_{ц}}, \quad (3.75)$$

де  $T_{см}$  – час зміни при 8-и часовому робочому дні,  $T_{см} = 480$  хв;

$$П_{ц} = \frac{480 - 41}{7,71} = 56,5,$$

Приймаємо  $П_{ц} = 58$  проходів (циклів)

Уточнюємо баланс часу роботи агрегату в загоні:

$$T_{см} = П_{ц} (t_p + t_x + t_{оч}) + t_{нц}; \quad (3.76.)$$

$$T_{см} = 58 \cdot 7,71 + 41 = 488,18 \text{ хв.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см}} = \frac{t_{ц} \Pi_{ц}}{T_{см}}; \quad (3.77.)$$

$$\tau = \frac{7,71 \cdot 58}{488,18} = 0,91.$$

Визначаємо технічну продуктивність за одну годину змінного часу:

$$W_{ч} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau; \quad (3.78.)$$

$$W_{ч} = 0,1 \cdot 3 \cdot 11,19 \cdot 0,91 = 3,05 \text{ га/год.}$$

Визначаємо погектарна витрата палива:

$$g = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_o T_o}{60 \cdot F_з}, \quad (3.79.)$$

де  $G_p, G_x, G_o$  – відповідно, годинні витрати палива двигуна трактора при робочому завантаженні, на холостих поворотах і заїздах, а також при зупинках із працюючим двигуном;

$T_p$  – час роботи агрегату під навантаженням, хв.:

$$T_p = t_p \Pi_{ц}; \quad (3.80.)$$

$$T_p = 5,2 \cdot 58 = 301,6 \text{ хв.} \approx 5 \text{ год};$$

$T_x$  – час роботи агрегату вхолосту:

$$T_x = t_x \cdot \Pi_{ц} + t_{в'їзда} + t_{в'їзда}; \quad (3.81.)$$

$$T_x = 2 \cdot 0,51 \cdot 58 + 0,5 + 0,5 = 36,38 \text{ хв.} = 60,16 \text{ хв} \approx 1 \text{ год}$$

$T_o$  – час роботи двигуна на зупинках:

$$T_o = t_{оч} \cdot \Pi_{ц} + t_{контр} + t_{ост} + t_{об}; \quad (3.82.)$$

$$T_o = 2 \cdot 58 + 10 + 10 + 20 = 166 \text{ хв.} = 2,76 \text{ год};$$

$F_з$  – оброблювана площа заїмки чи продуктивність за зміну роботи:

$$F_з = W_{ч} \cdot T_p; \quad (3.83.)$$

$$F_з = 3,05 \cdot 5,0 = 15,25 \text{ га.}$$

Тоді погектарна витрата палива буде:

$$g = \frac{12,3 \cdot 5,0 + 5,13 \cdot 1 + 2,5 \cdot 2,76}{15,25} = 4,82 \text{ кг/га.}$$

Визначаємо витрати праці на одиницю виконаної роботи:

$$H = \frac{m_{mp} \cdot m_{об}}{W_q}, \quad (3.84.)$$

$$H = \frac{1}{3,05} = 0,33 \text{ люд.год./га.}$$

де  $m_{mp}$ ,  $m_{об}$  – відповідно кількість трактористів і обслуговуючого персоналу;

Висновок: Технологічними розрахунками встановлено що для надійної роботи агрегату при його завантаженні і високої продуктивності необхідно щоб швидкість була 11,47км/год, а продуктивність в такому разі буде 3,05га/год. Встановлено що при роботі комбінованого ґрунтообробного агрегату робочий елемент голчастого робочого органу повинен мати кількість голок:

- при радіальному розташуванні голок – 19шт;
- при вигнутому робочому елементі за визнаним законом – 12шт;
- при умови його роботи з пригальмовуванням – 9шт.

При роботі комбінованого ґрунтообробного агрегату при умови що його голчасті робочі органи працюють з пригальмовуванням йде зниження витрат потужності на 2,5кВт.

Також встановлено, що голчастий диск який має пригальмовуючий пристрій має початкову швидкість взаємодії з ґрунтом 2,78м/с, а диск що вільно перекочується 2,56м/с. Тобто в такому разі ймовірність руйнування, а відповідно і якість обробітку буде вище.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1. Аналіз стану охорони праці**

Аналіз складу нормативних документів наявних у господарстві, відповідно до «Державним реєстром нормативних актів з охорони праці» показує, що відсутні такі документи як: «Закон України про охорону праці», Положення про службу охорони праці, ДСТ, Положення.

У господарствах не забезпечується проведення паспортизації санітарно-технічного стану відділення, цехів, виробничих ділянок поліпшення умов охорони праці і санітарно-оздоровчих заходів.

В господарстві відповідальність за стан охорони праці покладається інженера з охорони праці. Організація робіт з безпеки життєдіяльності будуватися на підставі «Посадової інструкції по охороні праці». Відповідно до цієї інструкції інженер зобов'язаний виконувати ряд вимог, що на практиці виконуються, але не на належному рівні.

Інженер по ОП не організовує і не бере участь у навчанні фахівців середньої ланки по охороні праці з наступною перевіркою знань.

Не ведеться облік і не проводиться аналіз виробничого травматизму і професійної захворюваності.

Головні фахівці не беруть участь у розслідуванні декількох нещасних випадків на виробництві в керованими галузями виробництва.

### **4.2. Пропоновані заходи щодо підвищення безпеки стану сільськогосподарських знарядь**

Карта контролю сільськогосподарських знарядь по показниках безпеки розроблена в розвитку стандартів по методах оцінки безпеки й інший НТР і входить у комплект службової документації осіб, відповідальних за технічний стан і безпечну експлуатацію, на ряді з іншою нормативно-технічною

документацією (посібник з діагностування, технічні вимоги до відремонтованої мобільної техніки ) виконує функції нормативно-довідкового документа при інвентаризації, паспортизації й атестації мобільних робочих місць по показниках безпеки, порядок і умови проведення діагностування, обробки результатів атестації.

Перелік господарських ситуацій, при яких обов'язково здійснюється контроль відповідно до «Карти» включає:

- зняття і збереження техніки на машинних дворах і введенні її в експлуатацію;
- оцінку якості технічного стану сільськогосподарських знарядь, їхнього технічного обслуговування і ремонтів;
- передачу основних засобів в оренду в господарстві і зовнішніх споживачах, тому що відповідно до вимог «Карти контролю» формуються умови забезпечення мобільних робочих місць при висновку усіх видів договорів орендного порядку;
- комплектування і регулювання агрегатів у ході організаційно-технологічної підготовки виробництва;
- перевірку стану безпеки мобільних робочих місць у ході їхньої паспортизації, роботи органів державного, відомчого і суспільного контролю.

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

Для кваліфікованого проведення контролю в господарствах використовуються устаткування робочих місць по технічному обслуговуванню, і ремонту, оснащені повним комплектом діагностичного устаткування, відповідно до приведених карт або спеціально обладнаним площадкам. При відсутності необхідних умов необхідно передбачити відповідні заходи в колективному договорі (угода по охороні праці і спеціальні питання).

Відповідно до «Закону України про охорону праці», відповідальні за безпечний стан мобільних робочих місць, є безпосередні керівники робіт (відповідальні за безпечну експлуатацію), що забезпечують відомчий контроль.

Мобільні робочі місця складають основну частку в матеріальних ресурсах і через їхню підвищену небезпеку, викликає потреба в додаткових функціях відповідальності за їхній технічний стан і безпечну експлуатацію на ряді з матеріальною відповідальністю.

Ці види відповідальності залежать від організації структури господарства, від набору кваліфікованих вимог до атестуємих фахівців. У зв'язку з цим у процесі господарської діяльності повинне розподілятися розподіл відповідальності між особами, що забезпечують керування виробничими процесами. При здійсненні послуг, діагностування і технологічного обслуговування майстер-діагностик, майстер-наладчик, виконуючи операції праці безпеки, фіксує результати контролю в первинній діагностичній карті й у карті технічного стану.

Якість праці безпеки оцінює особу, відповідальне за безпечну експлуатацію в ході приймання роботи, і при невідповідності контрольованої техніки вимогою даної карти не підписує акт приймання-здачі.

Для здійснення інвентаризації, паспортизації або атестації мобільних робочих місць створюється комісія. При усіх випадках роботи комісії з контролю мобільної техніки по показниках безпеки обов'язкова присутність інженера по охороні праці. Якщо відповідальність за стан безпеки покладена безпосередньо на виконавця через атестацію його з врученням талона самоконтролю, то він користується послугами інженера по охороні праці з урахуванням вимоги даної «Карті...».

Висновок: В даному розділі розглянуто стан безпеки життєдіяльності на прикладі ФГ «Теліпко». Встановлено що в господарствах які сьогодні тільки формуються велика кількість порушень, не виконуються постанови і закон про охорону праці. Представлено методику розробки карти контролю агрегату по показниках безпеки. Пропоновано заходи щодо підвищення безпеки стану сільськогосподарських знарядь.

## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Мета що стоїть в розділі техніко-економічного обґрунтування пропонованого ґрунтообробного комбінованого розпушувача ґрунту є визначення вартості витрат на його розробку, визначення витрат, зв'язаних з експлуатацією даного агрегату, розрахунок витрат праці, продуктивності, строку окупності й очікуваного економічного ефекту.

Визначення вартісних витрат на розробку проводимо для умов півдня України при виконанні технологічної операції розпушувачем, умовно названо її РРГ-3М – проєктована модель, а як базову модель взято технологію підготовки ґрунту, що складає РР-3 з метою:

- припинення дії вітрової та водної ерозії;
- накопичення ґрунтової вологи.

Продуктивність агрегату визначено в третьому розділі, а продуктивність агрегату РР-3 приймаємо як і у попередньому розрахунку

Для визначення економічної ефективності розробки визначаємо галузеву собівартість.

### **Визначення галузевої собівартості.**

З урахуванням методики [22] галузева собівартість розроблюваного ґрунтооброблюючого агрегату визначиться з вираження:

$$C_o = P(\Pi \cdot H \cdot K_m + M) + D, \quad (5.1)$$

де  $P = \sum P_i$  – чиста вага знаряддя, [V розділ],  $P = 1098\text{Н}$ ;

$\Pi$  – коефіцієнт конструктивної складності в порівнянні із серійними знаряддями,  $\Pi = 1,4$ ;

$H$  – витрати на виробництво 1 кг чистої маси однотипної продукції,

$H = 9$  грн/кг;

$K_m$  – коефіцієнт зміни витрат на виробництво,  $K_m = 1,5$ ;

$M$  – вартість 1 кг чистого матеріалу, що входить у знаряддя,  $M = 20,0$  грн/кг;

$D$  – вартість витрат, зв'язаних із транспортними витратами,  $D = 6000$ грн.

$$З = 1098 \cdot (1,4 \cdot 9 \cdot 1,5 + 20,0) + 6000 = 48800 \text{ грн.}$$

Нижня межа ціни розраховуємо по формулі:

$$Ц_{\text{ни}} = C_o + П_n, \quad (5.2)$$

де  $П_n$  нормативний прибуток, грн.

$$П_n = \frac{P_c \cdot C_o}{100}, \quad (5.3)$$

де  $P_c$  – галузева нормативна рентабельність,  $P_c = 7\%$ .

$$П_n = \frac{7 \cdot 48800}{100} = 3410 \text{ грн}$$

тоді:

$$Ц_{\text{ни}} = 48800 + 3410 = 52200 \text{ грн.}$$

Звідси лімітна галузева ціна визначиться:

$$Ц_l = Ц_{\text{ни}} \cdot V, \quad (5.4)$$

де  $V$  – коефіцієнт подорожчання, зв'язаний з підвищенням виробництва продукції через її несерійність,  $V = 1,05$ .

$$Ц_l = 52200 \cdot 1,05 = 55000 \text{ грн.}$$

Разом галузева ціна склала 55000грн.

Для подальшого розрахунку економічної ефективності складемо таблицю 5.1., таблицю вихідних даних.

### **Розрахунок економічної ефективності.**

Даний розрахунок приводимо в порівнянні з проєктованою моделлю і базовою підготовкою ґрунту.

Визначимо заробітну плату механізатора:

$$З_n = \frac{f_r}{W_q}. \quad (5.5)$$

По проєктованій моделі:

$$З_{n(PPG)} = \frac{65}{3,05} = 21 \text{ грн./га}$$

По базовій моделі:

$$Z_{п(PP)} = Z_{n(PP)} = \frac{65}{3,05} = 21 \text{ грн./га}$$

Визначаємо ремонтні відрахування й амортизацію по трактору:

$$S_{от} = \frac{1,1B_{т} \cdot (Q_{рт} + Q_{кт})}{100 \cdot T_{гт} \cdot W_{ч}}. \quad (5.6)$$

Таблиця 5.1.

**Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності.**

№ пп.	Показники	Позначення	Розмірність	Проектована модель	Базова модель
	Марки трактора	-	-	МТЗ-82	МТЗ-82
1	Оптова ціна трактора	$B_{т}$	грн	400000	400000
2	Марка с/г. машини	-	-	РРГ-3М	РР-3
3	Оптова ціна с/г. машини	$B_{м}$	грн	55000	50000
4	Продуктивність	$W_{ч}$	га/год	3,05	3,05
5	Нормативне завантаження				
	- трактора	$T_{гт}$	дні	300	300
	- с/г. машини	$T_{гм}$	дні	30	10
6	Кількість обслуговуючого персоналу	$n$	чол.	1	1
7	Тарифна ставка тракториста	$f_{т}$		65	65
8	Відрахування по тракторі				
	- реновацію	$Q_{рт}$	%	24,5	24,5
	- ремонт і ТЕ	$Q_{кт}$	%	22	22
9	Відрахування по с/г. машині:				
	- реновацію	$Q_{рм}$	%	14,2	14,2
	- ремонт і ТЕ	$Q_{км}$	%	16	16
	Ціна 1 кг палива	$Ц$	грн	48,0	48,0

По проектованій моделі:

$$S_{om(PPГ)} = \frac{1,1 \cdot 400000 \cdot (24,5 + 22)}{100 \cdot 300 \cdot 3,05} = 223 \text{ грн/га}$$

По базовій моделі:

$$S_{om(PP)} = \frac{1,1 \cdot 400000 \cdot (24,5 + 22)}{100 \cdot 300 \cdot 3,05} = 223 \text{ грн/га}$$

Визначаємо ремонтні відрахування й амортизацію по сільськогосподарському знаряддю:

$$S_{от} = \frac{1,1B_T \cdot (Q_{рм} + Q_{рм})}{100 \cdot T_{ГМ} \cdot W_q} \quad (5.7)$$

По проектованій моделі:

$$S_{от(PPГ)} = \frac{1,1 \cdot 55000 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 30 \cdot 3,05} = 200 \text{ грн./га}$$

По базовій моделі:

$$S_{от(PP)} = \frac{1,1 \cdot 50000 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 10 \cdot 3,05} = 540 \text{ грн./га}$$

Визначаємо вартість палива:

$$G_T = Ц_T \cdot g_T \quad (5.8)$$

По проектованій моделі:

$$G_{(PPГ)} = 48 \cdot 4,82 = 232 \text{ грн./га}$$

По базовій моделі:

$$G_{(PP)} = 48 \cdot 4,82 = 232 \text{ грн./га}$$

Разом витрат будемо мати:

$$И = З_n + S_{от} + S_{ом} + G_T \quad (5.9)$$

По проектованій моделі:

$$И_n = 21 + 223 + 200 + 232 = 670 \text{ грн./га}$$

По базовій моделі:

$$И_о = 21 + 223 + 540 + 232 = 1016 \text{ грн./га}$$

Визначаємо питомі капітальні витрати:

$$S_y = \frac{1,1B_T}{W_q \cdot T_{ГТ}} + \frac{1,1B_M}{W_q \cdot T_{ГМ}} \quad (5.10)$$

По проектованій моделі:

$$S_{y(PPГ)} = \frac{1,1 \cdot 400000}{3,05 \cdot 300} + \frac{1,1 \cdot 55000}{3,05 \cdot 30} = 1140 \text{ грн./га}$$

По базовій моделі:

$$S_{y(\text{нуже})} = \frac{1,1 \cdot 400000}{3,05 \cdot 300} + \frac{1,1 \cdot 50000}{3,05 \cdot 10} = 2200 \text{ грн./га}$$

5.1.6 Визначаємо річний економічний ефект:

$$\mathcal{E}_r = [(I_{\sigma} - E_{\sigma} \cdot S_{y\sigma}) - (I_{\pi} - E_{\pi} \cdot S_{y\pi})] T_{гм} \cdot W_q \quad (5.11)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = [(1016 - 0,15 \cdot 2200) - (670 - 0,15 \cdot 1140)] \cdot 30 \cdot 3,05 = 17300 \text{ грн}$$

Строк окупності визначається:

$$Q = \frac{Z_{np}}{\mathcal{E}_r}, \quad (5.12)$$

де  $Z_{np}$  – витрати на виробництво,  $Z_{np} = 5000$  грн.

$$Q = \frac{5000}{17300} = 0,28 \text{ року}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 5.2.

**Таблиця 5.2.**

**Техніко-економічні показники**

Показники	Одиниці виміру	Проектована машина	Базова машина
Сумарні витрати на техніку	грн	55000	50000
Заробітна плата	грн/га	21	21
Витрати по трактору	грн/га	223	223
Витрати по с/г. машині	грн/га	200	540
Витрати на ГСМ	грн/га	232	232
Разом витрат	грн/га	670	1016
Питомі капітальні витрати	грн/га	1140	2200
Річний економічний ефект	грн	17300	
Строк окупності	років	0,28	

**Висновок:**

Техніко-економічними розрахунками встановлено, що річний економічний ефект склав 17300 грн, а окупиться ця розробка за 0,28 роки, що дозволяє судити про доцільність даного рішення по розробітку ротаційного розпушувача ґрунту.

## ВИСНОВКИ

Проведено аналіз господарчої діяльності ФГ «Теліпко».

Проаналізовано конструкції комбінованих ґрунтообробних агрегатів та робочих органів, які можуть встановлюватись на них

Технологічними розрахунками встановлено що для надійної роботи агрегату при його завантаженні і високої продуктивності необхідно щоб швидкість була 11,47км/год, а продуктивність в такому разі буде 3,05га/год. Встановлено що при роботі комбінованого ґрунтообробного агрегату робочий елемент голчастого робочого органу повинен мати кількість голок:

- при радіальному розташуванні голок – 19шт;
- при вигнутому робочому елементі за визнанням законом – 12шт;
- при умови його роботи з пригальмовуванням – 9шт.

При роботі комбінованого ґрунтообробного агрегату при умови що його голчасті робочі органи працюють з пригальмовуванням йде зниження витрат потужності на 2,5кВт.

Також встановлено, що голчастий диск який має пригальмовуючий пристрій має початкову швидкість взаємодії з ґрунтом 2,78м/с, а диск що вільно перекочується 2,56м/с. Тобто в такому разі ймовірність руйнування, а відповідно і якість обробітку буде вище.

В розділі охорони праці стан охорони праці в господарстві «Теліпко». Встановлено що в господарстві велика кількість порушень, не виконуються постанови і закон про охорону праці. Представлено методику розробки карти контролю агрегату по показниках безпеки. Пропоновані заходи щодо підвищення безпеки стану сільськогосподарських знарядь.

Техніко-економічними розрахунками встановлено, що річний економічний ефект склав 17300грн, а окупиться ця розробка за 0,28 роки, що дозволяє судити про доцільність даного рішення по розробітку ротаційного розпушувача ґрунту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін.; за ред. Д. Г. Войтюк. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. Суми: Університетська книга, 2008. 450 с.
3. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. Суми: Університетська книга, 2008. 450 с.
4. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с
5. Економічний довідник аграрника. В.І. Дробот, Г.І. Зуб, М.П. Кононенко та ін. / За ред. Ю.Я. Лузана, П.Т. Каблука. – К.: „Преса України”, 2003.– 800с
6. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник : Каталог сільськогосподарської техніки / О. В. Нанка [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 594 с.
7. Землеробська механіка/ Кобець А.С., Сокол С.П., Пагач А.М., Дирда В.І., Волик Б.А., Тищенко С.С., Гаврильченко О.С. – Дніпро, Пороги,2022 - 73 408 с.
8. Кобець А. С. Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок: монографія / А. С. Кобець, Б. А. Волик, А. М. Пугач. - Дніпропетровськ: 76 Свідлер А.Л., 2011. - 140 с.
9. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський держ. аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
10. Маринина Л. Ротационные бороны – многофункциональность,

высокая продуктивность и экологичность / Л. Маринина, Л. Шустик, С. Маринин // Пропозиция. – 2017. – № 4. – С. 21-24.

11. Мойсеєнко В. Огляд комбінованих ґрунтообробних агрегатів [Електронний ресурс] / В. Мойсеєнко, С. Дудака // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/vitchiznyani-kombinovani-gruntoobrobni-agregati>.

12. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: [http://ipal.at.ua/publ/okhorona\\_praci/mozhlyvi](http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlyvi)

13. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / А. Н. Панченко.- Днепропетровск: ДГАУ, 1999. – 140 с.

14. Практикум з використання машин в рослинництві / [Гльченко В.Ю., Кобець А С., Мельник В.П та ін]. – Дніпропетровськ : Дніпроп. держ агр. ун-т. – 2002 – 212с.

15. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 2001. 382с.

16. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник / Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. – К. : ПІТО НАПН України, 2015. – 291 с.

17. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи. – К.: Урожай, 1991. – 472с.

18. Чорновол М.І. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва / Чорновол М.І., Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М.- К.: Урожай, 2001.- 384 с.

19. Шевчук В.В. Обґрунтування параметрів та режимів роботи гольчастої борони автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн.наук /В.В. Шевчук – Львів, 2015. – 24с.

20. Шустік Л. Головне в боронуванні ґрунту – правильний вибір борони / Л. Шустік, С. Маринін, Л. Мариніна // Пропозиция. – 2017. – № 3. – С. 40-44.

# ДОДАТКИ



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

**Ілюстративний матеріал**  
до захисту дипломного проєкту на здобуття освітнього ступеня  
«Бакалавр» за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» зі  
спеціальності 208 «Агроінженерія»  
на тему: «Удосконалення процесу механізації з розробкою комбінованого  
агрегату для поверхневого обробітку ґрунту»

Здобувач

Данилюк Б.О.

Науковий керівник,  
доцент

Волик Б.А.

Дніпро-2024



## ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ



PBK-3,6



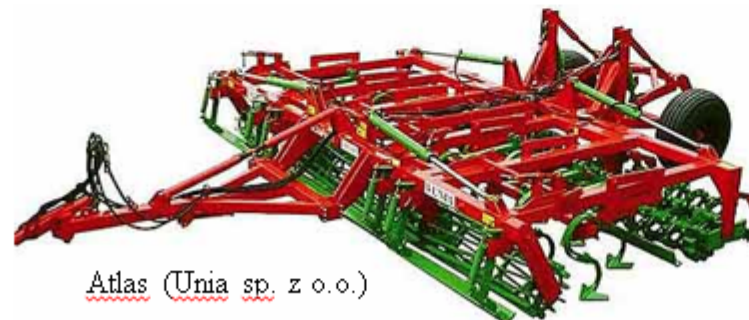
K 400 Gamma (Lemken GmbH & Co. KG)



АПК-5



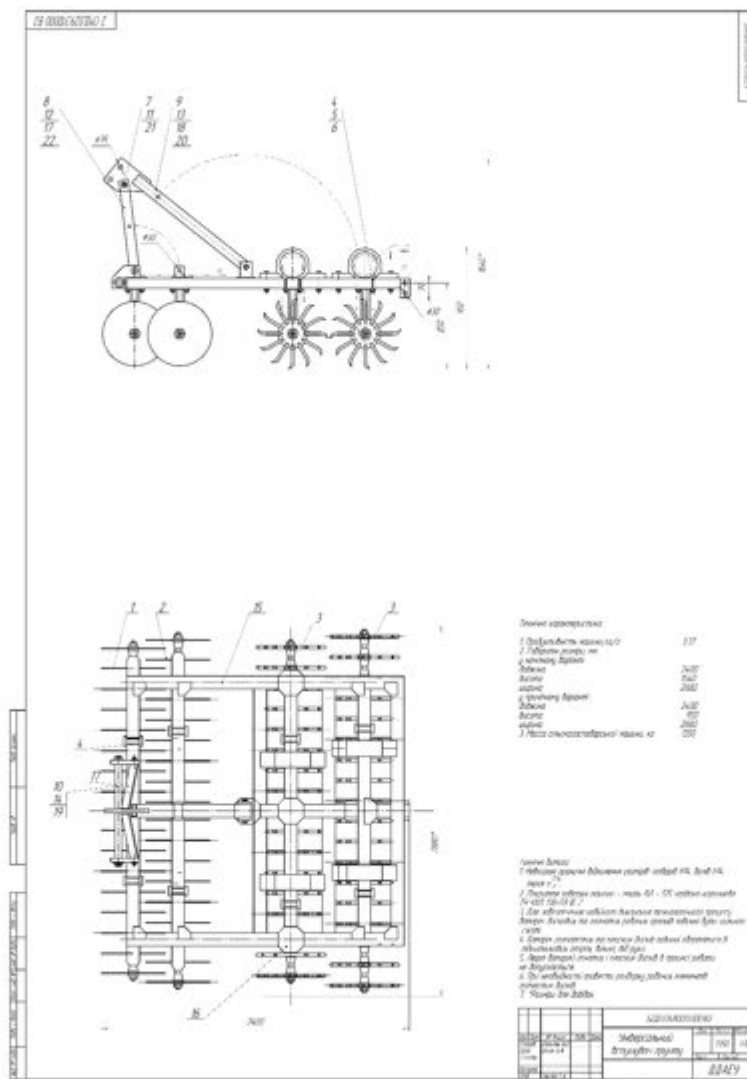
VN-Säpak Profi

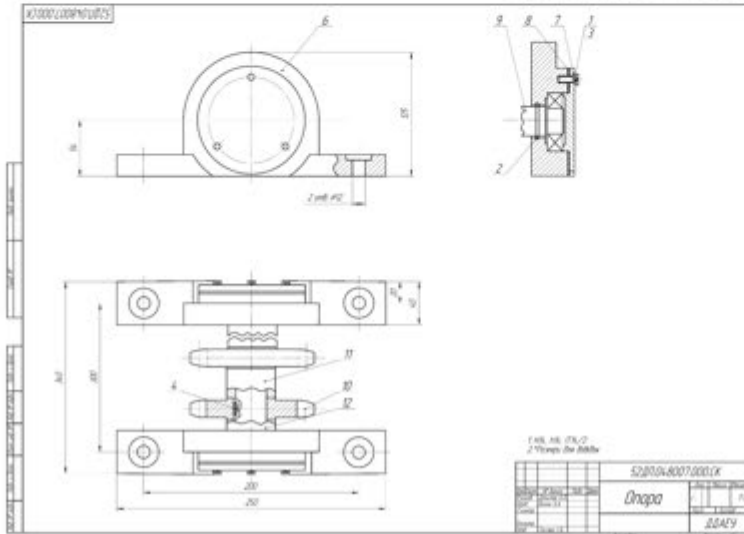
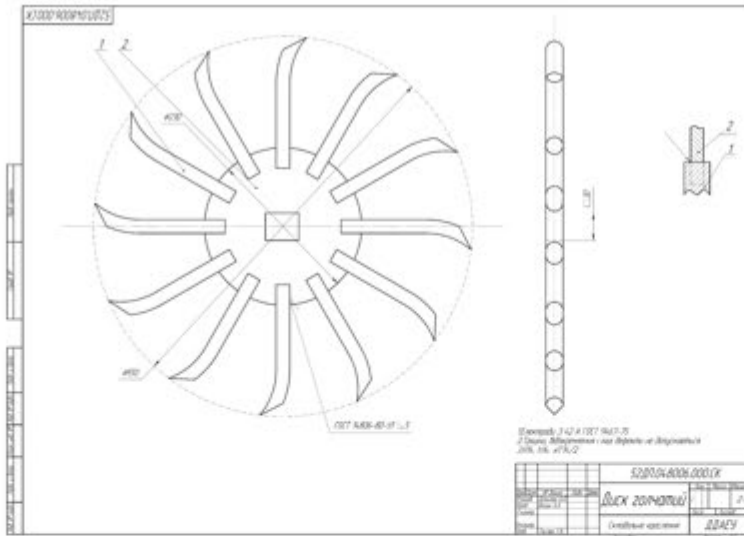


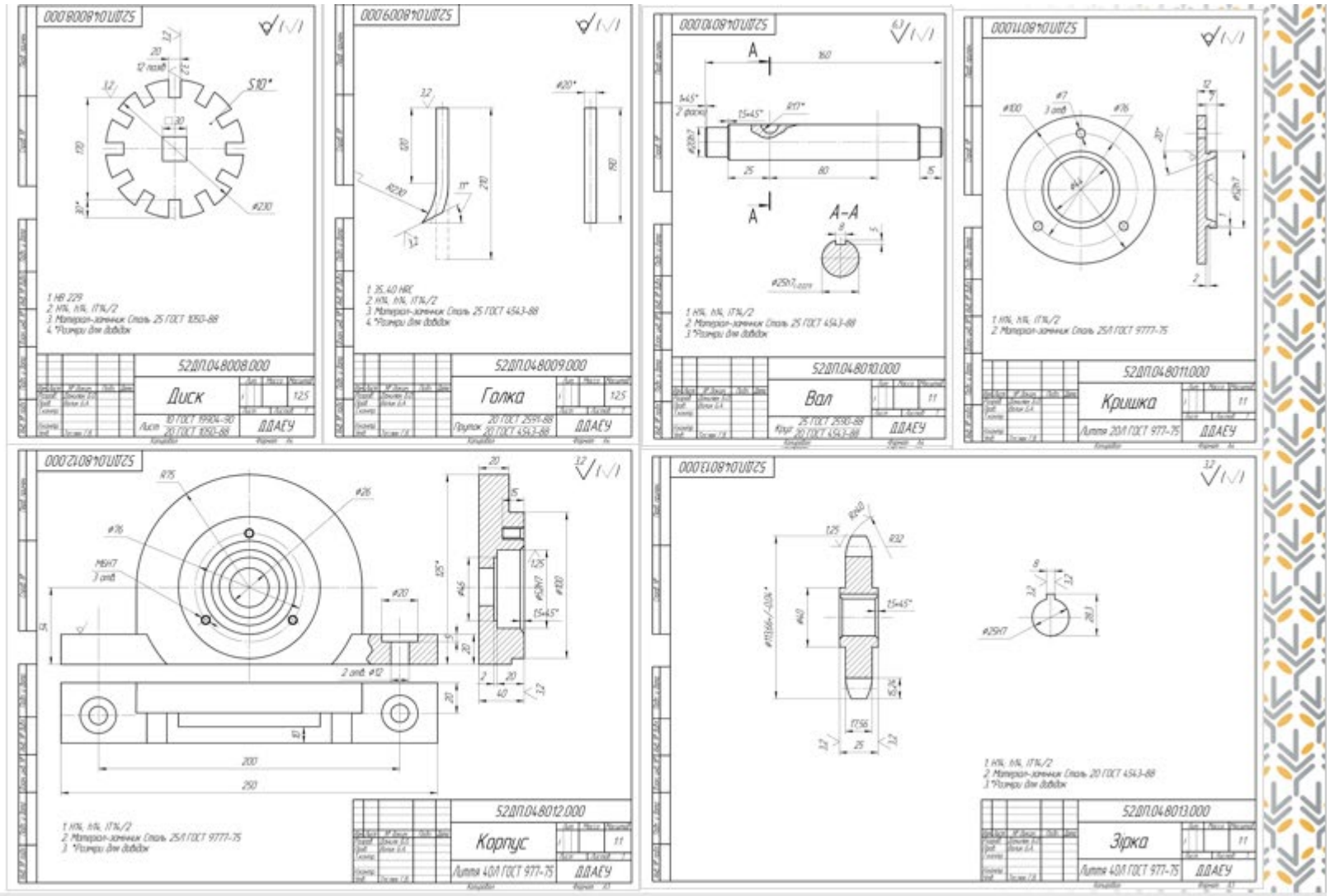
Atlas (Unia sp. z o.o.)



Tiger (Thomas Hatzenbichler Agro-Technik GmbH)









### Техніко-економічні показники

Показники	Одиниці виміру	Проектована машина	Базова машина
Сумарні витрати на техніку	грн	55000	50000
Заробітна плата	грн/га	21	21
Витрати по трактору	грн/га	223	223
Витрати по с/г. машині	грн/га	200	540
Витрати на ГСМ	грн/га	232	232
Разом витрат	грн/га	670	1016
Питомі капітальні витрати	грн/га	1140	2200
Річний економічний ефект	грн	17300	
Строк окупності	років	0,28	